

Figure II-1-6 Regional geochemical map in the Castano area, Eastern Andean area. (from Direccion General de Fabricaciones Militares y Provincia de San Juan, 1969)

(1) Venezuela

ランドサットTM画像解析により抽出された変質帯AA7068に相当。この変質帯は一つの山体に一致している。Plan Cordillerano Centro調査では顕著な地化学異常は把握されていない(Fig. II-2-1-6)。

アクセス：サンファン州Villa Nuevaの北西15 km。Villa Nuevaより四輪駆動車にて約4時間でCastano Viejoキャンプ(30°56'40", 69°38'34")に至る。Castano ViejoキャンプよりVenezuela変質帯まで道路は無く、山岳部を馬にて1時間に至る。標高2300-2900m。Villa NuevaからCastano Viejoキャンプに至る途中、Rio Castanoを渡る必要があり、UNIMOCのような極めてクリアランスの大きい車両の用意が必要。

調査日：1998年10月17日

地質：二疊～三疊紀の安山岩および同質火砕岩からなる互層が変質山体の主体をなす

(Choiyoi groupの下部層であるCastano層)。山体頂部から南側斜面にかけて酸性火砕岩(Choiyoi group上部層)が分布する。酸性火砕岩は肉眼的には未変質。

変質：現地調査では3帯の変質を認識した(Fig. II-1-7)。図示するように、山頂近くの急傾斜地には、赤褐色の変質帯、緩傾斜部分には黄褐色～白色、一部緑灰色の変質帯が分布する。

・赤褐色帯：珪化帯、カオリナイト帯を産する酸性変質帯。石英脈はほとんど分布しない。転石として強珪化岩を多く産し、熱水角礫岩およびvuggy silicaも認められる。vuggy silicaのvug中には比較的粗粒の明礬石が観察される。珪化帯および赤褐色帯の酸性変質鉱物は、明礬石、カオリナイトからなり、カオリンはディッカイト(ATH307, 308, AKY301)、ディッカイトにはGoyaziteが伴われる場合がある。また明礬石の中には、minamiteも認められる(AKY304, 305)。酸性変質帯には針鉄鉱が伴われる。

・黄～白色帯：セリサイト/スメクタイト混合層粘土変質帯。火砕岩層で白色化、黄褐色化が著しい。弱程度の珪化を呈する部分も認められ、一般に小規模のレッジをなす(ASM305)。このレッジは変質帯東部の場合、N40W-N60W方位に伸長する。珪化部では極めて細粒(微粉状)の電気石(dravite)が伴われるほか、石英細脈も認められる。石英細脈には幅1m程度の網状脈帯をなす産状、ストックワーク的産状、あるいは熱水角礫化に伴われる産状がある。黄鉄鉱染も普通に観察でき、これに伴うsupergene変質の結果、石膏脈ネットワークが生じる。X線回折結果は、セリサイト変質はAKY302のみであり、熱水角礫帯の白色角礫(ATH302)を含めて、セリサイト・スメクタイト混合層に相当することを示す。なお混合層とともに電気石(dravite)が検出される(ATH302, 303, AKY303, ASM301~305)。

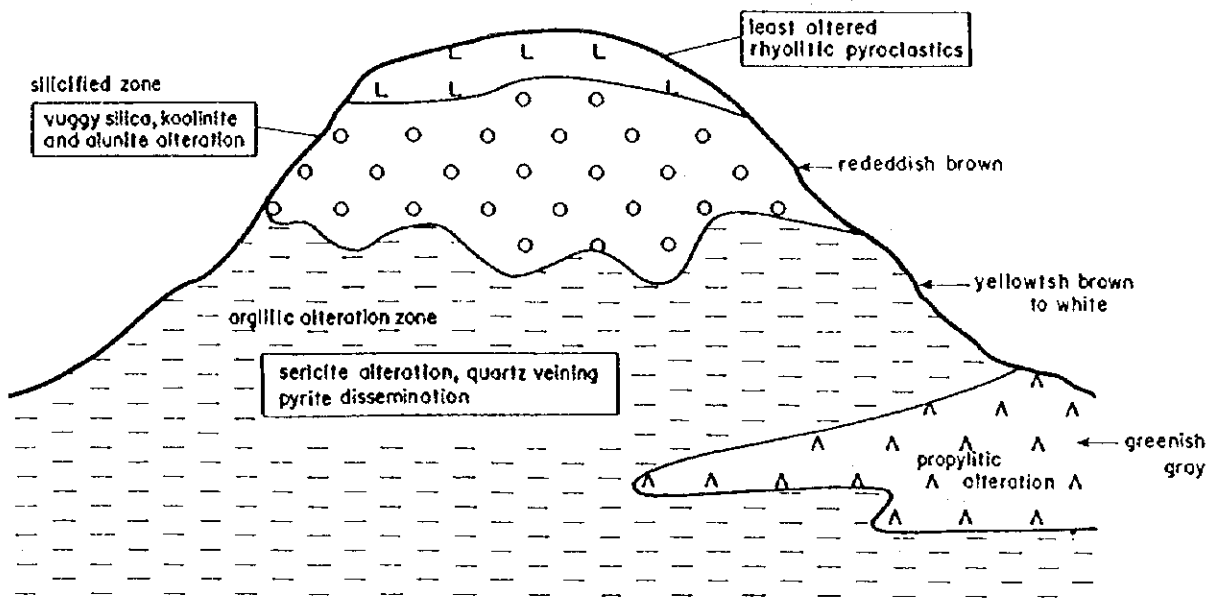


Figure II-1-7 Three alteration zones in the Venezuela alteration

・緑灰色帯：プロピライト変質帯。安山岩質岩脈および同火山岩など火砕岩以外の緻密な岩相に発達する。変質鉱物としては、緑泥石、セリサイト、緑簾石、黄鉄鉱が認められる。変質帯西側では角礫帯とプロピライトの境界が観察でき、N85W 57Nを示す。この方位はプロピライトの節理の走行（N80W）とも調和する。なおプロピライト中には約20m連続する石英脈（AKY306, N55W 78NE）が認められる。

鉱徴：計19個の試料を分析に供したが、地化学異常程度の金属品位を得たに留まった。代表的な分析品位を以下に示す。

Selected assay value, Venezuela alteration, Castano area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
AKY304 silicified rock	tr	tr	1	6	224	tr
AKY306 limo-qz. vein	tr	tr	20	100	200	tr
ASM304 altered andesite w/ qz. veinlet	tr	tr	5	4	4	10
ATH302 hydrothermal breccia	15	0.2	10	10	64	tr
ATH306 silicified rock	30	tr	2	12	16	tr
ATH309 qz. vein	65	1.6	8	54	24	tr

評価：

酸性変質帯の産状から、Venezuela変質帯は、高硫化系浅熱水系とその周辺に発達する中性化粘土変質帯に相当すると考えられる。従って、仮にポーフイリー環境があるとするれば、現在の削剥レベルよりかなり下位であろう。貫入岩ストックが地表に露出していないことから、時代的に若い可能性があり、第三紀の可能性もある。調査を行った範囲では、鉱化作用は微弱であり、浅熱水鉱床としてもみるべき有望示徴に乏しい。

赤褐色帯全体が強珪化帯ではなく、カオリナイト帯主体であることから、酸性変質の形成に関与した流体にmagmatic gasがさほど寄与せず、やや高めのph環境の下で生じた可能性を指摘できる。また、あるいはマグマから分離した流体の量がそもそも少なかった可能性も指摘できる。このような場合、期待される鉱化作用はさほど大きなものにはならないと考えられる。

(2) Condor

Castano Viejo地区の銀・鉛・亜鉛鉱脈型鉱床群の一つ。Castano地域調査のベースキャンプとしたCastano ViejoキャンプとVenezuela変質帯の中間地点に位置するため立ち寄った(Fig. 11-1-6)。

アクセス：Castano Viejoキャンプより馬にておよそ45分で現地に至る。標高2000m。

調査日：1998年10月17日

地質：二疊～三疊紀Choiyoi group下部層Castano層の安山岩類と、これを切るN-S方位に伸長する流紋デイサイト岩脈群が分布する。

変質・鉱徴：現地には径2m程度の小規模立て坑がE-W方位の鉱脈走行に沿って点在する。鉱脈延長は100m+, 脈幅は1m程度。鉱石は石英-黄鉄鉱-閃亜鉛鉱-方鉛鉱脈であり、各鉱石鉱物は肉眼で容易に認識できる程度に粗粒である。閃亜鉛鉱は透明感のある緑色を呈する。採取試料の分析品位のうち、高い銀品位が注目される。

Assay value of the Mina Condor, Castano area

Sample	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
ASM307 qz-py-sph-gn ore	0.52	117	0.136	2.84	2.6
ATH310 qz. vein	0.095	10	0.019	0.18	0.022

Castano Viejo地域の岩脈の方位にはN-S系とE-W系の2種類がある(Castano Viejo 1:100,000図幅)。SEGEMAR Raul氏によれば、N-S系の岩脈(三疊紀)が二疊～三疊紀Choiyoi groupに貫入後、第三紀のアンデス造山により多数の衝上断層が本地域に発達、この後E-W系岩脈の貫入を被ったとされている。従って、E-W系岩脈は第三紀生成の可能性があるらしい。2つの岩脈には構造上の違いのほか、N-S系岩脈はほとんど未変質であるのに対し、E-W系岩脈は顕著な変質を被っている点で異なっている。

石英脈はE-W系の岩脈に伴って産する傾向があるが、脈の方位は母岩によって多少異なっているらしい。すなわち、Choiyoi Groupの火山岩類が鉱脈の母岩となっている場合、石英脈は一般にE-W系の走行を呈し、一方石炭紀の堆積岩が母岩の場合、その層理・構造にコントロールされて、脈はN-S系あるいはNE系に振れる傾向があるらしい(Fig. II-1-8)。

評価：Castano Viejo地区の銀・鉛・亜鉛鉱脈型鉱床は総じて規模が小さく、外資にとって探鉱対象としての魅力は小さい。

Castano Viejo地域の鉱脈の生成時期について、一般には流紋デイサイト岩脈を運鉱岩とみなし三疊紀の生成と考えられているが、第三紀生成である可能性もある。

(3) San Nicolas

Castano Viejo 地区の銀・鉛・亜鉛鉱脈型鉱床の1つ(Fig. II-1-8)。Castano Viejoキャンプより後述のAnimas, Cuatro Amigosに至る途中に位置する。

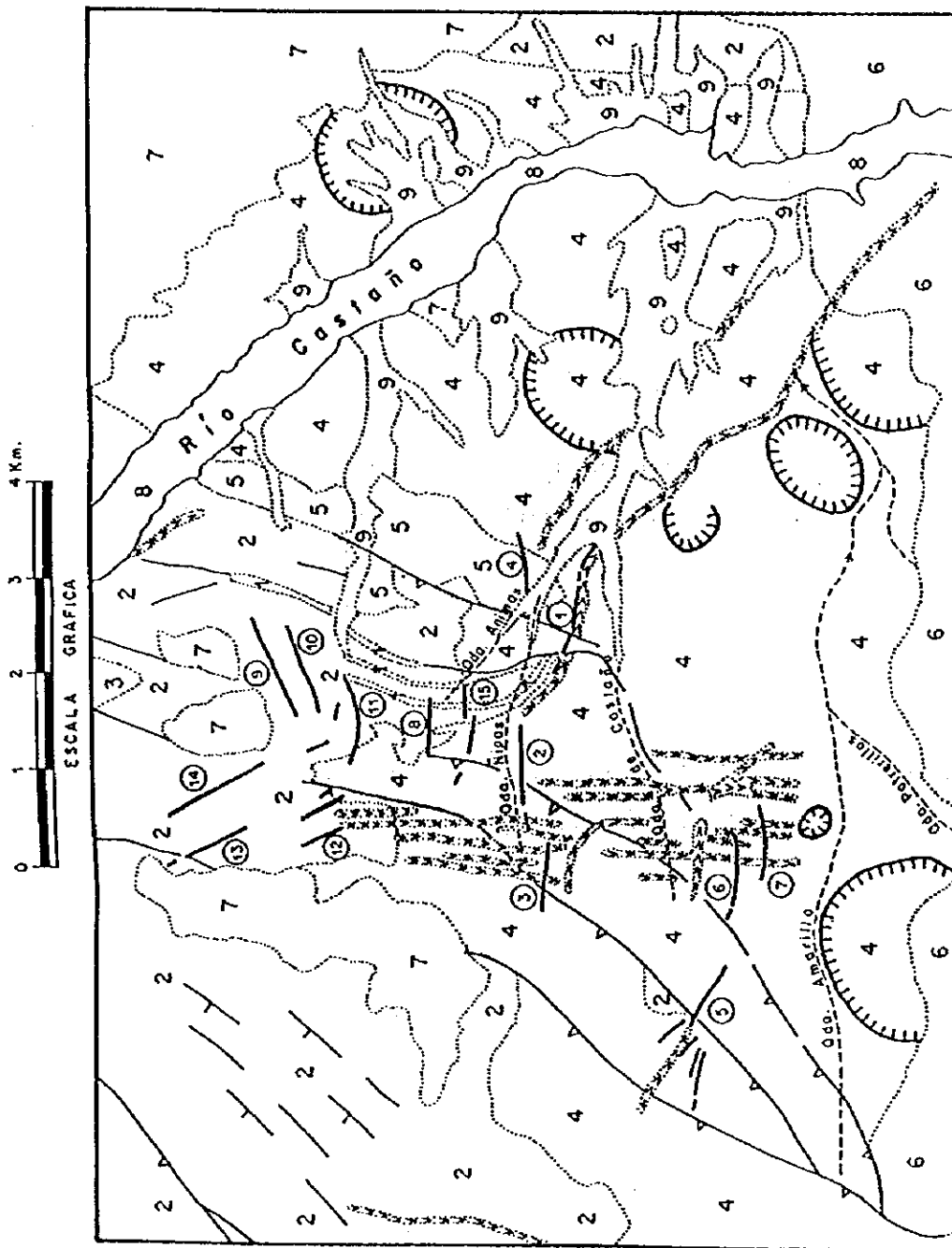
アクセス：Castano Viejoキャンプより馬にて約1時間15分で至る。標高2000m。

REFERENCIAS LITOLÓGICAS

- 1 FM. San Ignacio (Silúrico - Devónico)
- 2 FM. Agua Negra (Carbonífero)
- 3 Tonalito "El Leoncito" (Carbonífero Sup.)
- 4 FM. Costañó (Permo-Triásico)
- 5 Río Dacita San Ignacio (Permo-Triásico)
- 6 Grupo Choiyoi - FM. Acerillos (Permo-Triás.)
- 7 FM. Iglesia (Pleistoceno)
- 8 Aluvial (Cuaternario)
- 9 Aluvial-Coluvial (Cuaternario)
- 10 Dique Riolítico Triásico

VETAS

- 1 San Nicolás
- 2 Cuatro Amigos
- 3 Mariano Moreno
- 4 Animas
- 5 Compañía
- 6 Flor de Costañó
- 7 Condor
- 8 Carmen
- 9 San Ignacio
- 10 Monto Copetón
- 11 Delino
- 12 El Rodado - Ojos de Plomo
- 13 Juan Lavalle
- 14 Catamarca
- 15 Luther King - Staley - La Contra



ESCALA 1:50.000

REFERENCIAS TOP.-GEOLOGICA

- Red de Drenaje
- Contacto Geológico
- Caldera
- Fallo Inverso
- Rumbo y buzamiento
- Veta

Figure II-1-8 Geology and vein system in the Castaño Viejo mining district. (after Cardo, 1998)

EJECUTO: Raúl Cardó
 DIBUJO: Martín Dávaios

調査日：1998年10月18日

地質：広範に二疊～三疊紀Castano村の安山岩および同火砕岩が分布。これに幅約1.5mの流紋デイサイト岩脈が貫入する。岩脈の貫入面は、N66W, 68NE。

変質：流紋デイサイト岩脈の下盤側の安山岩に石英・セリサイト変質がおよんでおり、ここではストックワーク状の石英脈も観察される。鉍脈の脈際変質はさほど顕著ではなく、石英-セリサイト変質が数10cmの幅をもって発達する。

鉍徴：鉍脈はデイサイト岩脈中、および岩脈に接する下盤側安山岩との境界付近に胚胎する。鉍脈の主要部はデイサイト岩脈の貫入構造に調和的な裂罅に位置を占めている。この主たる鉍脈からの派生脈がストックワーク状に伸長し安山岩中におよぶ。

鉍脈は黄鉄鉍、黄銅鉍、方鉛鉍、閃亜鉛鉍、磁鉄鉍、菱マンガン鉍を鉍石鉍物として含み、石英、方解石を脈石として含む。マンガン酸化物ステインも顕著。現地貯鉍より採取したASM308は以下の分析品位を示した。

Assay value of the Mina San Nicolas, Castano area

Sample	Au(g/l)	Ag(g/l)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Mn(%)
ASM308 qz-ccp-gn-sph ore	6.10	397	0.593	2.76	0.69	5.26

このほかの元素では、Bi:120ppm, Mo:60ppmの分析品位が高い。

評価：Castano Viejo地区の銀・鉛・亜鉛鉍脈型鉍床は総じて規模が小さく、外資にとって直接の探鉍対象にはなりづらい。

本地区の鉍脈はデイサイト岩脈の冷却裂罅中に選択的に発達するよう見えることから、鉍脈を形成した熱水はデイサイト岩脈の定置、冷却後に、解放裂罅系を通路としてもたらされたといえる。従って、デイサイト岩脈を形成したマグマが鉍脈の形成に直接関与した可能性は低いと考えられる。

(4) Animas

本鉍徴地もCastano Viejo地区の鉍脈鉍床の1つ(Fig. II-1-8)。ただしAnimasの母岩は貫入岩ストックであること、鉍脈は黄銅鉍を欠く点で他の鉍床と異なる。現地には1997年にOpauika社が掘削したトレンチが残存する。同社による探鉍は現在休止中。

アクセス：Castano Viejoキャンプより馬にて約1時間45分まで至る。標高2000m。

調査日：1998年10月18日

地質：二疊～三疊紀Choiyoi groupの安山岩，流理構造の明瞭な流紋岩溶岩，同火砕岩中にデイサイトが貫入する。デイサイトの構成鉱物は石英・斜長石で，黒雲母仮像とみられる溶脱孔が認められる。また電気石鉱染も顕著。Animas旧坑はデイサイト貫入岩中に位置する。

変質・鉱徴：石英－セリサイト－黄鉄鉱変質の顕著なデイサイト斑岩中に石英脈が分布。鉱脈付近の母岩は部分的に角礫化する。露頭で観察される脈は，黄鉄鉱を伴う細粒緻密な石英細脈であり，WNW-ESE系の定向性を示す。石英脈には微量の方鉛鉱も伴われる。鉱脈周囲の露頭では，部分的に螢石，葉ろう石がX線的に検出される。石英－セリサイト－黄鉄鉱変質は周辺でセリサイト・スメクタイト混合層粘土の変質に取って代わられる。

Selected assay value of the Mina Animas, Castano area

Sample	Au (ppb)	Ag (g/t)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
ASM309 dacite w/tour.	40	0.6	4	86	tr
ASM310 sil. dc w/qz. vll	tr	tr	5	8	2
ATH312 qz + silicified vein	15	0.8	23	110	24
ATH313 fluorite+gypsum vein	20	20.6	80	10000+	988

評価：本地域のデイサイト斑岩には電気石が伴われる。東部アンデス地域の場合，電気石は石炭紀～三疊紀の貫入岩体に特徴的に含まれていることから，この時代に対比される可能性が高いと思われる。

鉱床に生成する螢石，電気石，葉ろう石，セリサイトらの変質鉱物は，生成温度が高い貫入岩近傍の変質とみなせ，深成岩体関連の鉱脈型鉱床の可能性を窺わせる。脈石英の流体包有物の測定結果は，均質化温度239～291°C，平均塩濃度 11.0 wt-% NaClを示しており，この解釈を支持する。

Animas鉱徴地の周辺変質帯は，貫入岩の分布に対応して北北東（石英脈の伸長方位に一致）に約5kmにわたって広範に分布しており，この延長にはポーフィリー型鉱徴地であるEl Retamalが位置する。AnimasからEl Retamalに至る変質帯全体について調査することは意義深く，例えば予察的な地表踏査と，この調査結果に基づくパイロットボーリングの実施が望ましい。

(5) Cuatro Amigos

Cuatro Amigos坑は1950年代から70年代にかけて採掘されたCastano Viejo地区の旧坑である(Fig. 11-1-8)。生産量は，出鉱量20～30万t，平均品位は Pb:15%， Zn:24%， Ag:270g/t， Au:2-4g/tとされる。これは，Castano Viejo地区の旧坑群のうちCompana坑(800,000t)に次ぐ第2番目の生産量に相当する。

アクセス：Castano Viejoキャンプより馬にて約2時間で至る、標高2200m。

調査日：1998年10月18日

地質：Cuatro Amigosの鉱脈胚胎母岩は二畳～三畳系Castano層の安山岩および同質火砕岩である。二畳～三畳系にはアンデス造山に伴うNNE-SSW系の衝上断層が発達しており、この衝上断層の上盤側では下位より、シルル～デボン紀のSan Ignacio層の石灰岩、石炭紀 Agua Negra層の砂岩・泥岩らが限られた範囲で露出しており、さらにこの上位に二畳～三畳系が分布する。これらの地層はN-S方位の三畳紀流紋デイサイト岩脈の貫入を被る。

変質・鉱徴：鉱脈は、走行N80～60W、傾斜80Nを呈しており、点在する旧坑位置から判断して、走行延長およそ1km程度と推定される。Cardo(1998)は3条の脈から成るとしており、それぞれ430m、250m、100mの走行延長、脈幅0.39、0.23、0.85mを有すると報告する。貯鉱で観察できる鉱石は、方鉛鉱、閃亜鉛鉱（淡褐色）、黄銅鉱、石英、方解石から成っており、鉱石鉱物はいずれも肉眼で容易に判別がつく程度に粗粒である。

調査を行った範囲では安山岩質火砕岩中に、幅50cmの珪化角礫脈を認めた。この角礫脈はN64W、78Nの構造を呈し、上盤のデイサイト岩脈、下盤の珪化した安山岩質火砕岩に挟まれる産状を呈している。角礫脈は強珪化する基質部と鉱石鉱物に富む角礫部から構成されており、方鉛鉱+黄鉄鉱あるいは黄鉄鉱+石英からなる角礫が含まれる(AKY307)。この脈とほぼ同じ構造を示す小規模な珪化角礫脈も数条認められ、ここでは粗粒方鉛鉱+閃亜鉛鉱からなる角礫も認められる。このような角礫脈の周縁には櫛歯状方鉛鉱+石英が生じている場合がある(AKY308a, AKY308b)。なお、高低差約50mの2つの旧坑レベルの鉱石を肉眼で比較した場合、低所の鉱石で、硫化鉱物の量比が多く、閃亜鉛鉱>方鉛鉱であり、より黄銅鉱に富む傾向があるのに対し、高所の鉱石では、硫化鉱物が少なく、閃亜鉛鉱<方鉛鉱であり、黄鉄鉱が多くなる傾向が認められる。

鏡下では石英の流体包有物には、液相一相のものが多く、気液二相のもの、気相に富むものなどが観察されたが、haliteなどの娘鉱物をもつ多相包有物は観察されなかった。

Assay value of the Cuatro Amigos, Castano area

Sample	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
AKY307 silicified breccia	0.185	32	0.173	0.247	0.142
ATH317 qz. sph. gn. ore	0.225	29	0.030	4.160	7.240

評価：Castano Viejo地区の銀・鉛・亜鉛鉱脈型鉱床は総じて規模が小さく、外資にとって直接の探鉱対象にはなりづらい。Cuatro Amigosは、やや銀品位が低い特徴があるものの、前述のCondor、San Nicholasと類似の鉱床である。

(6) Portezuelo de Amarillo

本変質帯は第1年次変質帯評価を通じて有望変質帯と評価されたAA7067(3.5kmX1.5km)に一致、グラントルースは変質帯の北端で実施した(Fig. II-1-6).

アクセス: Castano Viejoキャンプより馬にて約1時間30分で至る。標高2700m.

調査日: 1998年10月19日

地質: 二畳~三畳紀Castano層の安山岩および安山岩質凝灰角礫岩、同火山礫凝灰岩が分布する。

変質: 珪化変質およびセリサイト・スメクタイト混合層粘土による白色~黄褐色変質が認められる。珪化変質は狭長に連続するレッジの産状を呈しており、これを母岩として細粒陶器質のシリカ脈、角礫化脈が胚胎する。シリカ脈の走行は様々で、以下の方向が認められた。

ATH318脈: N6W

ATH319脈: N45E, 68° NW dipping

ATH321脈: N40W

このような珪化レッジの一部には電気石(dravite)が伴われる(ATH318, ATH321)。また走行不明の塊状珪化部も分布する(AKY309)。

白色~黄褐色の粘土変質は火砕岩に限り顕著に発達する。一方、緻密な火山岩は緑色のプロピライト変質(緑泥石, 方解石)を被る。両岩相とも黄鉄鉱染が顕著で、特に火砕岩の場合、この分解に伴うsupergene変質が顕著で、褐鉄鉱, 石膏が遍在する。

鉱徴: 地化学異常レベルのモリブデン濃度が特徴。モリブデン異常が認められた試料(AKY309, ATH321)はいずれも陶器質のシリカ脈である。

Assay value of the Portezuelo Amarillo, Castano area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mo(ppm)
AKY309 py-silica vein	tr	tr	13	6	2	56
AKY310 argillized rock	tr	tr	2	12	18	tr
ASM312 andesite	tr	tr	23	12	80	tr
w/py-qz v. tel						
ATH318 silicified vein	tr	0.6	15	418	22	10
ATH319 silicified vein	tr	3.2	19	8	6	1
ATH320 argillized rock	tr	2.6	29	10	10	tr
ATH321 br. silicified vein	tr	tr	15	14	10	29

評価: 電気石+石英からなる珪化レッジ, セリサイト・スメクタイト混合層による白色化変質らは隣り合うVenezuera変質帯と共通する特徴で、両変質帯の類似を窺わせる。本地

区はモリブデン含有量でVenezueraを大きく上回るほか、銀・銅含有量もやや高い傾向がある。

現地調査は変質帯北端のごく限られた範囲で実施されたに過ぎず、現時点で変質帯全体の評価は困難。変質帯南部にむけて、地質踏査、岩片地化学探査を実施し、詳細を把握したい。

(7) Potrerillos

PotrerillosはCerro SarnosoとManrique変質帯の中間地点に位置する小規模粘土化変質帯群。径数百m程度の小規模変質帯が、南北に伸長する径3kmX2kmの範囲に点在する。SEGEMAR Raul氏の推薦により調査対象とし、グランドトルースはこのうち北端の1変質帯について実施。この地点は1960年代のPlan Cordillerano Centrolにより抽出された地化学異常の西端に位置する(Fig. II-1-6)。

アクセス：Castano Viejoキャンプより、Cerro Sarnoso南のキャンプサイト(30°59'46"、69°43'17")まで馬にて約3時間50分。Cerro Sarnosoキャンプより馬にて45分で至る。標高3000-3500m。

調査日：1998年10月19日

地質：二疊～三疊紀Choiyoi groupのデイサイト溶岩と、これに貫入する三疊紀とみられる流紋岩質岩脈が分布。

変質・鉱徴：デイサイト溶岩に発達する弱程度の粘土化と珪化。母岩デイサイトの斜長石は残留、黒雲母は粘土に交代される。X線回折においてはセリサイト・スメクタイト混合層粘土が検出される。黄鉄鉱鉱染は認められない。

Assay value of the Potrerillos, Castano area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mo(ppm)
ASM313 rhyolite dyke	tr	tr	19	20	6	6
ATH322 wk. sil. arg. rock	tr	tr	6	12	2	tr

評価：調査は変質帯北端のごく一部の露頭に限られており、評価不能。

(8) Sarnoso

銀・鉛・亜鉛鉱脈が稼行された田坑。1960年代のPlan Cordillerano Centrolにより抽出されたモリブデン地化学異常の西端に位置する(Fig. II-1-6)。

アクセス : Cerro Sarnoso南のキャンプサイトより馬にて約2時間30分に至る。標高3000m.

調査日 : 1998年10月20日

地質 : 石炭紀Agua Negra層堆積岩中に時代未詳流紋岩が貫入する。流紋岩は塊状の山体をなし、流理構造が明瞭であることから、溶岩ドームとみなされる。なお既存地質図は石炭紀堆積岩類を記載。

変質・鉱徴 : 流紋岩ドームの地形高所に小規模の旧坑が位置する。銀・鉛・亜鉛鉱を対象に稼行されたらしいが、出鉱実績など詳細不明。坑道はN70W方位に掘削されるが、ひ押し・立て入れの別は不明。現地では石英細脈の転石を少量確認でき、マラカイト・ステインが付着するものもある。ATH324は石英・方解石脈の転石であり、脈際にはセリサイトが認められる。このほか櫛歯状構造や縞状構造が顕著な石英脈転石も認められる。

鏡下では、流紋岩には初生鉱物は残存せず、すべて再結晶ないし2次鉱物により交代される。変質鉱物として、黄鉄鉱、緑泥石、石英、カリ長石（氷長石？）、炭酸塩鉱物、ジャロサイト、赤鉄鉱が観察される。カリ長石（氷長石？）は空隙に向かって、自形板状に結晶成長する。

Assay value of the Sarnoso, Castano area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mo(ppm)
ATH324 qz vein (float)	tr	tr	3	12	8	1

評価 : 鉱床規模はごく小規模。調査を行った範囲では分析品位にもみるべきものはない。

(9) Vizcachas

1960年代のPlan Cordillerano Centroにより抽出されたモリブデン地化学異常の西端に位置する(Fig. II-1-6).

アクセス : Cerro Sarnoso南のキャンプサイトより馬にて約3時間に至る。標高3000m.

調査日 : 1998年10月20日

地質 : 二疊～三疊紀の流紋岩溶岩と花崗閃緑岩が分布。鉱徴地は花崗閃緑岩との境界付近の流紋岩中に位置する。

変質 : 石英-セリサイト-黄鉄鉱変質が認められる(ASM313, ATH322)。このうち黄鉄鉱はほとんど酸化溶脱、仮像化する。珪化の結果、流紋岩はほとんどシリカから成る岩質を呈する。このようなphyllitic変質のほか、potassic変質が認識できる。珪化岩中にはカリ長石変質ハローを伴う石英+磁鉄鉱クロットが認められるほか、微細な磁鉄鉱ハローを伴う

長石細脈 (AKY311), 磁鉄鉱細脈 (ATH328) も認められる。AKY311の研磨薄片観察では, 長石細脈はカリ長石からなること, このカリ長石は部分的にセリサイトに交代されること, カリ長石の外側には石英が生じ, さらにその外側に微細な磁鉄鉱が生じていることが観察される。この長石細脈は石英・電気石脈により切られる。

以上の観察結果は, 本変質帯がポーフイリー環境近くで生成したことを窺わせる。おそらく変質母岩となっている流紋岩の下部にマグマが貫入し, 磁鉄鉱をともなう potassic 変質を形成, その後システムの冷却と熱水系の進化に伴い phyllic 変質が重複して生じたものと考えられる。しかしながら, 本調査を通じて採取した分析試料からはポーフイリー関連の地化学異常を認識できない。

Assay value of the Vizcachas, Castano area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)
AKY311 silicified rock	tr	tr	1	6	22	tr
ASM315B silicified rhy	tr	tr	3	18	tr	3
ATH325 silicified rock	tr	tr	2	6	2	1
ATH327 br. qz. vein	10	tr	1	22	154	4
ATH328 mgt vein in rhy	10	tr	1	22	154	4

評価: Plan Cordirellano Centro は, Vizcachas 変質帯の南東方に径約 3 km におよぶモリブデンの地化学異常帯 (18-32 ppm) を認めた (Fig. 11-1-6)。Vizcachas 変質帯のほか, この地化学異常域を含めて地質踏査を行い, 鉱化ポテンシャルを明らかにしたい。

(10) Avestruces

本地区は第 1 年次に実施したランドサット TM 画像解析により抽出された有望変質帯 AA7066 に相当する。Plan Cordillerano Centro による調査では顕著な地化学異常値は報告されていない (Fig. 11-1-6)。本調査では変質帯北端部の東斜面と中央部の Arroyo los Avestruces 付近の調査を実施した。

アクセス: Sarnoso 変質帯南部のキャンプより, Avestruces 北端のキャンプサイト (30° 57' 34", 69° 46' 47") まで馬にて約 5 時間で至る。標高 3500m。

調査日: 1998 年 10 月 21 日

地質: 二疊～三疊紀 Choiyoi group の安山岩～デイサイト, 同火砕岩が分布。変質帯東方の地形高所には二疊～三疊紀の花崗岩が分布する。粘土化変質の弱い塊状溶岩部分では東西系の節理が発達するのが観察される。

変質: (変質帯北部) 珪化レッジと広範な白色粘土化の分布により特徴づけられる。珪化レッジは 10-50m 程度の幅を有し, 100-150m の間隔で 2 列以上発達する。それぞれのレッジ

は節理系に等しいN80W走向で伸長し、N50-60E走向に雁行配列する。珪化岩は主として石英、チタン酸化物からなり、源岩の組織を留めない。黄鉄鉱染も顕著であるが、一部を除いてほとんど酸化分解しており、仮像化する。シリカはカルセドニー質であり、ところによってopalline crackも観察される。このような珪化レッジはかなり明瞭な境界をもって周囲の粘土化変質帯に接する。粘土化帯では源岩組織が残存することが普通で、凝灰角礫岩が母岩である場合が多い。粘土化はセリサイト・スメクタイト混合層粘土を主体とし、チタン酸化物もしばしば含まれる。黄鉄鉱染も認められるが、珪化レッジ同様に酸化分解しており、比較的標高の低い部分で、supergeneとみられるカオリン（カオリナイト、ディッカイト）が生成する。このほか幅1mの石英細脈帯も分布する（AKY312b）。これら珪化レッジ、白色粘土化変質のほか、塊状溶岩の分布域ではプロピライト変質も部分的に認められる。

（変質帯中央部）珪化レッジと粘土化帯からなる基本セッティングは変質帯北部と同様である。ただし粘土化変質の一部はセリサイトのみからなること（AKY320）、シリカにもより致密・粗粒なやや高温で生成するタイプ（ASM323）がみられるなど、変質帯中央部では、より高温生成の示徴が認められる。調査を行った範囲では、一般に粘土化変質の程度は変質帯北部に比べより強く、源岩組織が残存することは希である。また一部の珪化岩には電気石（dravite）が含まれるようになる。なお、脈石英はむしろ変質帯北部に多く認められ、中央部では乏しい。

鉱徴：現地調査を通じて採取した26試料の分析を行ったが、いずれも地化学異常程度 of 分析品位に留まった。代表的な分析値を以下に示す。

Selected assay value of the Avestruces, Castano area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
AKY313 silicified rock	tr	tr	4	50	tr	52	25
AKY315b silica vein	tr	tr	tr	18	tr	312	tr
AKY320 arg. sil. rock [‡]	tr	tr	tr	20	tr	30	tr
ASM319 silicified rock	5	tr	5	46	tr	50	6
ASM323 densely sil. rock [‡]	tr	tr	4	4	tr	44	2
ASM324 argillized rock [‡]	5	tr	5	166	6	54	tr
ATH332 sil. arg. rock	tr	tr	2	36	tr	154	tr
ATH338 silicified rock	tr	tr	11	28	tr	138	3
ATH340 quartz vein	tr	0.6	61	38	2	14	3

‡: Central alteration part, no mark: Northern alteration part

評価：以上の産状から、Avesutrucesは浅熱水環境で生成した変質帯と考えられる。変質帯北部で観察される構造要素は、N50-60Eの右横ズレセンスの断層に伴うジョグに規制されて発達した変質であることを窺わせる。

本地区にみられる電気石を産する珪化レッジ、セリサイト・スメクタイト混合層からなる粘土化変質らは、VenezueraおよびPortezuero Amarilloらに共通して認められる産状である。調査を行った範囲では、Venezueraは比較的高い金分析値、Portezuero Amarilloはモリブデン・銀・銅分析値でそれぞれ特徴づけられるが、Aveztrucesは後者により近い変質帯とみなせる。

グランドトルースでは全変質帯の限られた一部を観察できたに過ぎず判断は難しいが、変質帯中央部の浅熱水環境の深部が露出している部分においても、砒素・鉛のみの地化学異常値を得るに留まっており、ポーフィリー型鉱床の発見の可能性はやや低いかもしれない。

(11) Manrique

本地区はランドサットTM画像解析による有望変質帯AA7069に相当する。変質帯はENE-WSW方位に幅1km、延長5.5kmの規模で分布する。1960年代のPlan Cordillerano CentrolによるManrique地区の調査では11試料が採取されたが、顕著な地化学異常値は報告されていない(Fig. II-1-6)。近年、Cardo and Perez(1995)は本変質帯の詳細調査を行い、(1)観察される変質は顕著な珪化、石英-セリサイト化、およびプロピライト化であること、(2)変質帯全域で採取した92試料の最高分析品位は、それぞれCu:126ppm、Zn:155ppm、Pb:92ppm、Ag:68ppm、Au:1.0ppmを示すことを報告した(Fig. II-1-9, II-1-10, Table II-1-2)。グランドトルースでは変質帯南端部の東斜面と中央部付近の調査を実施した(Fig. II-1-6)。

アクセス：Aveztruces変質帯北端のキャンプよりManrique変質帯南西部のキャンプサイト(30°58'23", 69°47'25")まで馬にて約5時間に至る。現地はキャンプサイトの背後に隣接する。標高3500-3800m。

調査日：1998年10月23日

地質：調査地区は、石炭紀Agua Negra層砂岩・泥岩と二畳～三畳紀Choiyoi層群の安山岩～デイサイト・同火砕岩、石灰岩の分布境界に相当し、変質帯の主部はこのうち二畳～三畳系側に位置する。石灰岩は地形高所に限り現れる。NW-SE方位を軸とするしゅう曲が著しい。

変質：調査は主としてArroyo La ChocaとArroyo Las Cuevasの間の稜線で実施し、その他の2地点(Arroyo Las Cuevas東、Arroyo Las Cuevas - Arroyo Manrique間)でごく短時間の観察を行った(Fig. II-1-6)。

珪化、石英細脈、粘土化変質の分布により特徴づけられる。珪化部は塊状またはレッジの産状をとり、地区の稜線を中心に分布する。珪化レッジは一般に連続性に乏しく、断続するが、多くはN55-80Wの伸長方位を有しており、N70E方位に伸長するManrique変質帯の

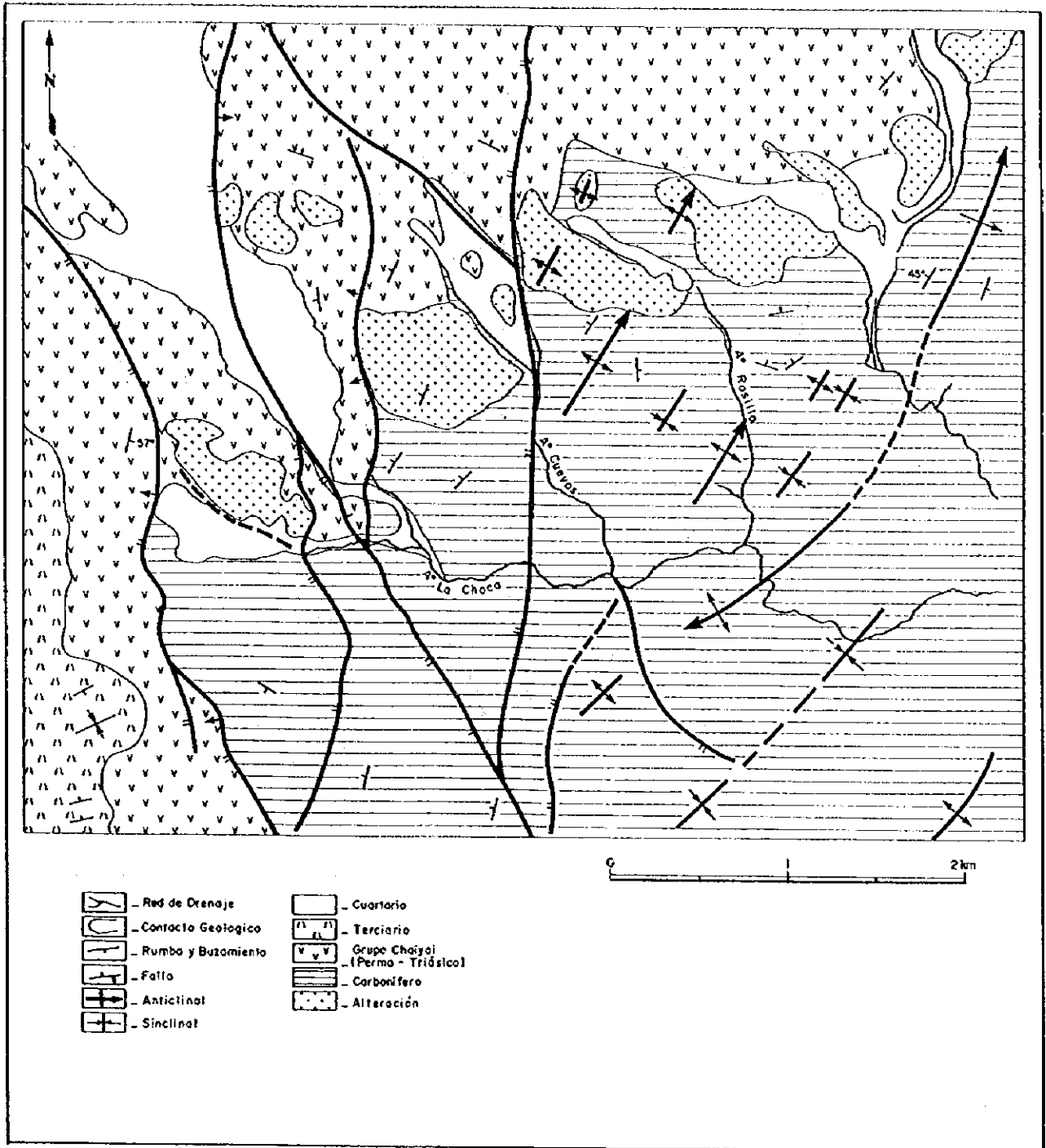


Figure II-1-9 Geologic map in the Manrique alteration, Castano area. (after Cardo and Perez, 1995)

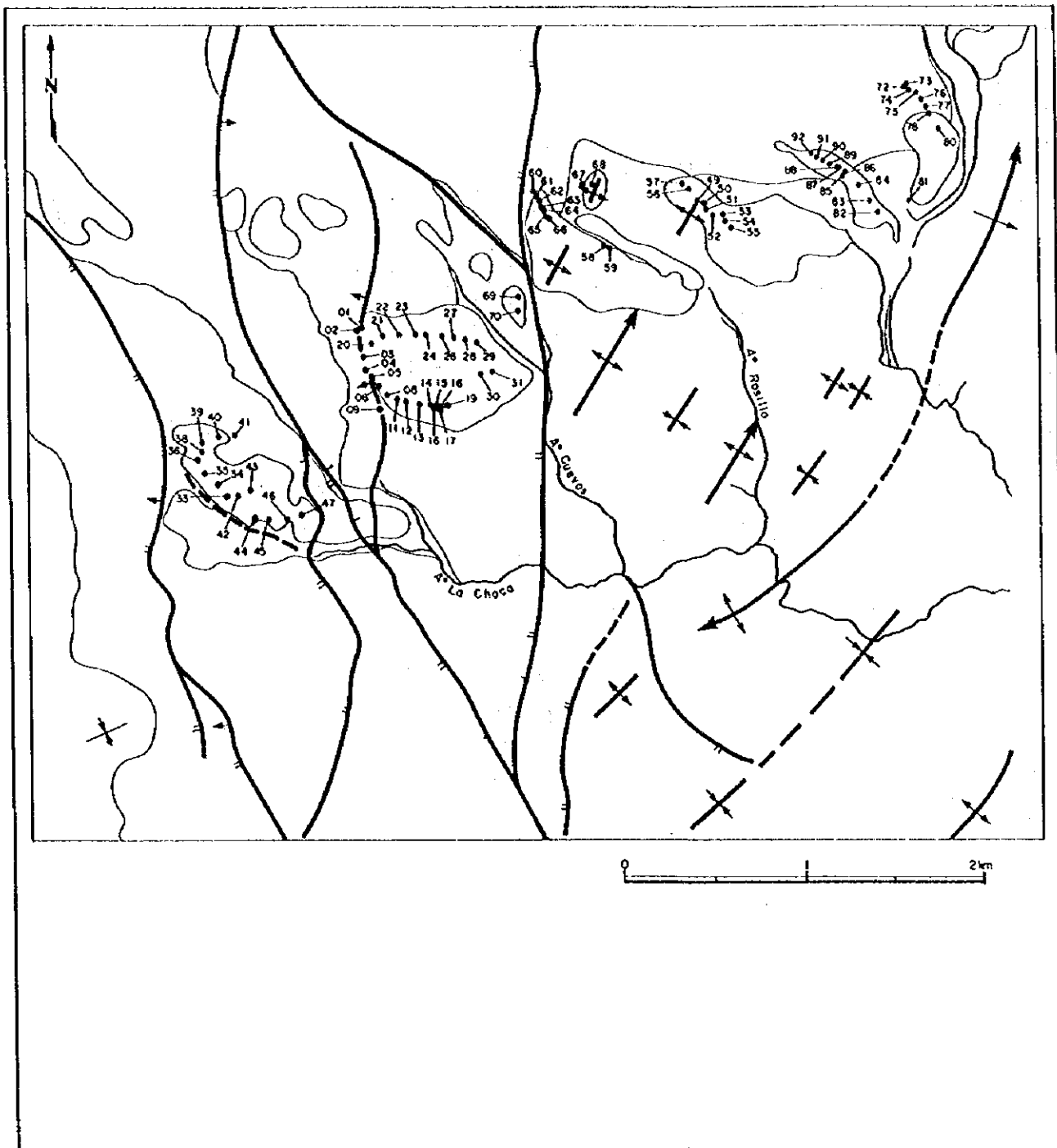


Figure II-1-10 Sample location of the previous survey in Manrique alteration:
 Cardo and Perez (1995)

Table II-1-2 Assay results of the previous surveys in Manrique alteration. (after Cardo and Perez, 1995)

Número de Muestra	Elementos en ppm					Número de Muestra	Elementos en ppm					Número de Muestra	Elementos en ppm				
	Ag	Au	Cu	Zn	Pb		Ag	Au	Cu	Zn	Pb		Ag	Au	Cu	Zn	Pb
01	2.0	n/r	8.0	770	4.0	33	2.0	n/r	6.0	19.0	3.0	65	3.0	n/r	18.5	n/r	N/R
03	N/R	"	59.0	430	4.0	34	n/r	"	20.0	11.0	3.0	66	5.0	"	11.5	"	"
04	1.0	"	18.0	770	N/R	35	"	"	5.0	2.0	3.0	67	15.0	"	12.5	2.0	"
05	2.0	0.2	25.0	17.0	"	36	"	"	8.8	n/r	N/R	68	3.0	"	22.9	1.0	"
06	3.0	n/r	10.0	16.0	"	38	4.0	"	3.0	7.0	"	69	n/r	"	12.7	14.0	"
08	3.0	"	20.0	10.0	"	39	n/r	"	13.0	n/r	"	70	"	"	20.0	n/r	"
09	2.0	"	9.0	7.0	"	40	"	"	19.0	"	3.0	72	5.0	"	59.0	56.0	"
11	2.0	"	5.0	18.0	"	41	"	"	33.0	23.0	N/R	73	7.0	"	22.0	71.0	"
12	6.0	"	4.0	16.0	"	42	6.0	"	45.0	20.0	"	74	n/r	"	14.0	28.0	74.0
13	6.0	"	10.0	14.0	"	43	n/r	"	41.0	34.0	4.0	75	8.0	"	30.0	98.0	N/R
14	4.0	"	12.60	7.0	"	44	"	"	30.0	6.0	4.0	76	n/r	"	36.0	38.0	8.0
15	5.0	"	14.0	13.0	"	45	"	"	40.0	25.0	2.0	77	"	"	29.0	59.0	N/R
16	2.0	"	5.0	28.0	"	47	2.0	"	30.0	3.0	N/R	78	"	"	31.5	59.0	"
17	2.0	"	9.0	17.0	"	49	n/r	"	19.0	13.0	3.0	79	"	"	29.0	80.0	12.0
18	50.0	"	15.0	6.0	"	50	9.0	"	16.0	11.0	N/R	80	68.0	1.0	77.2	79.0	N/R
19	n/r	"	7.0	n/r	"	51	2.0	"	24.2	n/r	"	81	4.0	n/r	15.0	13.0	"
20	5.0	"	6.0	14.0	"	52	6.0	"	37.0	11.0	"	82	n/r	"	7.3	57.0	4.0
21	4.0	"	33.0	30.0	"	53	4.0	"	3.1	10.0	4.0	83	"	"	34.4	23.0	N/R
22	n/r	"	25.8	35.0	"	54	n/r	"	21.0	107.0	N/R	84	"	"	28.0	19.0	"
23	"	"	75.0	51.0	6.0	55	1.0	"	6.0	15.0	"	85	3.0	"	18.0	37.0	"
24	2.0	"	29.0	30.0	N/R	57	4.0	"	10.0	9.0	"	86	n/r	"	33.0	73.0	3.0
26	n/r	"	20.0	38.0	3.0	58	n/r	"	59.0	155.0	92.0	87	"	"	48.0	63.0	3.0
27	"	"	15.0	30.0	4.0	59	3.0	"	14.0	36.0	N/R	88	5.0	"	33.0	42.0	N/R
28	"	"	44.0	34.0	8.0	60	n/r	"	53.0	4.8	8.0	89	1.0	"	5.1	40.0	3.0
29	1.0	"	23.0	4.0	N/R	61	n/r	"	74.0	9.0	6.0	90	n/r	"	23.5	9.0	N/R
30	n/r	"	17.0	16.0	"	62	n/r	"	117.0	2.0	3.0	91	"	"	13.5	25.0	3.0
31	"	"	15.0	102.0	6.0	63	15.0	"	17.0	20.0	N/R	92	"	"	18.7	n/r	N/R
32	"	"	41.0	38.0	3.0	64	15.0	"	26.0	5.0	"						

N/R: No Realizada

n/r: no registro

伸びの方向に雁行する産状を呈している。このような火山岩起源の珪化岩以外にも著しい珪化を被る石灰質堆積岩ないし石灰岩も分布する。Arroyo la Chocaの東の稜線沿いには、石炭系が小規模に衝上しており、ここでは層理を留めるほとんどシリカからなる珪化の著しい岩相がN70E N15の断層面沿いに分布する(plate)。

本地区には石英脈も多く、ほとんどは幅10cm以下の細脈として産する。脈の走行には2つの一般走行が認められ、N40-80Wの雁行状の珪化レッジに平行するもの、N60-80EのManrique変質帯の一般走行に一致するものの両者がある。このうち幅5cmを越える比較的厚い石英脈は前者の走行を有する場合が多い。石英脈の分布に注目すると、安山岩中に貫入したように見えるデイサイト岩体の外縁部から、これに直接する安山岩の一部にかけて集中して発達する傾向が認められる。このような部分ではストックワーク状の白黒縞状石英脈(ATH353)の産状も認められる。このほか脈の外観は多様で、白色の珪化脈というべきもの、同プレッチア、石英-褐鉄鉱(黄鉄鉱)脈らが認められる。また石英脈の生成ステージも複数あり、先のストックワーク脈が白色石英脈により切断される産状が観察される(plate)。5試料の脈石英の流体包有物について試験を行ったところ、以下のような値が得られた: AKY324b Th:142-203°C Salinity:0.04wt-%NaCl, AKY325 133-164°C 0.05%, ASM329 144-192°C 0.29%, ATH349 144-192°C 0.27%, ATH350 162-198°C 0.31%。Manrique変質帯に産する脈石英は、極めて低い塩濃度を有する特徴がある。

白色粘土化変質は地域に最も広範に分布しており、珪化帯の周囲、あるいは石英脈の母岩変質として現れる。粘土はセリサイト、ないしセリサイト・スメクタイト混合層である。X線回折結果からは、混合層はセリサイト含有量が多い比較的高温下で生じたものであることが窺われる。このような白色粘土化変質のほか、プロピライト化も部分的に発達する。

Rosillo沢とManrique沢に挟まれた変質帯では熔結凝灰岩が母岩となるが、ここでは全体的に石英脈も少なく、珪化も弱い。

Manrique変質帯を通じて黄鉄鉱は遍在し、この酸化分解に伴う褐鉄鉱、カオリナイトの生成も普通に認められる。

鉍化: 本調査を通じて24試料の地化学分析を行った、代表的な分析品位を以下に示す。

Selected assay value of the Manrique, Caslano area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY325 qz-limo vein	30	tr	40	26	48	22	11
AKY328 sil breccia	10	tr	26	10	2	20	3
AKY329 silica vein	200	8.6	44	2410	1240	214	22
ASM329A arg-sil andesite	15	tr	22	18	2	26	5
ASM329B qz vein	25	tr	37	64	18	22	36
ASM333 sil limestone	20	6.8	28	14	18	78	5
ASM334 sil limestone	10	0.2	tr	64	tr	6	8
ATH349 qz vein	tr	tr	2	4	18	14	214
ATH352 qz vein	5	tr	2	4	2	10	98
ATH356 sil rhyolite	tr	tr	3	50	tr	120	3

Cardo and Perez (1995)は本変質帯についてTable II-1-2に示す分析品位を得、金・銀の鉱徴地として認識した。一方、本調査で得た分析品位のうち注目されるのは、AKY329の鉱化状況で、部分的には鉛・亜鉛の品位についても0. n%の含有量があることを示した。またATH349にみられるように、ストックワーク状の石英脈についても部分的には200ppm以上のモリブデン品位が得られることが判明した。また珪化石灰岩(ASM333, 334)に地化学異常レベルの金・銀品位が認められることも興味深い。

評価：モリブデン鉱化を伴うストックワーク脈の存在、デイサイト貫入岩とストックワーク脈の密接な分布関係は、モリブデン型のポーフイリー鉱化作用を想像させる。金・銀・銅・鉛を含む石英脈らの系列はこの外縁鉱化帯の可能性もあるかもしれない。しかしながら随伴される粘土鉱物は主として浅熱水環境を特徴づける混合層鉱物であること、貫入岩近傍にも関わらずpotassic変質が明瞭でないこと、脈石英の低い均質化温度など、むしろ浅熱水系と考えることが自然である。

Manrique地区は、調査を行った範囲では、Castano地域で最も有望な調査対象と評価される。今後の調査としては、全域の丹念なルート調査のほか、比較的分析品位が高い石英脈帯の下部にパイロットボーリングを実施することが望まれる。

1-2-2 Tocota-Colanguil 地域

本地域の基本的な地質は石炭紀堆積岩層とこれに貫入する二疊～三疊紀花崗岩、部分的にこれらに貫入する第三紀生成とみられる貫入岩類・噴出岩類が分布する(Fig. II-1-11, II-1-12)。この地域にみられる鉱化作用は多様であり、ポーフイリー型鉱床(Chita)、第三紀生成の浅熱水型金鉱床(La Poposa)、二疊～三疊紀の花崗岩体に伴う多金属鉱脈型鉱床(El Salado, Las Openas)、および二疊～三疊紀角礫パイプに伴う金・銅鉱床(Tocota, Las Aguaditas)らが分布する。このようなPre-Cordilleraに位置する既知鉱床群のうち、ポーフイリー型鉱床を除いては、近年ほとんど探査は行われていない。

JERS-1による衛星画像解析によれば、既存資料には鉱徴が認識されていないセリサイト系変質帯が複数認められる(Quebrada de Conconla, Quebrada Potreros de Pancha)。このような変質帯は二疊～三疊紀の花崗岩体の近傍に位置しており、ポーフイリー型鉱化作用の知られるChitaに類似する地質環境にある。

本地域のグランドトルースのポイントは、既存鉱徴あるいは変質帯を、より大規模な鉱床の鉱徴とみなせる可能性があるのかどうか、またLa Poposa以外にも、大規模鉱床へ発展する可能性が大きい第三紀の鉱化作用がこの地域に認められるのかどうかを現地で確認することにある。

(1) Tocota district

既存資料はこの地域の二疊～三疊紀の角礫パイプに伴われる金・銀・ビスマスの小規模旧坑群を記載する。このような角礫パイプはそれ自身の鉱化ポテンシャルに加え、周辺にポーフイリー型鉱床が発達する可能性があり注目された。なおTocota鉱床とは1940～45年ころ最も盛んに採掘が行われた次の4つの旧坑の総称である: Colo-Colo, Krimer (Azocar), Ranqveres, Chimborazo。このうちColo-ColoおよびKrimer付近には砒素を回収した蒸留プラント跡がそれぞれ1カ所ずつ残存する。

アクセス: サンファン州Pismanta集落より412号線を南下、Tocota集落まで55km、約40分を所用。Tocota集落から現地まで、四輪駆動車にて約10km西(Colo-Colo, Krimer)、約2km西北西(Dos Amigos)に至る。現地までの道路は部分的に崩壊しており、クリアランスの大きい四輪駆動車が必要。標高2700-2900m。

調査日: 1998年10月27日(Colo-Colo, Krimer)、28日(Dos Amigos, 2.5km west of Dos Amigos)



Figure II-1-11 Landsat TM false color composite of the Tocota-Colanguil area, from a regional mosaic image in JICA/MMAJ/JMEC (1998). BGR:1-45.

0

0

0

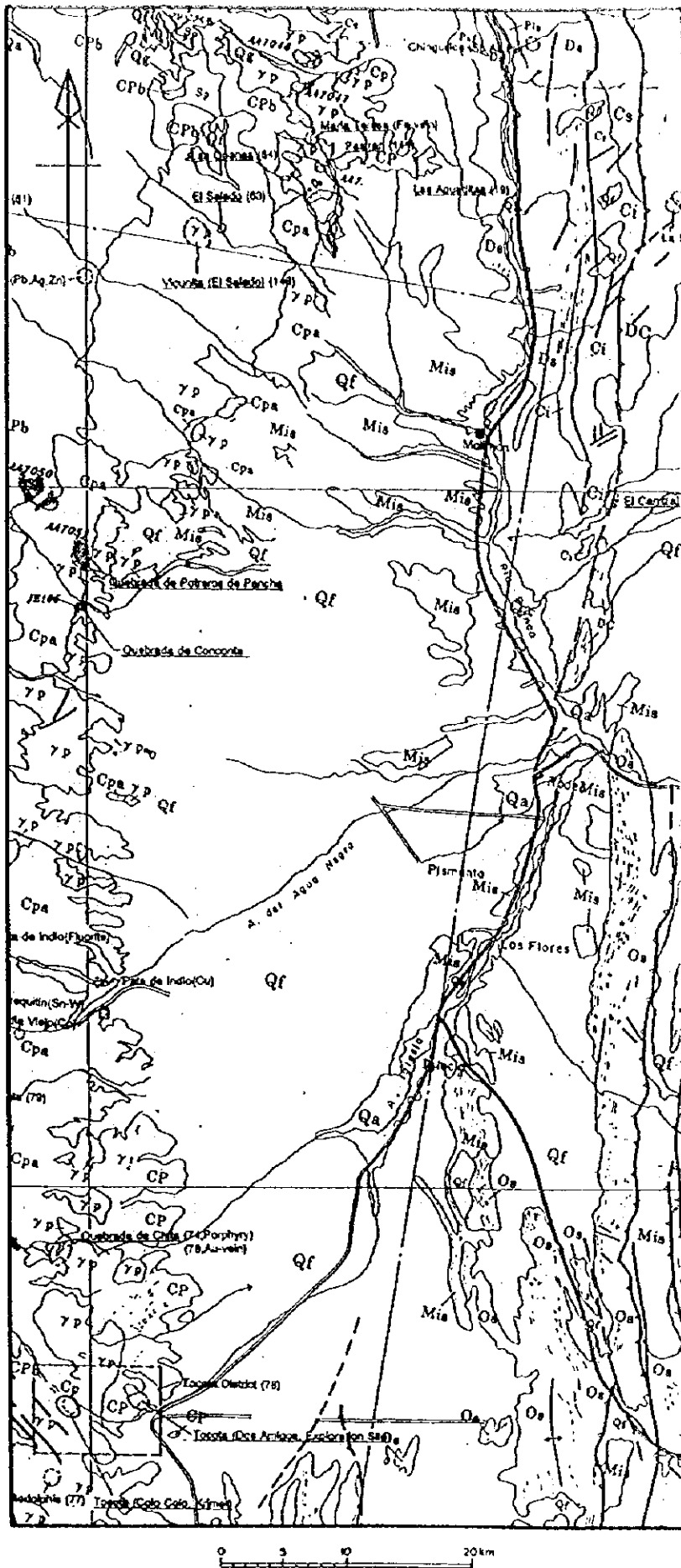


Figure II-1-12 Lithology, structure, and hydrothermal alteration interpreted from 1:250,000 Landsat TM color-ratio composite, false color composite, and JERS-1 OPS data, Tocota-Colanguil area.

(a) Mina Colo-Colo, Mina Krimer

地質・鉱床：石炭紀Agua Negra層の砂岩・頁岩 (ATH362, 367) および安山岩岩脈

(ATH369) を基盤とし、これに二疊紀上部のTocota花崗閃緑岩(267-269Ma, Salo et al. (1990)が貫入、基盤に接触変成を与える。貫入岩と石炭系の境界付近には、N60Wに伸長する熱水角礫岩体が分布する。以上の地質の上位には、第三紀安山岩 (ATH363)、火砕流堆積物が分布する(Plate)。

鉱脈の胚胎母岩はColo-ColoとKrimerとも石炭紀砂岩であるが、前者は主として珪化の著しい熱水角礫化した岩相中に胚胎するのに対し、後者は粘土化変質する均質・塊状の岩相に胚胎する(Fig. II-1-13)。いずれの鉱脈もE-W系の一般走行を呈し、ほぼ垂直傾斜を呈する。

Colo-Colo旧坑では坑道が残存しており、高低差約20mの間で2レベルの立て入れ坑道が掘削されている(plate)。鉱脈は、幅数cmまでの細脈の集合からなるストリンガー鉱というべきもので、それぞれの脈の走行は、観察した範囲では、N70E~N60Wが多い。鉱脈は電気石+石英+硫砒鉄鉱+/-黄鉄鉱の鉱物組み合わせからなり、これらの鉱物は脈際を越えて母岩側にも鉱染する。旧坑近傍には紛状の砒素・硫化鉄鉱の貯鉱が認められる。

Krimer坑は、本調査では坑道確認には至らなかった。露頭・貯鉱の観察からは、熱水角礫母岩を欠くことを除いては、Colo-Coloと類似の鉱床であると考えられる。鉱脈の鉱物組成も同様であるが、Krimer鉱石の一部にはマラカイト・青緑色の酸化銅鉱染がみられることから、部分的に銅鉱物が存在したと考えられる。またKrimerでは、花崗閃緑岩の破片を含む硫砒鉄鉱-石英-電気石脈が認められた。

両旧坑の鉱脈にはしばしば脈際変質が認められ、幅1cm以下の淡桃色のカリ長石からなるハローが発達する(ATH365, ASM339)。また粘土化変質する砂岩はセリサイトを含む。鏡下では、碎屑性の石英粒間にセリサイトが生成する産状が観察される(ATH362)。また、同試料中の脈石英中には、様々な流体包有物が認められ、液相一相のもの、vapor-richのもの、およびhalite結晶とtourmalinite結晶などの固相を含む多相包有物が観察される。硫砒鉄鉱・電気石を産する鉱石試料(ATH361)、カリ長石を産する脈石試料(ATH365)の石英流体包有物は、それぞれ均質化温度 157-227°C, 165-212°C, 平均塩濃度 7.4 wt-% NaCl, 10.7 wt-% NaClを示した。

Colo-Colo坑に至るTocota花崗閃緑岩体の内部には、カリ長石ハローを伴う電気石+石英脈が多数観察される。このような脈は、鉱脈と異なり、硫化鉄鉱物はほとんど伴わない。

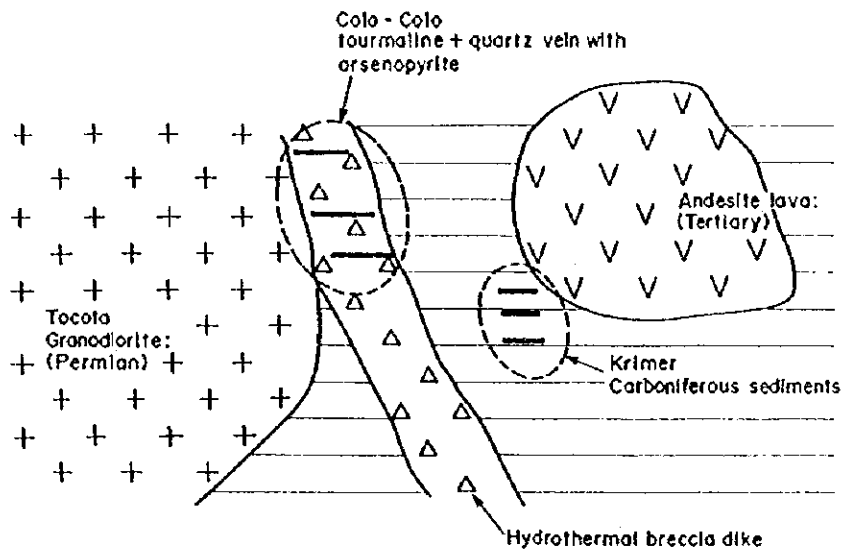


Figure II-1-13 Geologic setting of the Mina Colo-Colo and Mina Krimer, Tocota area.

Selected assay value of the Mines Colo-Colo and Krimer, Tocota-Colanguil area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
AKY332 silicified rock	20	0.2	306	10	46	254	6
AKY333 andesite porphyry	tr	tr	101	8	32	128	tr
ASM335 sil breccia w/asp	35	0.2	218	6	66	282	5
ASM336 sandstone w/tour-qz vlet	tr	tr	48	6	16	240	1
ASM337 tour-qz-asp ore	10	tr	15	2	10	6510	tr
ASM339 qz-tour-asp ore w/cu-oxide diss	6210	9.0	2910	180	210	N/A	10
ATH361 tour-asp- scorodite ore	5400	1.0	89	28	18	18†	2

(b) Dos Amigos (Fig. 11-1-12)

地質・鉱床：Dos Amigosは銅鉱脈を掘削した旧坑で、現地にはごく小規模のピットが数か所に掘削されている。生産実績などの詳細は不明。

Dos Amigosの鉱脈は(1)完全にTocota花崗閃緑岩体の内部に位置する点、(2)石英脈は電気石をほとんど伴わない点、(3)黄銅鉱が伴われる点で前述のColo-Colo, Krimerの鉱脈と異なっている。他方、石英脈の方向は、E-W系を呈する点、周辺の花崗閃緑岩中には石英、カリ長石ハローを伴う電気石脈を産する点で類似する。銅鉱染を伴う石英脈(ATH371)の流体包有物は、均質化温度175-243°C, 平均塩濃度8.4wt-% NaClを示す。

SEGEMAR Raul Cardo氏によれば、Tocota地域の鉱化作用には累帯があるとされ、鉱化帯中央部に金-砒素系の鉱脈が位置し、その周辺部に銅鉱脈が分布するとされている。

Colo-Colo, Krimerは前者に、Dos Amigosは後者にそれぞれ相当する。ただし本調査で確認した両者の石英流体包有物の均質化温度、塩濃度は2つの鉱化帯でさほど差はない。

(c) 2.5km west of Dos Amigos

Dos Amigos鉱床の2.5km西方には、石炭紀Agua Negra層砂岩中に石英-電気石から成る熱水角礫岩体が分布しており、これを探鉱したトレンチ跡が認められる。熱水角礫岩体には電気石-石英-硫化物脈が胚胎する。熱水角礫岩体の伸長方位はN20W, 脈の走行はN15-50W, 垂直傾斜を呈する。この探鉱サイトの地質状況はMina Colo-Coloに類似する。ただし規模はColo-Coloに比べ小さい。

Selected assay value of the exploration site located in 2.5km west of Dos Amigos, Tocota-Colanguil area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
ASM340 sil breccia w/tour, sulfides	35	1.2	102	120	112	1695	2
ATH373 breccia ore w/tour, qz, sulfides	20	0.6	19	14	26	730	1
ATH374 sil breccia w/tour	205	0.4	14	4	6	5290	2
ATH375 qz-tour-asp vein w/scorodite	480	1.6	114	114	36	1%+	1
ATH376 tour-asp vein	635	8.4	100	30	20	1%+	1

評価：Tocota地域の鉱脈はE-W系ないしN20-50Wの走行を呈している。これは、Tocota地区南部20kmに位置する、Castano Viejo地域とほぼ同様の脈構造である。

花崗閃緑岩と鉱床の関係を考察すれば、おそらく花崗閃緑岩の固結末期、十分高温かつ静岩圧に近い環境で解放された揮発成分に富む流体は当時の構造的弱線に選択的に作用し、カリ長石ハローを伴う電気石-石英脈を生成した。この後、地域に作用し続ける伸長的な造構作用、そしてあるいは流体放出に伴う貫入岩体自身の体積増加により構造的弱線は開口割れ目へと発展、静水圧に近い環境で電気石-石英を伴う熱水角礫岩を爆発的に生成したと考えられる。鉱化ステージはこの熱水角礫岩生成のやや後、セリサイト変質と同時期、或いはこれにやや先立つ時期に求められると推定される。

全体に金品位が高い傾向があり、本地区の有望示徴とみなせる。本地区においては最近Battle Mountain Gold社がColo-Colo鉱床が胚胎する熱水角礫岩体の南部延長において3孔の試錐を実施した模様であるが、これを除けば、Tocota地域全体では、現在までさほど探鉱が行われておらず、探査余地は大きいと考えられる。熱水角礫岩および電気石帯は、地形上また色調上の特徴が大きいことから、5万分の1以下の縮尺の航空機カラー赤外写真により十分分布を把握可能であろう。抽出された有望地点のグランドトールスと必要に応じたパイロットボーリングの実施が今後望まれる。

(2) Chita (Au vein)

第1年次にグランドトールスを実施したChita (Porphyry)の東約1kmに位置する旧坑。本年度はChita (porphyry)の年代測定用セリサイト試料(ATH377)を採取するため現地へ赴き、その際昨年度調査を行っていないなかったChita (Au vein)旧坑を観察した。

アクセス：サンファン州Villa NuevaよりTocota集落を経由して現地に至る。四輪駆動車ないし普通自動車アクセス可能。約2時間、105kmの道のり。またPismania集落からは約1時間で至る(30km)。

調査日：1998年10月28日

地質・鉱床：二疊紀下部のTocota花崗閃緑岩中に胚胎する石英+硫砒鉄鉱脈。脈は花崗閃緑岩体の縁辺に位置しており、鉱脈から数10m程度北西には石炭紀堆積岩が露出する。稼行対象となるのは、幅1m程度、N70-75W、傾斜70Nのストリンガー鉄脈帯であり、小規模のひ押し坑による坑内採掘が行われる(Plate)。それぞれの脈は、幅数cm程度の硫砒鉄鉱・黄鉄鉱・重晶石を伴う石英脈である。脈石英は、無色、中～粗粒の石英から構成されており、やや高温生成とみられる。稼行時期は不明であるが、おそらく付近のTocota地区が盛んに採掘された1950年代頃と想像される。鉄脈は金、銀、銅、亜鉛らの品位が比較的高い。

Assay value of the Chita (Au vein), Tocota-Colanguil area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
ASM342 qz vein w/asp	140	8.2	17	482	2090	334	tr
ATH378 qz v w/py, barite	2660	100+	1020	544	1280	334	1

評価：Chitaポーフィリー系との関係は不明である。調査を行った旧坑そのものの探査余地は小さい。

(3) Quebrada de Potreros de Conconta, Quebrada de Potreros de Pancha

既存資料を欠き、衛星画像のみから抽出されたグランドトールズ地点である。この2地点は、既知ポーフィリー型鉄微地であるQuebrada de Chitaに類似の地質セッティングを示すこと、JERS-1解析画像でセリサイト系変質を呈することから有望視された。なおQuebrada de Panchaは第1年次のランドサット画像解析で抽出された変質帯AA7051(2x1km)に相当する。

アクセス：

(Q. de Conconta) サンファン州PismaniaからValle del Curalに至る道路際に位置。Pismaniaより四輪駆動車にて約1時間、20km。標高3200-3400m。

(Q de Pancha) Concontaの約2km北部に位置する隣接する沢。Q de Conconta入口より、四輪駆動車にて荒れ地の轍を探しながら現地に至る。2時間程度を所用。標高3100m。

調査日：1998年10月29日

地質・変質：グランドトルースの結果，変質帯と思われた両地点にはやや風化する Conconta花崗岩が分布することが判明。同花崗岩に含まれる長石，黒雲母はカオリナイト，セリサイト（一部セリサイト・スメクタイト混合層？）に交代されており，これが熱水変質帯との誤認を招いた(Plate)。なおConconta花崗岩は，Los Puentes花崗岩体の一部。Los Puentes岩体のSr年代は256-257Ma(Sato et al., 1990)を示す。

(4) El Salado

1920-40年ころ英国資本により稼行された銀・鉛・亜鉛鉱脈鉱床，推定鉱量25,000-30,000t，平均品位 Ag: 1500-1900g/t。現地には同鉱山事務所跡，住居跡があり，Colanguil地域調査のベースキャンプとして使用した(29° 49' 22"，69° 23' 53")。

アクセス：サンファン州Calingasta北方160km，Rio Blanco 沿い 430号にてMaliman 部落に至る。Malimanから未舗装道路25km，約3時間で現地に至る。標高 3000-3200m。

調査日：1998年10月30日

地質：石炭紀Agua Negra層中にLos Puentes花崗岩(257Ma, Sato et al., 1990)が貫入。花崗岩は二畳～三畳紀とみられる安山岩岩脈，流紋岩岩脈の貫入を被る(Fig. II-1-14)。鉱脈近傍には変質の著しい安山岩質～デイサイト質の岩脈が認められる。

鉱床：del Salado川の支流を挟んで，その北東，南西に旧坑群が分布する。北東部の旧坑は，幅2.5m，走行N30E，傾斜85Wのストリンガー鉱脈帯沿いに，少なくとも高低差50mの範囲で採掘が行われている。露頭では2段の採掘レベルが確認される(Fig. II-1-14)。鉱脈近傍に産する岩脈を除いて，図示するそれぞれの岩型はいずれもほとんど変質は認められない。ストリンガー鉱脈帯の母岩となる変質の著しい岩脈は安山岩質で，鏡下では初生鉱物として石英，斜長石，角閃石，2次鉱物としてセリサイトのほか，緑泥石，曹長石，アクチノ閃石，緑泥石，緑簾石，方解石が観察される。このうちセリサイトが量的に多く，基質のほとんどの部分を占めている。鉱脈はこの岩脈の盤際および岩脈内部に幅数cm程度の細脈として胚胎される(Fig. II-1-14)。鉱脈は方鉛鉱，閃亜鉛鉱，黄鉄鉱，重晶石からなり，鉱石鉱物はやや細粒，重晶石はC軸の垂直方向に2-3mm程度伸長する粗粒結晶である。このような鉱脈を構成する鉱物は，岩脈にも鉱染しており，岩脈部分では特に重晶石に富む。

南西部の旧坑では，鉱脈は，安山岩岩脈と花崗岩との境界に沿って産する場合(Plate)と花崗岩中に産する場合がある。両者ともN30-60E方向の走行を呈する。脈幅は数cm～1.5m程度で，観察される鉱物は，重晶石，黒色鉱物(goethite?)，方鉛鉱，黄銅鉱，閃亜鉛鉱である。花崗岩中には石英脈(N72W：鉱脈の方向とは直交する)が多数観察されるが，鉱石中に石英は少ない。

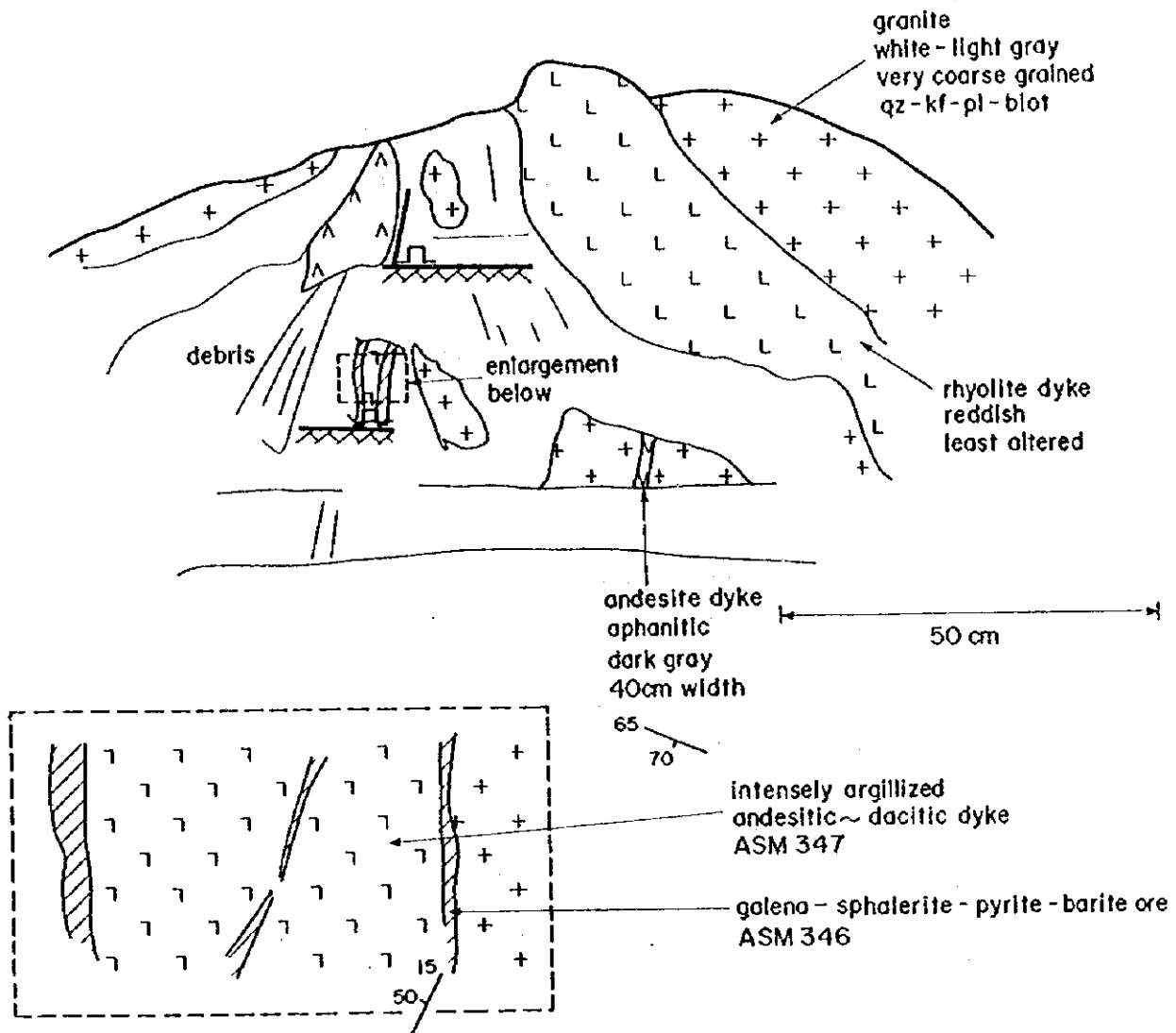


Figure II-1-14 A field sketch of north-east outcrop of El Salado Mine, Tocota-Colanguil area.

Assay value of El Salado mine, Tocota-Colanguil area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (%)	Zn (%)
ASM342 ore (Northeast)	45	573	1050	15.45	5.29
ATH383 ore (Southwest)	10	100+	566	1+	0.35

銀は方鉛鉱中に含まれていたと考えられ、この酸化分解生成物である銀酸化物、銀塩化物、銀硫酸塩として二次濃集した部分が採掘された模様。なお金含有量は大きくない。

評価：地域の構造的弱線に、岩脈および鉱脈が別々の時期にこれを充填した可能性があり、岩脈を運鉱岩と考える根拠に乏しい。この鉱床を、近接するVicunilaポーフイリー系の周辺鉱化帯と考えることも可能である。

El Salado鉱脈鉱床そのものは、金品位も低く、外資の探鉱対象にはなりづらい。

(5) Vicunila (El Salado)

SEGEMAR Raul Cardo氏の推薦により訪れたポーフイリー鉱微地。本地区は1990年代に発見された新しい鉱微地である。Argentina Mineral Development (AMD) 社が鉱区取得、BEMA社・子会社のPuma Minerals社が、95-96年にトレンチおよび試錐調査(約30孔)を実施したが、現在探鉱は行われていない。なおVicunilaはSEGEMARによるフィールド名、El SaladoはPuma Minerals社のプロジェクト名である。

アクセス：El Salado (Ag-Pb-Zn vein) キャンプから馬にて30分まで至る。キャンプから現地に至る簡易道路も施設されており、若干の手直しで車両も通行可能。標高3500m。

調査日：1998年10月31日

地質：二疊紀のLos Puentes花崗岩体中に時代未詳デイサイト斑岩が分布する。花崗岩体中には多数の安山岩岩脈が分布するが、デイサイト斑岩には認められないことから、斑岩は安山岩岩脈以後の貫入岩とみなされる。斑岩は第三紀貫入岩体の可能性もある(Plate)。

変質：デイサイト斑岩分布域にポーフイリー累帯変質が発達する。変質は内より、potassic帯、phyllitic帯が識別可能で、potassic帯はこれに伴われる鉄酸化物に基づいてさらに2帯に分帯可能である(Fig. 11-1-15)。変質累帯のより中心部には、磁鉄鉱の細脈あるいは鉱染を伴うpotassic変質帯が位置し、この磁鉄鉱potassic変質帯の外側かつ上位には、磁鉄鉱を欠き、赤鉄鉱を鉱染状あるいはクラック沿いにフィルム状に伴うpotassic変質(赤鉄鉱potassic変質)が分布する。両potassic変質帯には、細粒、緑灰色、鱗片状を呈する熱水性黒雲母が特徴的に認められる。このようなpotassic変質帯の外側にはphyllitic変質帯が分布する。phyllitic変質帯の2次鉱物は石英、セリサイト、黄鉄鉱である。

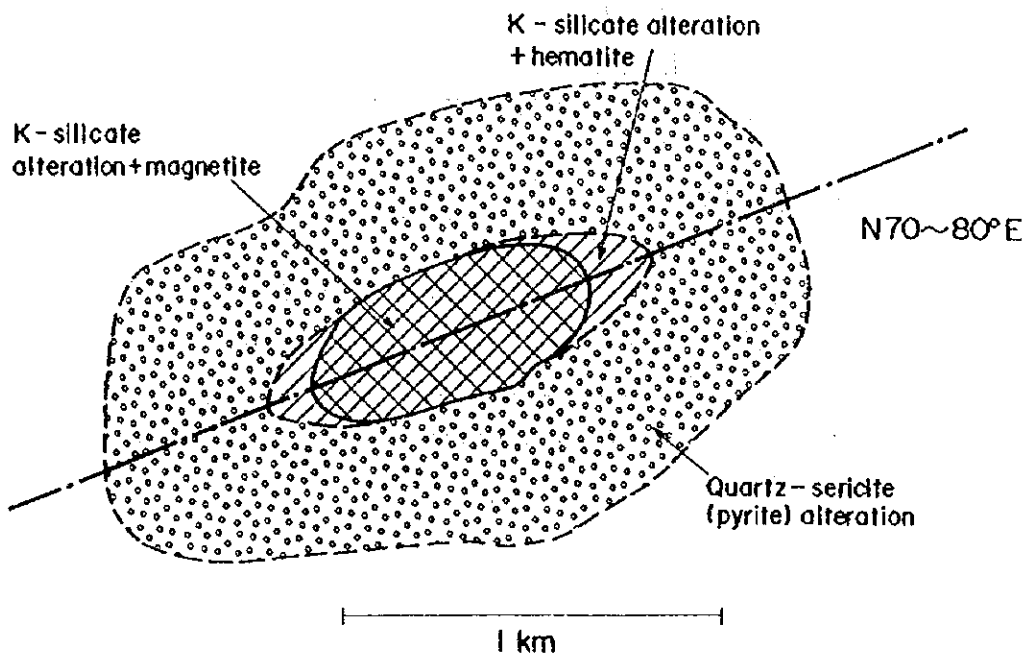


Figure II-1-15 Alteration zoning of the Vicunita (El Salado) porphyry system, Tocota-Colanguil area.

黄鉄鉱は部分的にしか残存しておらず、多くの場合、立方体溶脱孔の仮像として認識される。phyllitic変質帯は部分的にpotassic変質に重複して生成する。このほかの変質としてはsupergene変質が認められる。supergene変質鉱物としてカオリナイト、ハロイサイト、褐鉄鉱が生成する。石英-針鉄鉱-ジャロサイトからなる脈状の産状も観察できる。

調査地区には石英細脈が多数認められる。石英細脈の密度は、phyllitic変質帯→赤鉄鉱potassic変質帯→磁鉄鉱potassic変質帯の順に大きくなる。phyllitic変質帯に属する尾根部では、ほとんど石英脈が認められないが、標高が低くなるに連れ、すなわちより深部のポタシク変質帯に向かうに連れて多量の脈が認められるようになる(Plate)。磁鉄鉱-potassic変質帯の石英脈はストックワークというべき産状を呈しており、密度が最も高い部分で、個々の脈の間隔は数cm~1cmまで密となる(Plate)。このような石英脈は特定の方向性をもって定向配列する平行脈群を形成する傾向があり、この走行はおよそN20E-80Eの間で変化する。巨視的には磁鉄鉱potassic変質からなる変質中心部から放射状に伸長する傾向も認められる。このような石英脈の走行は、アプライト岩脈(N70-80E)、ポタシク変質帯のおよその伸長方向と一致する(Plate)。

Vicunila鉱徴地のK-Ar年代を以下の3試料について求めた：(1)phyllitic変質帯の岩石(ASM348)、(2)火成ステージの初生黒雲母(ATH388：potassic変質帯とphyllitic変質帯の境界付近に位置する極めて変質の弱い斑岩)、(3)磁鉄鉱potassic変質帯の熱水性黒雲母(ATH394)。結果はAppendixを参照されたい。

鉱化：potassic変質帯では青緑色酸化銅(crisocola, malachite)および黒色酸化銅鉱(neotocite, pitch limonite)が認められる(Plate)。一方phyllitic変質帯では、酸化銅はあまり認められない。ただしpotassic変質帯との境界付近で特にmalachiteを主体とする酸化銅鉱が認められる場合がある。

BEMA社広報によれば、地表における鉱化帯の規模は約1km²である。1994年の同社実施の岩石地化学探査では、ライン延長40mでCu:2.16%, Au:0.24g/l、延長62mでCu:0.85%, Au:0.37g/lの平均品位が確認された模様。露頭では肉眼的には初生黄銅鉱は確認できなかったが、El Saladoキャンプ付近では、ボーリングスラッジの一部、あるいはコアが観察でき、スラッジには黄銅鉱、斑銅鉱の鉱染、コアには黄銅鉱、輝水鉛鉱の鉱染がそれぞれ観察された。また鏡下では、試料ATH395に脈をなして産する磁鉄鉱の中に包有される微細な黄銅鉱が確認された(Plate)。この黄銅鉱の縁辺は斑銅鉱あるいはコペリンにより交代される。

Selected assay value of the Vicunita (El Salado) prospect, Tocota-Colanguil area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY334 phyllic alt. rock	15	tr	18	16	22	8	14
ASM349B Hmt-potassic r.	115	tr	800	36	62	8	5
ASM351A potassic+phyllic alt. rock	80	tr	1890	14	88	2	tr
ASM351B qz vein w/grn-Cu staining	1530	5.6	2470	38	34	10	10
ATH390 qz vein w/porphyry	160	1.4	674	198	34	196	201
ATH395 mgt-qz vein	515	0.6	4690	18	54	8	1
ATH396 hydrothermal br. w/goethite	55	tr	7820	18	500	26	99

評価：potassic変質帯から採取したポーフイリー母岩試料の分析品位(ASM349B, ASM350, ASM351A, ATH391)は, Au:80~155ppb, Cu:645~1890ppm, Mo:5~30ppmの分析品位を示しており, 金・銅に比較してモリブデンの品位はかなり低い。この傾向は, ATH390を除いた脈試料に対してもおおよそ成立しており, Vicunitaの初生鉍化作用は, 金に富むポーフイリー鉍化とみなされる。一般に鉄酸化鉍物に富むポタシク変質帯を有するポーフイリー鉍床は金に富む傾向があることが知られているが, 本鉍微地もその一例とみなせる。

ポーフイリー型鉍床の経済性は一般に二次富化帯の質・量に依存する。本地域の場合, potassic変質帯で観察される酸化銅は総じて微量であり, 黄鉄鉍に乏しい産状から, 銅はさほど強い溶脱を被っていないと考えられる。また銅硫化物の胚胎母岩はカリウムに富み, 酸性流体の還元能力が高いため, 仮に酸性流体が生じたとしても, さほど移動することなく, その場で中和される可能性が高い。従って, 二次富化に必要な酸化溶脱と酸性流体の移動の両者は共に本地域では期待しにくく, 二次富化帯存在の可能性は低いと考えられる。

(6) Las Openas

1930-1932年頃稼行された鉍脈型金鉍床。SEGEMARサンファンは1990年に現地調査を実施し, Au:5~20g/lの品位を報告する。

アクセス：サンファン州Maliman集落の北西25kmに位置。El Saladoキャンプより馬にて片道4時間を要する。標高3200m。

調査日：1998年11月1日

地質：母岩はLas Openas花崗岩(254-258Ma: Sato et al., 1990)。Las Openas 花崗岩は石英, カリ長石, 斜長石, 黒雲母, 白雲母からなるSタイプ花崗岩である。鉍脈周辺では白

雲母のみからなる花崗岩が主体であるが、脈際より北側に約50m離れた地形高所では両雲母花崗岩も分布する。

鉱床：幅0.6mないしそれ以下の褐鉄鉱+石英脈が採掘対象となる。採掘は酸化帯部分に限られ、人力による小規模採掘が行われた。最も大きな脈は、N60E~N80E~EW~N55Wと西から東に向かって大きく弧を描くようにな形で分布する(Plate)。採掘が行われた主脈部分はN70-80Eの走行を呈し、これは東方でストックワーク帯の一部の脈に吻合する。ストックワーク帯のさらに東方では、脈は幅1m、延長約20mの角礫帯に取って代わられる。

観察される鉱石鉱物は、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、脈石鉱物は、石英、微量の重晶石であり、supergeneの二次鉱物として、ジャロサイト、スコロダイト、マラカイトなどの緑色銅鉱物、マンガン酸化物が生成する。脈を構成する石英は透明感のある粗粒結晶で、櫛歯状構造が顕著に発達する、やや高温生成を窺わせるものである。

以上の鉱脈以外にも調査地区には硫化物に乏しい多数の石英細脈が認められる。石英細脈の方位は主脈に平行するもの、N10W、N10Eなど主脈に斜行するものなど様々である。このような石英細脈の硫化物の量比は、主脈に比べて極めて少ない。

なお、Las Openasの西1.2kmにはSan Pedroと呼ばれる小規模の旧坑があり、ここでもLas Openasに類似の鉱脈を観察できる。鉱脈は幅1m以下で、E-W方位に少なくとも50m程度連続する。鉱脈は、花崗岩との境界近傍のホルンフェルス化する石炭紀砂岩に胚胎される。

Assay value of the Las Openas prospect, Tocola-Colanguil area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Fe (%)
AKY336 silicified br.	155	4.6	8	200	54	260	1.91
AKY337 qz vein	38710	100+	370	2230	7850	146	2.06
ASM353A qz v. (San Pedro)	590	465	120	2460	6740	N/A	1.70
ATH398 qz vein	25850	61.2	246	1685	104	10000+	4.88
ATH399 qz vein (Miranda)	3790	32.0	565	10000+	1355	10000+	5.66

AKY337は凝集性を欠く土状の赤鉄鉱が顕著な黄鉄鉱-方鉛鉱-閃亜鉛鉱-石英脈。

ATH399はMiranda veinの石英脈。硫砒鉄鉱の酸化分解生成物であるスコロダイトあるいはorpimentと思われる黄色~淡緑色の二次鉱物が観察される。X線回折では、beudantite [PbFe³⁺(AsO₄)(SO₄)(OH)₆]が検出された。ATH399の分析結果は、この鉱物の組成を反映し、Pb、As含有量が大きい。

評価：Las Openasは典型的なmesothermal lode type veinである。

過去の採掘対象は二次富化の結果生成した高品位の金鉱化帯である。金は硫砒鉄鉱中に包有されたと推定され、硫砒鉄鉱の酸化分解によりfree goldとして放出、褐鉄鉱中に濃集したと考えられる。初生の金品位は、San Pedro坑より採取したASM353A (Au:0.59g/t)

に比較される程度と推定される。ASM353Aは褐鉄鉱に乏しい石英+黄鉄鉱を主体とする脈であり、鉄脈の産状およびベースメタル品位からLas Openasに極めて類似する鉄脈と考えられる。

過去の採掘は表層から深度1~2mの部分について、ひ押しトレンチで行われている。酸化帯の発達深度は地表調査では不明であるが、鉄脈のかなりの部分は手つかずで残存すると考えて良い。小規模採掘を考える現地資本などには良い探鉄対象になると考えられる。

(7) Las Aguadilas

電気石化する貫入岩に伴われる含金石英脈を産する鉄微地。現地には小規模の探鉄トレンチ跡が残存する。Au: 5-20g/lの分析品位も報告される。

アクセス: サンファン州Malimanの北北西30kmのLlanos del Molleに位置する。四輪駆動車にてアクセス可能。標高3200m。

調査日: 1998年11月2日

地質: 石炭紀Agua Negra層堆積岩中に閃緑岩体が貫入する。閃緑岩帯はCerro Negro山体に相当し、既存の地質図では第三紀岩体とされる(ただし、この岩体の放射年代は未測定)。鏡下では、斜長石>>石英>カリ長石の順に多く、トーナライト組成を示す。やや青みを帯びた緑色を呈する繊維状の黒雲母が、角閃石を交代し、あるいは斜長石と石英の間を充填する産状が観察される。

変質・鉄微: 閃緑岩体中に電気石+石英からなる帯状の地帯が分布する。電気石+石英化する部分は浸食抵抗の大きい小丘をなし、幅50-100m程度、延長200-300m程度連続する。この伸長方向はN60-80Wであり、周囲の閃緑岩節理の走行に一致する(Plate)。

電気石+石英帯の内部には、この伸長方向に平行する石英脈が多数分布する。石英脈は調査を行った範囲では幅5cm以下の細脈しか認められない。脈は硫化物に極めて富むものと、ほとんど石英のみからなる2種を識別できる。硫化物に富む石英脈は、例外なく著しい褐鉄鉱化を被っており、酸化溶脱の結果、多孔質な組織を呈し、金品位が高い(ASM357)。石英のみからなる脈は、無色・粗粒の石英からなり、櫛歯状組織、晶洞が発達することにより特徴づけられる。調査地区には後者がより広範・多量に分布する。硫化物(黄鉄鉱)鉄染は電気石+石英からなる母岩にも認められ、これが酸化分解してsupergeneのジャロサイト、ハロイサイトを生成する(ATH402, ATH404)。このほか電気石+石英母岩には角礫化もしばしば認められる(Plate)。角礫部は、脈と同様にN80W方位に伸長しており、幅は最大8mに及ぶ。角礫岩の基質部は、後者の石英脈タイプに類似する粗粒の石英により充填されており、角礫間の中央部には晶洞が発達する。

Assay value of the Las Aguaditas prospect, Tocota-Colanguil area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
AKY339 qz-tour br.	50	17.6	7	6	12	4	1
ASM356 qz-tour rock	25	tr	29	2	6	10	tr
ASM357 limo-qz vein	3670	22	230	340	420	N/A	30
ATH404 argillized rock	80	0.2	20	114	18	148	9

評価：現地で硫砒鉄鉱を観察することはできなかったが、分析値に砒素の異常値が認められることから、Tocota地区の鉱化作用と類似したものかもしれない。

石英脈はいずれも細脈のうえ、量比も少なく、探鉱対象として魅力は小さい。

(8) Leonardo

花崗岩体に産する磁鉄鉱型鉄鉱床。かなり昔に、ごく小規模の採掘が行われた模様。詳細不明。調査団はスカルンの徴候を期待してグラントルースを実施した。

アクセス：Las Aguadilasから四輪駆動車にて1時間で、後述のPastranタングステン鉱床の貯鉱に至る。ここから馬にて約1時間30分で現地に至る。

調査日：1998年11月2日

地質・鉱床：Las Piedritas花崗岩(260-263Ma, Sato et al., 1990)が分布。花崗岩体中に厚板状の磁鉄鉱脈が位置する。磁鉄鉱脈の主脈は幅1.5m, N65-70Eの走行を呈し、垂直傾斜する。脈は細粒磁鉄鉱から成っており、塊状・均質である。磁鉄鉱脈は周囲の花崗岩に比べ削剥抵抗が大きいため、尖塔に比較される特異な形状をなしている(Plate)。このほか、主脈と同じ構造を有する幅数cmの磁鉄鉱細脈が付近に数条分布する。細脈の場合、幅2mmの緑簾石から成る脈際変質が観察される場合がある。母岩となる花崗岩は、白雲母に富み、磁鉄鉱をほとんど含んでおらず、S-type花崗岩とみなされる。

磁鉄鉱脈には小さなgas cavityが数多く観察され、ガス成分が多い溶液が関与したと思われる。また、石英脈および花崗岩礫を取込んでおり、熱水角礫岩的産状を示す。花崗岩中には多数の石英脈(最大幅50~60cm)も観察されるが、これらの多くは、磁鉄鉱脈とは直交する方向(N30W)に伸長する。

分析結果は鉛、亜鉛について地化学異常値を示す。

本鉱徴はスカルン鉱徴とは別物と考えられる。

Assay value of the Las Agusditas prospect, Tocota-Colanguil area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Mo(ppm)	Fe(%)
AKY359 magnetite ore	20	1	tr	1580	700	tr	30+

(9) Pastran

約40年前人力で小規模採掘されたタングステン鉱床。Leonardoからの帰路に位置し、立ち寄った。

アクセス：サンファン州Maliman部落の北北西25km。MalimanからQuebrada del Molleに沿った未舗装道路を四輪駆動車にて北上。ここから馬にて約30分で現地に至る。標高3500m。

調査日：1998年11月2日

地質・鉱床：石炭紀Agua Negra層泥岩とLas Openas花崗岩の境界部に位置する。この境界部の泥岩側に珪化を伴う幅1m剪断帯が発達しており、せん断面にそって幅数mm程度の白色ストリンガー鉱脈が胚胎する。せん断面および鉱脈の方位はN30W、垂直傾斜。鉱脈は灰重石からなるとされる。緑色酸化銅鉱染も一部で認められる。地化学分析では、Ag、As、Znに異常値を認めた (AKY341: Ag:12.2g/l, As:126ppm, Zn:122ppm)。

1-2-3 Pre-Cordillera in La Rioja

第1年次解析結果は、東部アンデス地域東方のPre-Cordillera中のオルドビス紀層序の有観性について指摘した。オルドビス紀層序には、石灰岩、塩基性岩など比較的熱水に反応しやすい母岩が分布しており、第三紀の貫入岩に伴って、しばしば高品位の鉛を形成する場合が認められている(Guachi, Salamanca)。このようなオルドビス紀層序のうち、ラ・リオハ州の鉛地帯は未調査であり、代表的な鉛地帯であるLa Criollitaについて調査を行った。

Criollita鉛地帯は、Clavero(1995)によれば、スカルン化、珪化した石灰岩に銅・鉛・金・銀の交代作用が伴われると報告される。周辺地質はサンファン州のGuachi,あるいはSalamanca鉛地帯の延長部に相当するオルドビス系母岩であり、周辺の花崗岩は第三紀生成の可能性もあると考えられた。調査団は既存のスカルン型交代作用よりむしろ、いわゆるカーリン型交代作用を期待して本地区のグランドトルースを実施した。

(1) La Criollita

本地区はArgentina Gold社が96年に鉛地帯取得し、トレンチ、地化学探査を実施したが、現在探鉛は行われていない。

アクセス: ラ・リオハ州Jagueから、四輪駆動車にてRio Jagueを7時間(15km)遡上してLas Juntasキャンプサイト(28.2612, 68.3330)に至る。Las JuntasキャンプサイトからLa Criollitaまで馬にて5時間(約5km)で至る。標高3600m。地形急峻。

調査日: 1998年11月12日

地質: オルドビス紀のオフィオライト層序(石灰岩、チャートおよび超塩基性岩)にデボン紀とされる花崗閃緑岩が貫入する。この花崗閃緑岩試料ASM366についてK-Ar年代を求めた。ASM366は、スカルン近傍より採取した変質の乏しい角閃石黒雲母花崗岩である。鏡下においても黒雲母は未変質であり、これを分離して測定に供した。測定結果をAppendixに示す。

鉛地帯: 調査地区の2カ所に旧坑が分布する。両旧坑はごく小規模の掘削で、約40年前の掘削とされる。掘削対象となるのは磁鉄鉛+緑簾石+銅鉛物からなる幅3m程度のスカルン帯である。スカルンは花崗閃緑岩と石灰岩の接触部に発達しており、孔雀石を主体としクリソコラや少量のアタカイマイトからなる酸化銅鉛物の鉛染が認められる。スカルンの外縁は大石化する。

調査地区北部の旧坑付近には大石化する石灰岩中に、珪化帯が発達する。石灰岩はほとんどシリカからなる珪化岩へ変質し、部分的に石英脈、熱水角礫帯が観察される。石英脈は幅2-3cmの細脈で、周囲のせん断帯に平行する走行N30E、傾斜40Eの構造を有する

(ASM368)、熱水角礫帯は幅1.5m、走行N20E、垂直傾斜を呈しており、この構造に平行する石英細脈を伴う。熱水角礫岩は、角礫化の著しい珪化岩礫の集合で、基質に相当する部分に空隙が多い。珪化帯、石英脈、熱水角礫帯のいずれにも硫化物は極めて乏しい。

SEGEMARによれば、このような珪化帯はNE-SWに伸長する径2kmX0.5kmの規模で産し、部分的には金品位4g/tにおよぶという(SEGEMAR Osvaldo氏聞き取り)。

Assay value of the Criollita prospect, Pre-Cordillera in La Rioja

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY350 qz vein or chert	10	12.2	28	12	122	4	1
AKY351 mgt+epi skarn	25	9.6	2120	2	22	14	1r
ASM363 epidote skarn	75	2.0	1985	12	50	20	1r
ASM365 mgt+epi skarn	40	3.0	2900	1r	220	N/A	1r
ASM367 silicified ls	1r	1r	7	1r	4	2	1
ASM368 qz vein	1r	1r	88	2	14	6	1r
ASM369 hydrothermal br.	22	1r	15	8	88	20	1r
ATH410 skarnized schist	55	0.8	3050	84	40	42	1r
ATH411 mgt skarn	195	6.4	181	54	20	24	1r

評価：珪化帯について、得られた金品位は最大22ppbであり、期待を下回った。野外観察では極めて硫化物に乏しいこと、分析上砒素含有量に乏しいことから、いわゆるカーリン型の鉱徴とは異なると思われる。なお鉄・銅スカルン旧坑そのものは規模が小さく、探鉱対象にはなりづらい。

1-2-4 Cordon de la Brea 地域

調査地域北西部、ラリオハ州とサンファン州境付近には多数の変質帯が分布している (Fig. 11-1-16, 11-1-17, 11-1-18)。この中でも、チリ国境のやや東側、Rio Macho MuertoとRio Blancoに挟まれる変質帯集中域 (Cordon de la Brea地域) は、西部に隣接するRio Macho Muerto西側からチリ国境にかけての地域 (Macho Muerto地区) に比べ、基礎的地質データに乏しく、探鉱投資も少なく、探査余地が大きいと考えられた。

(1) Ranchillos

第1年次ランドサットTM画像解析から抽出された有望変質帯AA6059に相当、径1.5km X 1.0km。96-97年には、Solitario社が3孔の試錐を実施した模様。現在探鉱休止中。
アクセス: ラ・リオハ州JaqueからQuebrada del Leoncitoを経て約200km (6時間) で Cordon de la Breaのマルガリータ鉱山キャンプ (28.4101, 69.1918) に至る。キャンプより四輪駆動車で18km (1時間) の行程。標高4000-4500m。

調査日: 1998年11月15日

地質: 石炭紀の砂岩・石灰岩からなる堆積岩 (Ranchillos層) 中に、上部石炭紀とされる花崗岩が貫入しており、鉱徴地周辺の砂岩は軽微なホルンフェルス化を被る。これらは花崗岩質岩脈 (ATH414, 415)、さらに変質の後に貫入したと思われるモンソナイト質貫入岩 (ATH416) により切られる。このモンソナイトは、第三紀生成の可能性がある (ATH416, K/Ar年代測定)。なお、Ranchillos層はサンファン州Agua Negra層相当層である。

変質・鉱化: 花崗岩、堆積岩は顕著にセリサイト化・珪化する。褐鉄鉱化も著しいことから、黄鉄鉱が多量に生じていたことが推定されるが、調査を行った範囲では初生硫化鉱物は認められなかった。ホルンフェルス母岩中の特に変質の強い部分は、幅数10m程度の帯状に分布しており、このような部分は地区内に複数か所観察される。変質するホルンフェルスには石英脈および褐鉄鉱化 (ジャロサイト-針鉄鉱) した硫化物脈も認められるが、いずれも幅2cmまでの細脈であり、量的にも極めて乏しい。

花崗岩母岩中には電気石-緑れん石細脈が認められるほか、石英脈も認められる。花崗岩に発達する石英細脈にはカリ長石からなる脈際変質が観察される場合がある。

花崗岩質斑岩岩脈にも石英-電気石脈が発達する。ここでは鉱脈以外の母岩にも電気石の鉱染が及ぶ。

以上の脈・母岩は共に地化学異常レベルの金と、砒素を含有する。なおSEGEMAR Osvaldo氏によれば、Au: 10g/tの分析品位を示す試料もかつて採取されたいが、本調査では確認できなかった。

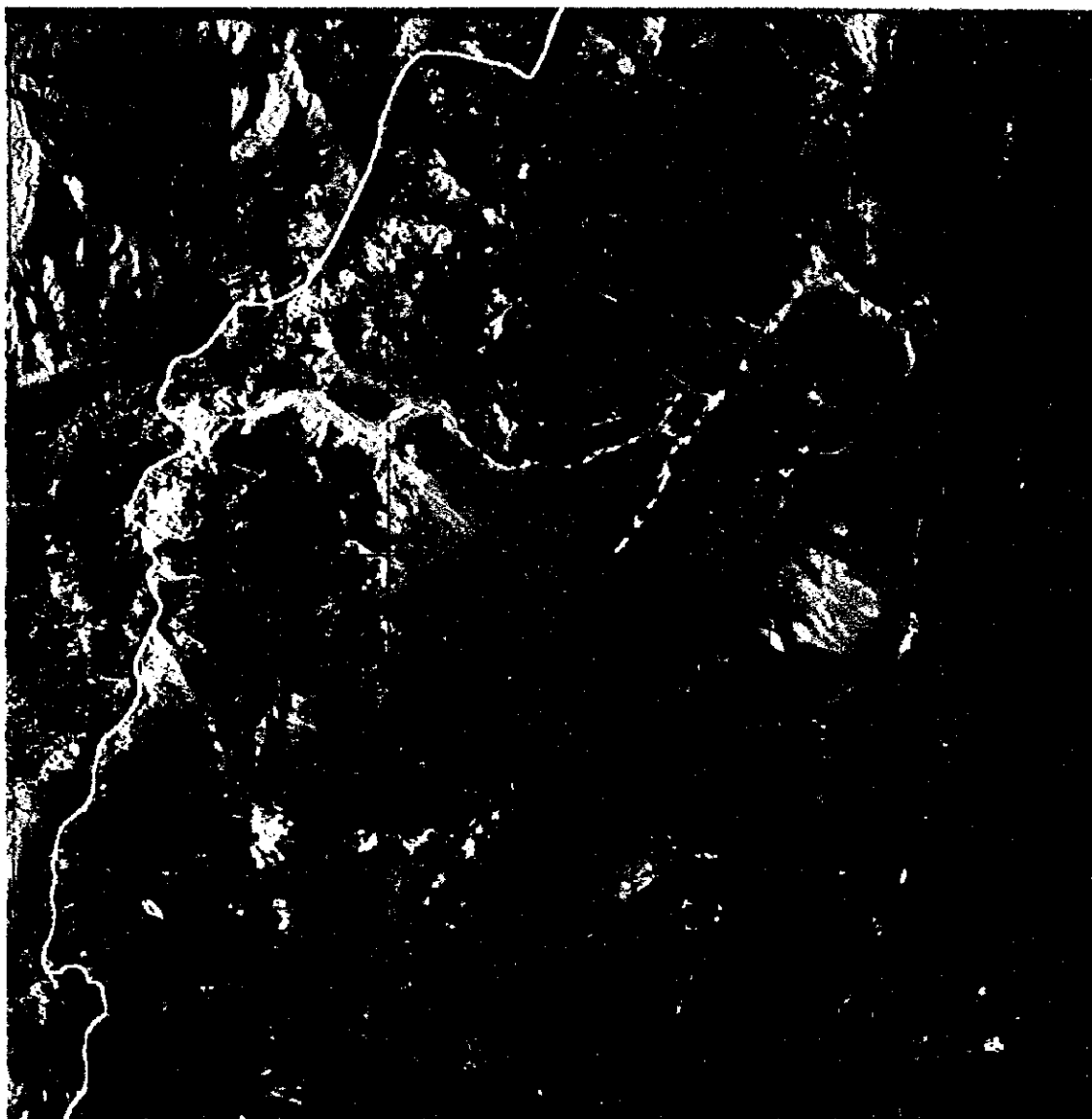


Figure II-1-16 Landsat TM color-ratio composite of the Cordon de la Brea area and the Macho Muerto area. BGR: 3/1 4/5 5/7 (after JICA/MMAJ/JMEC, 1998)

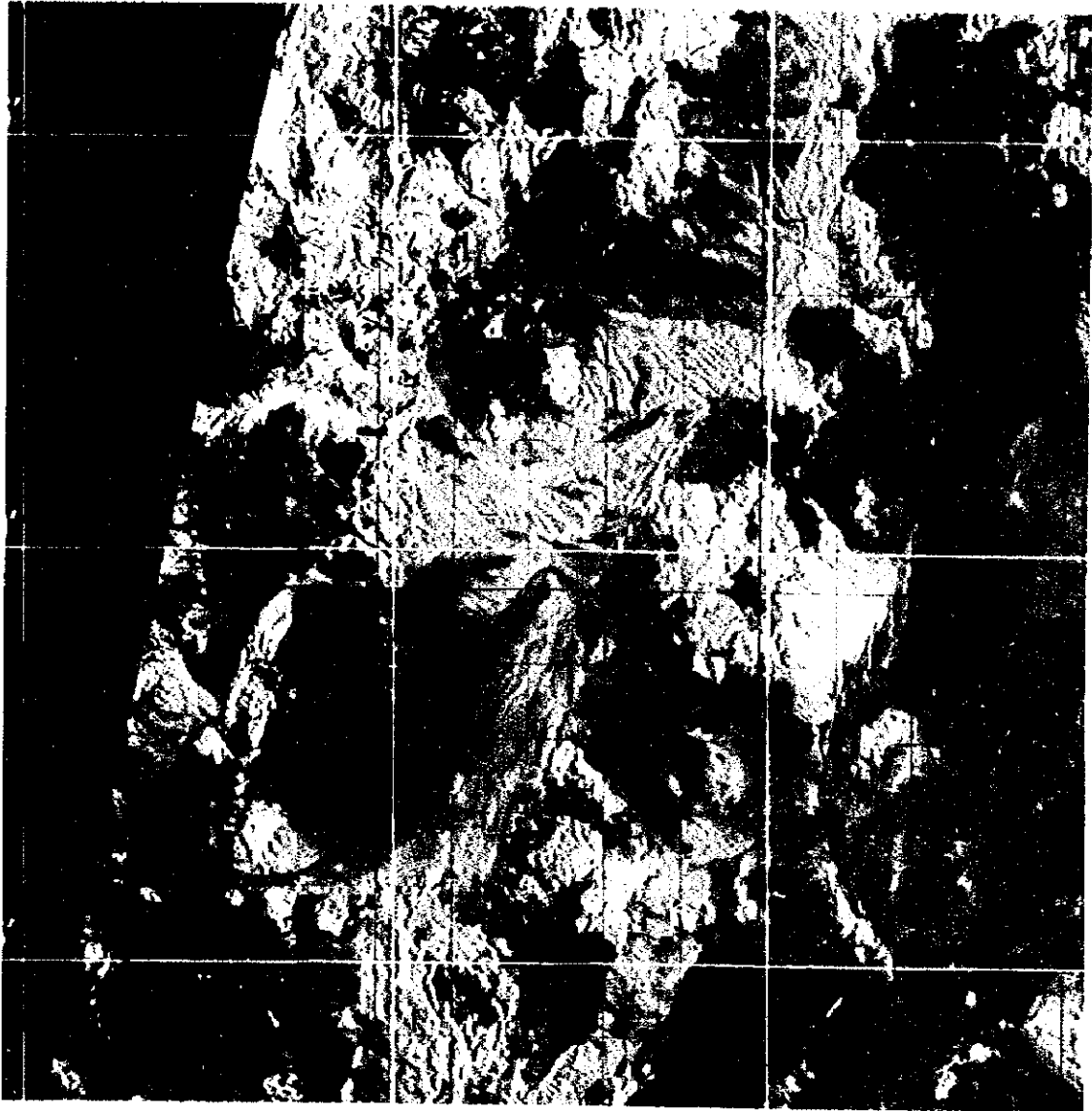


Figure II-1-17 JERS-1 OPS false color composite of the Cordon de la Brea area and the Macho Muerto area. BGR:358

0

0

0

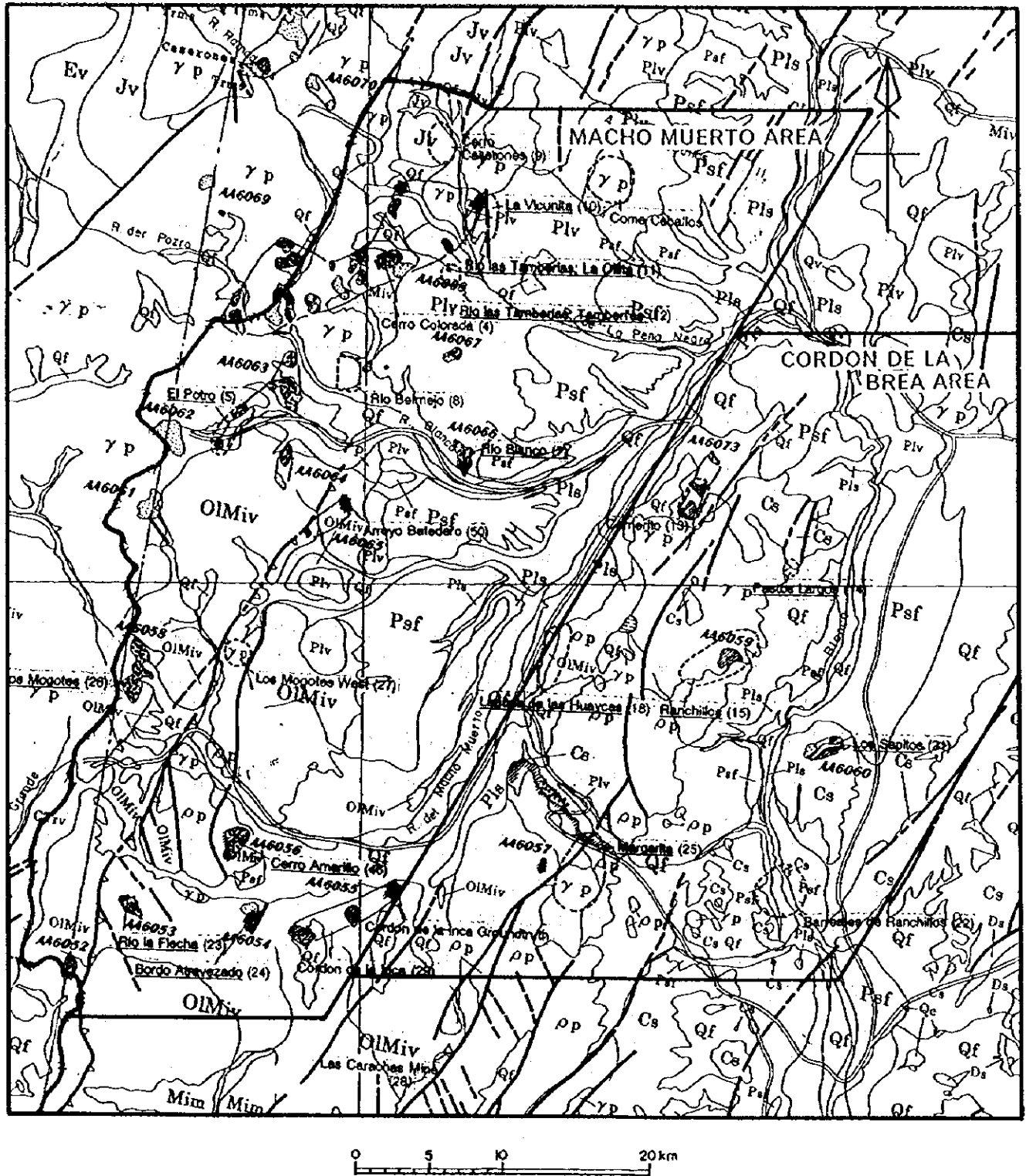


Figure II-1-18 Lithology, structure, and hydrothermal alteration interpreted from 1:250,000 Landsat TM color-ratio composite, false color composite, and JERS-1 OPS data, Cordon de la Brea and Macho Muerto area.

Assay value of the Ranchillos prospect, Cordon de la Brea area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
AKY352b alt. hornfels w/qz+limo vein	10	2.0	39	14	162	1890	1
AKY352c ditto w/limo vein	50	0.8	35	16	124	792	1
AKY353b lortqz vein	45	0.2	4	10	8	1000	1
ASM370 limo vein	95	tr	34	44	410	1690	tr
ASM371 sil. ser. Gr	60	tr	35	20	156	64	tr
ASM373 ser. hornfels w/limo vein	15	tr	141	10	164	1845	tr
ATH413 ser. hornfels	65	tr	85	20	36	450	3

評価：金・砒素の地化学異常，セリサイト変質，カリ長石ハローを伴う石英細脈，および電気石の産出は，Tocota地区の変質に類似する。ただしTocota地区には著しい量の電気石が認められること，またpervasiveな粘土変質を欠くことが相違点として掲げられる。本地区では，Tocota地区と同タイプの変質・鉱化の上に，より若い岩脈に伴うセリサイト変質が重複した可能性がある。

(2) Pastos Largos

Ranchillosの近傍に位置する変質帯。Ranchillos調査の帰路立ち寄った。

アクセス：Ranchillosの6km 北東。Cordon de la Breaのマルガリータ鉱山キャンプより四輪駆動車にて約1時間で至る。標高3800m-4000m。

調査日：1998年11月15日

地質：花崗岩（Ranchillos付近のものと同じ：ATH418）中に安山岩岩脈，アプライト岩脈が分布する。花崗岩は，径10-15cm程度の細粒閃緑岩ゼノリスに富む。安山岩岩脈は未変質。

変質・鉱徴：花崗岩中には緑簾石+石英+/-電気石脈，および石英+/-方解石脈が多く観察される。緑簾石を産する脈は，Plateに示すように，白色部および長石がピンク色を帯びるハローを伴う。緑簾石脈の一般走行はN75Eである。

石英脈には石英のみからなるもの，石英+方解石からなるものの両者が観察される。脈を構成する石英は，無色～白色，粗粒の結晶で，櫛歯状組織や晶洞が普通に観察される。石英脈は硫化物に乏しく，しばしば鏡鉄鉱が伴われる。石英+方解石からなる脈は，調査地区西方に比較的多い（AKY354）。石英+方解石脈の場合，方解石は脈の中央部，あるいは脈中の空隙を充填する産状を呈しており，石英に比べて方解石はより後期の生成であることが見て取れる。方解石を伴う珪化角礫岩も地域西方に分布するが，この場合，珪化の著

しい角礫間を方解石基質が充填する産状を観察できる。花崗岩中の脈には、幅の広いストリンガー石英脈帯もあり、中石込みで最大幅1.2mに達する。この石英脈は、走行N-S、垂直傾斜する。

細粒のアプライト質岩脈(ATH422)付近には石英細脈(幅数cm~2cm)がまとまって分布する。ここでは脈密度が、10~50cm間隔と比較的高く(ATH421)、酸化銅、初生黄銅鉱が観察される。このような脈とATH422のアプライトとの接触部には数cmのピンク色ゾーンが生じている(ATH421)。セリサイト変質は認められない。この脈群の一般走行はN60Wである。

Assay value of the Pastos Largos prospect, Cordon de la Brea area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY354 silicified r. w/qz stockwork	tr	1.2	9	26	34	12	tr
AKY355 granite w/qz stockwork	tr	tr	4	14	140	6	tr
AKY356 qz+specular Hm v	20	1.2	4130	166	68	60	25
ASM375 qz vein	tr	tr	529	18	102	34	1
ASM376 qz+specular Hm v	tr	0.4	16	88	34	6	tr
ASM378 qz vein, 1.2m wd	20	1.0	253	1460	208	64	17
ATH420 qz+cc vein	tr	0.4	26	94	544	8	tr
ATH421 qz v. in aprite	tr	1.8	1815	140	50	12	1

評価：銅鉱化をもつ石英脈の形成に、アプライト質岩脈が関係するpluton-related veinの可能性が高い。Ranchillos変質帯の深部に比較可能とも考えられる。

現地調査はPastos Largos変質帯のごく一部で実施しており、評価にはさらなる調査が必要。

(3) Margarita

本地区には電気石角礫岩に伴われる銅を採掘した多数の旧坑群が分布する。グラントトールズを実施したのは、旧坑群の南西に位置する稜線沿いの探鉱地区。ここでは1993年頃Minera Macho Muerto社により調査が行われ、小規模の金の地化学異常が認められた模様。現在探鉱休止中。

アクセス：La Rioja州Jagueより四輪駆動車にて約5時間(200km)でCordon de la Breaに位置するMargaritaキャンプ(28.4101, 69.1918)に至る。Margaritaキャンプから旧坑群に至る道路は崩壊しているため、四輪駆動車にて荒地の轍を探しながら約1時間で現地に至る。標高4450m。なお、現地に至る途中、勾配の大きいCordon de la Brea東斜面を通過せねばならず、斜面安定性の高い車両が必要。

調査日：1998年11月16日

地質：石炭紀Ranchillos層の砂岩・泥岩互層が分布する。一般層理はN70W、傾斜30S。

変質・鉱徴：電気石+石英からなる角礫パイプが300m以上にわたり分布する。稜線には、ところどころ径2m程度の古い探鉱ピットが掘削されているほか、低所斜面には最近のトレンチ跡があり、観察はこのような部分で行った。

電気石角礫パイプは泥岩、砂岩の両相に貫入しており、E-Wに伸長する稜線全体に分布が認められる。角礫パイプは、電気石+石英からなっており、両者は肉眼にて容易に判別できる程度に粗粒である。また珪化の顕著な泥岩などの母岩角礫も含む。

電気石+石英角礫パイプはさらに石英細脈により切られる。石英脈は、調査を行った範囲では、脈幅数cm程度、走行N25E、垂直傾斜を呈しており、少量の褐鉄鉱ステインを伴う。脈はほとんど無色～白色の粗粒石英のみから成り、硫化物に極めて乏しい。石英脈には部分的に少量の酸化銅ステイン（マラカイト、cyanotrichite: AKY358）も観察できる。酸化銅の産出は石英脈部分に限られており、母岩である電気石+石英角礫岩には認められない。また石英細脈以外にも、電気石+石英角礫岩を切るシリカに富む熱水角礫岩も認められる（AKY357）。この角礫岩は栗色を呈する赤鉄鉱（indigenous hematite）を産し、褐鉄鉱ステインに富む。

試料ASM379とATH424の分析品位を比較すれば、鉱化は、電気石角礫岩のみからなるASM379にはほとんど認められないのに対し、石英脈を産する試料ATH424で著しいことがわかる。

Assay value of the Margarita, Cordon de la Brea area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
AKY357 hydrothermal br.	70	1.4	3070	58	36	1565	390
AKY358 qz vein	tr	tr	1%+	32	58	594	438
ASM379 tour. breccia	tr	tr	5	4	6	14	3
ATH424 tour. breccia w/Cu-stained qz vein	tr	tr	1%+	26	40	484	366

評価：産状の観察、分析結果から、鉱化は電気石+石英角礫パイプではなく、これを貫く石英脈および熱水角礫岩によりもたらされたことが明らかである。両者が一連の地質エピソードで生成したのか、あるいは、関連無いものであるかは不明。

現地調査を行った範囲では、鉱化部はごく限られた範囲で認められるだけで、やや広がり欠ける。現地調査は稜線で実施したが、沢部に位置するMargarita旧坑群とは、約200mの高度差があるが、本調査地区がこのような鉱化帯の上部示徴である可能性もある。

(4) Southwest of Margarita

Margarita近傍に位置するため立ち寄った。SEGEMAR Clavero氏によれば、付近の調査を行ったMinera Macho Muerto社はSouthwest Margaritaにて小規模の金の地化学異常を認めた模様。

アクセス：Margarita prospectの2km南西、四輪駆動車にて15分で現地に至る、標高4600m。

地質・変質：時代未詳流紋岩、デイサイト斑岩が認められ、産状から、流紋岩中にデイサイト斑岩が貫入すると推定される(Plate)。両者には石英細脈の発達が顕著である。脈は幅数mmの定向性を欠くネットワークとして産し、若干の褐鉄鉱の鉱染が認められる。硫化鉱物はほとんど認められない。石英+方解石からなる脈も認められ、両者が共存する産状、また方解石を石英が置換する産状(lattice quartz, AKY360)が認められる。

母岩の2次鉱物としてはセリサイト、セリサイト・スメクタイト混合層、および方解石が認められる。源岩の斜長石斑晶の溶脱もしばしば認められる。

Assay value of the Southwest of Margarita, Cordon de la Brea area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
AKY359b qz vein	1r	0.4	45	82	14	8	82
AKY360 cal-qz vein	1r	1.8	89	34	176	14	4
ASM381 alt. rhyolite	1r	1r	8	38	64	8	3
ATH426 rhyodacite	1r	1r	75	42	8	28	1
ATH427 porphyry	10	1r	118	20	16	466	1r

評価：デイサイト斑岩に地化学異常レベルの鉱化示徴が認められるが、鉱化の程度は問題にならない。高砒素、低モリブデンの分析結果は、地域周辺ではRanchillosに類似する。

(5) Laguna de las Huaycas

アクセス：Margaritaキャンプの西方12km。キャンプより四輪駆動車にて約1時間で至る。

調査日：1998年11月16日

地質：時代未詳のマフィック鉱物に富むクリスタル・タフ、流紋岩、熔結凝灰岩が分布する。クリスタル・タフは石英、斜長石のほか、仮像化する角閃石、蛇紋石に交代される粒状のマフィック鉱物を含む。また微量のアレナイト質砂岩片を含んでいる。また調査地区内には断層(N28E, 80E)が認められ、これに沿って顕著なせん断変形を被る石灰質スライスが露出する。このせん断の方位は、Rio del Macho Muertoの東部から、Pucha Pucha西方2kmの地点を経て、Rio Saladoに至る区間の広域断層の走行に等しい。

変質・鉱徴：珪化岩 (vuggy silica) により特徴づけられる酸性変質帯。珪化岩は幅2m、高さ2mの小規模レッジをなして断層西側に直接して産し、断層に平行して連続する。このレッジは少なくとも50m程度露頭で分布が迫るが、その先、NNW方位の沢と出会い沖積層に埋没する。レッジにみられる珪化岩は等方・塊状を呈し、褐鉄鉱鉱染により赤～赤褐色の外観を呈する。楔型柱状の溶脱空隙、また黄鉄鉱仮像とみられる立方型の空隙に富むことを特徴とする。

流紋岩および熔結凝灰岩には、明礬石と少量のカオリナイトからなる白色細脈が認められる (ATH431, 432) (Plate)。この明礬石は、産状から supergene の可能性がある。このほかデイサイト質クリスタル・タフと流紋岩の境界には石英脈も認められる (AKY361)。この脈は流紋岩側に胚胎する幅1cm程度の脈で、白色から無色の異なる色調の石英粒から構成される。

Assay value of the Laguna de las Huaycas, Cordon de la Brea area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY361 qz vein	tr	tr	3	tr	tr	14	1
ASM382 rhy. lf + v. silica	20	tr	45	4	74	692	26
ATH431 rhyolite w/whl. v	tr	tr	13	4	tr	60	8
ATH432 welded lf	tr	tr	19	4	tr	26	tr
ATH436 sil. weld. lf	tr	0.2	15	4	tr	48	6

評価：NNE-SSW系の断層にコントロールされる高硫化型浅熱水性酸性変質。地表鉱徴は規模・品位ともに小さく、投資対象とはなりづらい。

1-2-5 Macho Muerto 地域 (1998年11月)

ラ・リオハ州北東部の Rio de la Pena Negra, Rio Blanco, および Rio Macho Muerto 周辺には比較的小規模の熱水変質帯が多数分布する (Macho Muerto 地区, Fig. II-1-18). この変質帯群は, 地域北部の Maricunga Bell, および地域南部の Valle del Cura (El Indio Bell) の間に位置している. 従って, Macho Muerto 地域の変質帯の大部分も第三紀生成の貫入岩に関連するものであると考えられる. しかしながら, Macho Muerto 地区は隣接する南北の両地帯に比べ, 基礎的地質データに乏しいこと, また十分探査された鉱微地も少ないことから, 未だに詳細が十分把握されているとは言い難い.

このような視点から, 本地域についてはやや詳細な調査を行うこととし, 1998年3月に調査を行ったほか, 11月にも追加現地調査を実施した. 一連のグランドトールズ調査のポイントはこの地域の鉱化状況の総括と, 多数の変質帯の中から具体的に有望変質帯を抽出することである.

(1) Rio La Flecha

SEGEMAR La Rioja Clavero氏の推薦により調査を実施. 本地区は変質帯 AA6053 (2km×1km) に一致する. Minera Macho Muerto社が鉱業権を保有し, 1995-96年に地質調査, 地化学探査, ボーリング (ODH, RC) が実施された. 現地には多数のトレンチ跡, 試錐道路が残存する.

アクセス: Cajon de la Brea の Margarita キャンプより, Rio Macho Muerto, Rio del Inca を四輪駆動車にて轍を探しながら遡上, 約5時間で至る. 標高4500-4600m. 調査地区の周辺は開析の進んだなだらかな丘陵地であり, 四輪駆動車にて縦横に走破可能. なお残雪が多く, 現地調査は11~3月の夏期に限られる.

調査日: 1998年11月17日

地質: 第三紀の安山岩, 凝灰角礫岩が分布する. 安山岩は部分的に火山角礫岩の組織を呈する.

変質: 珪化変質・酸性変質が La Flecha 山体全体におよぶ. 変質は母岩の性状を反映しており, 凝灰質の部分でより変質が著しい. 一方, 塊状の安山岩はプロピライト変質を受けており, 有色鉱物は緑れん石・緑泥石に交代される.

変質帯中央部, 変質山体の頂部付近は赤褐色を呈している. ここでは vuggy silica が認められるほか, 珪化の著しい変質岩が分布する (Plate). このような珪化岩は, 主としてジャロサイトからなる多量の褐鉄鉱を伴っており, 初生黄鉄鉱に富むことを窺わせる.

山体頂部の周辺には, 比較的黄鉄鉱に乏しい白色~黄白色を呈する変質帯が広く分布する. ここでは珪化・明礬石化レッジが認められる. 珪化・明礬石化レッジの伸長方向は,

変質帯西部ではE-W~N80Eであり、これに平行する褐鉄鉱のステインを伴う割れ目(N78E)も多く観察される。またこの方向は流紋岩質岩脈の方位(N75E)とも一致することから本変質帯の一般構造とみられる。珪化・明礬石化のそれぞれの程度は場所により様々である。明礬石の産状としては、レッジ中に白色脈をなす産状(ASM389)、凝灰角礫岩の礫を交代する産状(ATH438, 441)が認められる。調査を行った範囲では、明礬石には白色、うす茶色、淡桃色のものがみられ、結晶は一般に細粒で、結晶形から明礬石と同定できるものは少ない。珪化・明礬石化レッジの一部は角礫化が著しい。部分的にレッジにはごく微量の石英細脈も認められる。また珪化・明礬石化部には、場所によりパイロフィライト、ダイアスポアが伴われる。径3 cm程度までの自然硫黄の自形結晶も調査範囲には広範に分布する。

変質帯全体にsupergene変質も著しい。褐鉄鉱化、カオリナイト化のほか、長径5 cmを越える石膏結晶がしばしば多量に生成する。

本調査を通じて観察された硫化鉱物は黄鉄鉱のみである。なお微量の酸化銅ステインも一部で観察された(ATH444)。

Select assay value of the Rio la Flecha, Cordon de la Brea area

Sample	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
AKY362 silica vein	10	tr	6	2	10	10	1
AKY363 sil. breccia	tr	tr	5	4	tr	64	1
AKY365 sil. and w/py. dis.	tr	tr	41	14	124	36	tr
ASM386 alt. tuff breccia	35	0.4	1	74	tr	8	tr
ASM388 leached silica r.	40	0.2	74	24	28	24	tr
ASM389 alunited rock	10	0.2	tr	18	tr	18	tr
ASM390 qz v w/o sulfides	10	tr	3	60	6	6	1
ATH438 alunited lf. br.	375	0.2	27	44	10	526	1
ATH441 ditto	10	tr	20	18	8	54	4
ATH442 vuggy silica	tr	tr	7	6	2	12	2
ATH443 highly sil. alu. r	45	0.2	20	80	tr	146	tr
ATH444 surface clay w/oxidized Cu	tr	tr	2120	22	114	58	tr

評価：浅熱水環境下で生成した高硫化系酸性変質帯。SO₂に富む酸性流体が安山岩質母岩のporosityに規制されて変質帯を形成したと考えられる。強珪化する山頂部を除いては、珪化の程度はさほど強くなく、酸性流体はgas-dominantであることが窺われる。

地化学異常レベルのAu, As, Sb, およびCuの鉱化が認められるが、地表部における経済性は期待しづらい。変質帯の深部、特に山頂部の深部の鉱化状況を把握する目的でパイロットボーリングを実施したい。

(2) West of Bordo Atravesado

本調査地区について既存資料はなく、新たな鉱徴地を発掘する目的で現地を訪れた。調査を行った地点周辺には、Cerro Amarillo, Bord Atravesado変質帯が分布しており、本地域の南西側にも粘土化変質帯が存在する。本地区はこのような変質帯群の中央部に位置している。昨年度の現地調査の結果から、Cerro Amarilloにはhigh sulfidation変質およびセリサイト変質が存在すること、Bord Atravesadoにもセリサイト変質のほか、一部high sulfidation変質もあることが判明しており、仮にこれらが一つの熱水系、特にポーフィリー系と考えると、その中心部にはポタシク変質帯および鉱化帯が存在することが期待される。衛星画像上ではこの地点に粘土化変質を認識できないが、potassic変質の鉱物組み合わせは粘土鉱物を欠くものであり、この点で矛盾は無い。本地区は、遠望すれば、赤褐色を呈している。

調査結果：地形低所には第三紀流紋岩とこれに貫入するデイサイト質の岩脈が分布する。流紋岩には磁鉄鉱が多く含有されるが(AKY369), potassic変質とは明らかに異なる。硫化物の鉱染は認められない。また地形高所では熱水変質岩が認められたが、珪化変質が主体であり、プロピライト変質も存在することから、むしろ熱水系周縁部の変質であることが判明した。

(3) South of Bord Atravesado

Rio Macho Muerto南部の変質帯へのアクセスを探る目的で、Bordo Atravesado試錐道路を遡上した。試錐道路終点にあたるボーリング敷き(28° 43' 09", 69° 35' 52")は、標高4530mの尾根部に当たり、Las Sapilos, Bordo Atravesado, Cerro Amarilloらの変質帯を一望できる。なおBordo Atravesadoの探鉱道路は、Minera Macho Muerto社により施設されたものである。

現地ではボーリング敷き脇の1露頭を観察した。

地質・変質：露頭では角礫化・珪化するデイサイト様岩およびストックワーク状石英脈が観察される珪化岩(ATH449)が観察される。この露頭の岩石はセリサイトからなる中性変質と、明礬石-パイロフィライトからなる酸性変質の重複が認められる。また多量の黄鉄鉱を伴っており、この酸化分解に伴うsupergene変質により、ジャロサイト、針鉄鉱、赤鉄鉱が生じている。このような褐鉄鉱はしばしば大量に伴われ、珪化角礫岩の基質のほとんどを充填する程度に含有される(AKY370, ASM391)。このほかカオリナイトもX線回折により検出されるが、supergene, hypogeneの別は不明。

Assay value of the Rio la Flecha, Cordon de la Brea area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
AKY370 hydrothermal br.	160	0.2	326	28	10	8	tr
ASM391 diillo	20	tr	5	18	tr	22	2
ATH449 silicified rock	30	tr	130	8	2	20	1

(4) Cordon de la Inca

変質帯AA6055 (8.5km x 1.5km) に一致。変質帯は3か所のクロットから成るが、本調査では最も東に位置する1つの変質帯のみを調査した。1993年の米国Norwest社実施の協力調査は、AA6055変質帯の東部2か所の変質クロットから6試料を採取・分析した。代表的な分析品位は、褐鉄鉱化石英脈 Au: 0.37, Cu: 65, Pb: 324, Zn: 204 (単位ppm); 石英-電気石-黄鉄鉱脈 Au: 0.17, Cu: 64, Pb: 324, As: 184 (ppm)である。セレン含有量が比較的高いこと(13ppm)も特徴。本地区はSolitario Argentina S.Aが地化探、物探、トレンチ、コア試錐を数年前に実施した。

アクセス: Rio Macho Muerto の南岸。Margaritaキャンプより四輪駆動車にて約2時間(約40km)で現地に至る。標高4200-4500m。

調査日: 1998年11月18日

地質: 調査を行った範囲では第三紀と思われる変質の著しいデイサイト~安山岩質岩が分布する。花崗岩転石に富むが、露頭は確認できない。

変質: 変質クロットは小規模の山体に相当する。この頂部には、褐色の強珪化岩体

(ATH454, Plate) が分布しており、浸食抵抗の大きいレッジをなして尾根沿い南側へ連続する。このようなレッジは山頂部に複数列認められる(Plate)。

強珪化岩の下位には、粘土化変質が発達しており、パイロフィライトを主体とする脈が認められる(ATH455, Plate)。X線回折により検出されるパイロフィライト-重晶石-ダイアスポアの組み合わせは、hypogeneの酸性変質に相当し、high sulfidation型珪化岩の「根」に相当する組み合わせと考えられる。

変質山体の中腹部にはほとんどシリカからなり、微量のセリサイト・ス멕タイト混合層粘土、重晶石を伴う珪化角礫岩が分布する(ASM395)。この部分は酸性流体活動後の十分pHが高い熱水環境で生成した中性変質帯に相当すると考えられる。ここでは石英脈も多く観察され、角礫化したレイヤーを伴う石英脈(AKY372)、ストックワーク状石英脈(AKY373)が認められる。

山体東側中腹部の転石には、白色変質した流紋岩が認められ (ATH451) その長石斑晶が、淡桃色の明礬石に交代されている。明礬石は、板状でやや粗粒であり、hypogeneと思われる。

以上の変質鉱物のほか、本地区にはsupergeneの石膏が遍在する。またしばしば顕著な褐鉄鉱ステインが発達しており、熱水角礫岩の基質をほとんど褐鉄鉱が充填する産状 (ASM395) も認められる。

Assay value of the Cordon de la Inca, Cordon de la Brea area

Sample	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)
AKY372 qz vein	25	tr	4	14	2	28	8
AKY373 sil. r. w/qz silkwk	100	tr	2	14	2	292	5
ASM395 hydrothermal br.	tr	tr	19	8	4	82	tr
ATH451 silicified rock	15	0.2	22	46	4	16	tr
ATH454 ditto	tr	0.2	4	12	tr	8	3

評価：本変質帯の一部しか調査できていないが、調査を行った範囲では、山体中腹部の金品位が注目される (AKY373: Au 0.1g/t)。この結果は、「酸性変質帯の外殻に位置する中性変質が探鉱上興味深いこと」を示唆しており、La Flecha, Cerro Amarilloなど、Rio Macho Muerto南部の酸性変質帯の探査指針を考える上で参考になる。

1-2-6 Macho Muerto 地域 (1998年3月)

(1) Rio las Tamberias: La Ollita

カナダ・El Dolado社により94年10月から探鉱が行われ、地化探、トレンチ、試錐調査が実施された。現在は探鉱休止中。SEGEMAR La Riojaは95年2月に現地調査を実施し、調査結果をCravero(1995)として要約した。なお同報告書は、La Ollita, Tamberiasを一括してRio las Tamberiasと呼称した。

[選定理由]

初年度衛星画像解析により抽出された有望変質帯。画像解析では変質帯は明瞭な熱水変質を示し、二畳-三畳系深成岩体に伴われる点から注目された(AA6068)。

[現地調査]

アクセス: Rio de la Pena Negra上流、チリ国境の6km東方にはEl Dolado社のベースキャンプ(28°19'07", 69°25'26")が設営されており、管理人2名が常駐する。本調査ではこれをベースとしてPena Negra周辺の変質帯にアクセスした。同キャンプまでの道のりは、ラリオハ州JagueよりLaguna Bravaを経て未舗装道路を4輪駆動車にて8時間、110kmの距離。キャンプからLa Ollitaまでは四輪駆動車にて15分で至る。

調査日: 1998年3月8日

地質: 二畳-三畳紀花崗岩と石炭紀堆積岩類、これらを被覆する第三紀安山岩類および斑状デイサイトが分布。デイサイトはドーム状の岩体であり、安山岩類に貫入するとされる。なおEl Dolado社による試錐では地下深部に閃緑岩体が捕捉された模様(SEGEMAR Osvaldo氏談)。

変質: 変質帯はN70E方位に伸長。変質帯中央には、デイサイト起源のややシリカに富む弱い珪化変質岩が比高2m程度の崖を形成しておよそ300m程度連続する(Plate)。

変質帯の大部分は、石英-セリサイト変質に相当する。一部にはセリサイト/スメクタイト混合層も検出される。また石英-セリサイト変質帯には、パイロフィライト、ズニアイト、ルチルといった高温酸性環境を示す変質も一部存在する(ATH205, ATH211)。

このような石英-セリサイト変質周辺の安山岩には広範に黄鉄鉱染を伴うプロピライト変質が観察される(ATH210)。

地表ではsupergene変質が一般に顕著であり、hypogene変質鉱物の見極めがしばしば困難である程度である。supergeneの変質鉱物としてカオリナイト、ジャロサイト、明礬石および石膏が観察される。硫化物は、その大部分が、酸化分解しており、初生鉱物を観察することができない。

このほかの変質としては、potassic変質が認められる模様。この変質は地表では観察できないが、El Dolado社による試錐により把握した閃緑岩はpotassic変質を被るらしい(SM Carrizo氏談)。

鉱徴：角礫化した石英脈が分布。脈は変質帯の北東方にまとまって分布しており、露頭および転石として確認できる(ATH-204, 208, 209, 212; ASM-201, 204, 206, 207)。露頭観察によれば、石英脈は脈幅数cm程度であり、顕著な角礫化・せん断の結果、bouding状に引きちぎられており(Plate)。連続性に乏しい複数の小規模ブロックが変質岩中に点在する産状を呈する。石英は一般に粗粒なやや透明感のあるものが主体で、しばしば褐鉄鉱ステインを伴う。硫化物は残存しない。

石英脈転石は地域北西端に近い径100m程度の範囲にまとまって分布する。石英脈転石としては径10~20cm程度のサイズのものも多く、著しい褐鉄鉱の皮膜に覆われていることが普通。母岩岩片が溶脱されたような多孔質を呈する石英脈転石も数多く観察される(ASM207)。この分布域の中央にはEl Dolado社による深度3m程度のトレンチが開削されており、断層帯中に石英脈が断層礫として観察される(Plate)。石英脈礫の分析結果は、Au:2980ppb, Ag:71.2ppm, As:118ppm, Bi:36ppm, Cu:125ppm, Sb:148ppmの鉱石レベルのAu, Ag含有量を示し、As, Bi, Sbも高い地化学異常値を示す。本地域で採取した大部分の石英脈試料は、Au:100~3000ppbを含有する。石英脈の流体包有物温度測定では、均質化温度は平均温度で190~230°Cを示し、塩濃度は、10wt-%NaCl前後のものが多い。

[評価]

浅熱水環境の深部が露出していると考えられる。パイロフィライトが出現すること、pervasiveな石英-セリサイト変質帯が分布することより、high sulfidationの深部で、ポーフィリー系への漸移帯を示している可能性がある。地下深所でpotassic変質が確認されていることも、その可能性を支持する。また石英脈の産状、濃集元素の組み合わせ、および比較的高い流体包有物均質化温度・塩濃度などの特徴もこれを支持する。

ポーフィリー型を探鉱対象として考える場合、おそらく鉱化帯はさらに深部に位置しており、本地区の場合やや削剥深度が足りない印象。

(2) Rio las Tamberias: Tamberias

La Ollitaの南側、El Dolado社キャンプの近傍に位置する変質帯。変質はTamberias川に沿って700m連続する。かつてSolitario社によりポーリングを含めた調査が実施された模様。詳細不明。延長数kmの探鉱道路が開削される。

[遠定理山]

La Ollita, La Vicunitaらの調査候補地の近傍にあたるため調査を実施。ランドサットTM衛星画像ではLa Ollitaと同様の色調を呈する。

[現地調査]

アクセス：Rio de la Pena Negra上流のEl Dolado社のベースキャンプより車両にて約5分で至る。

調査日：1998年3月8日

地質：supergene変質の著しい第三紀安山岩類と小規模のデイサイト斑岩が分布。デイサイトの變質は比較的輕微で、角閃石・黒雲母はしばしば變質を免れて残存する。

N10-20E方位の顯著なせん断帯が発達する。

變質：變質帯中央にN50EおよびN20W方位に伸長する弱い珪化・粘土化帯が分布。この珪化・粘土化帯は幅10m(?)程度、延長数100mに渡って連続し、山腹を横切る小規模のレッジとして産する。粘土化變質は、おもに、石英-セリサイト・スメクタイト混合層變質あるいは、石英-スメクタイト變質からなる。地域全体は広範なsupergene變質を被り、カオリナイト・褐鉄鉱が遍在する。部分的にプロピライト變質を示す緑色の外観を呈する部分が散点状に現れ、これはsupergene變質の著しい白色を呈する安山岩類と漸移する。せん断帯には多量のsupergene石膏が生成する。

鉱徴：硫化物は残存しない。また石英脈も極めて希である。石英脈転石(ATH216)の分析結果は、Au:2920ppb, Ag:107ppm, Pb:3510ppmを示す。弱い珪化レッジ中の石英・ジャロサイト細脈の分析結果はAu:69ppbであった。また連続性に乏しい小規模なカオリナイト化する粘土脈(幅50cm, N30E)は地化学異常レベルの金含有量を示した(10ppb)。

[評価]

La Ollilaに近接しており、地質的にも類似するため、同様のポーフィリー系上部の變質帯と考えられる。ただし地域内に散点的にプロピライト變質部が分布することから、ポーフィリー系變質累帯の外郭部に相当すると考えられる。有望性はOllila, Vicunitaに比べ低い。

(3) La Vicunita

La Ollilaの北西に隣接する變質帯。ラ・リオハ州の鉱業公社であるYAMIRI SEMが鉱業権を保有する。94年にはEl Dolado社とのJVにより地化探、物探、トレンチ調査が実施されたが、その後撤退。同調査によるチャンネルサンプリングの結果、部分的にAu:2.5-3.3g/lの鉱化帯が把握された模様。なおYAMIRIとはLa Rioja州政府が51%の權益を保有する鉱業公社であり、Famatinaを含む州内の複数の有望鉱徴地の鉱区を保有する。YAMIRI鉱区で探鉱を行う場合、YAMIRI現物出資のJVを形成して実施する。

[選定理由]

初年度衛星画像解析により抽出された有望変質帯。画像解析では変質帯は明瞭な熱水変質を示し、二疊-三疊系深成岩体に伴われる点から注目された(AA6068)。また文献記載の鉱化状況も注目された。

[現地調査]

アクセス: Rio de la Pena Negra上流のEl Dorado社のベースキャンプより車両にて約20分。途中河川(Rio Pena Negra)を横断する必要がある。クリアランスの大きい四輪駆動車が必要。標高4000-4100m。

調査日: 1998年3月9日

地質: 第三紀安山岩、デイサイト質火砕岩類、およびデイサイト斑岩からなる。調査した範囲(1ルート)では下位より安山岩、デイサイト質火砕岩類、同質斑岩、安山岩が累重する。これらを第四紀とされる安山岩が被覆する。

現地にはE-W方位のトレンチが多数(10溝以上)開削される。それぞれのトレンチは幅約4m、深さ約2m、延長50~100m程度の規模であり、およそ100m程度の間隔で配列する(Plate)。トレンチでは、第四系は0.5~1mの層厚を呈することが観察される。

変質: 変質帯中央は、pervasiveな石英-セリサイト変質帯からなる。周辺に向かって、セリサイト/スメクタイト変質となり、プロピライト変質帯に移化する。変質帯の南側の山(写真)を形成する暗緑灰色安山岩は、第四紀とされている。しかし、緑簾石が多量に生じるプロピライト変質を受けていることから、先変質作用安山岩であり、第三紀である可能性がある。このプロピライト質安山岩分布域に、酸化銅ステインを伴う石英脈の転石が認められる(ATH219)。セリサイト変質帯には石英脈は分布しない。また硫化物も残存しておらず、supergene変質の結果、酸化溶脱されたと考えられる。

鉱化: El Dorado社実施のチャンネルサンプリングの結果によれば、全体にAu: 0.01-0.5g/lの分析品位が得られた模様。部分的にはAu: 2.5-3.3g/lにおよぶらしい。品位の高い部分は珪化帯に一致する。今回の分析では、pervasiveな石英-セリサイト変質岩にも、Au: 200ppb前後の金鉱化が認められた。なお調査地区南部のプロピライト変質安山岩分布域で採取された酸化銅ステインを伴う石英脈転石の分析結果(ATH219)は、Au: 6.68 g/t、Ag: 117 g/t、Cu: 3.39%、Zn: 1920ppmを示した。

[評価]

La Ollita, Tamberiasに近接しており、地質的にも類似するため、同様のポーフイリー系の周辺変質帯と考えられる。地域内にphyllitic変質が分布することから、Tamberiasよりもポーフイリー系の中心に近く、Ollitaよりも外側に位置する変質帯と考えられる。ただし石英ストックワークが発達しないため、鉱化帯のかなり上部に相当する可能性がある。従って削剥量がやや不足している印象。

(4) El Potro

70年代に実施されたPlan La Rioja (Plan Cordillerano Norte)による沢砂地化学探査を通じて発見されたチリとの国境付近に位置する銅鉍微地。94年よりDYAMIRIとMinera El DoradoによりJV探鉱がなされ、地化探、トレンチ、DDH/RC試錐が実施された。その後El Doladoは探鉱を中断した。

【選定理由】

初年度衛星画像解析により抽出された有望変質帯。衛星画像では明瞭な熱水変質が観察でき、二疊-三疊系深成岩体に伴われる点から注目された(AA6063)。また文献記載の鉍化状況も注目された。

【現地調査】

アクセス：Rio Blancoの上流、チリ国境の7~8km東方に位置。現地にはRio Pena NegraのEl Dorado社キャンプから約3時間で至る。途中の尾根筋には夏期でも残雪があり、アクセスルートを選択にあたっては注意が必要。El Potro鉍微地の標高は4500-4600m。

El Potro鉍微地にはEl Doradoにより延長数kmにおよぶ探鉱道路が開削されており、時期によっては変質帯の中心部まで車両にて到達可能である。ただし本調査では、残雪のため途中から車が使用できず、徒歩にてアクセスした。

調査日：1998年3月10日

地質：二疊~三疊紀の花崗岩類を基盤とし、これに時代未詳の輝緑岩岩脈、閃緑岩ストック、第三紀(?)の流紋岩、デイサイト斑岩が貫入する。このうちデイサイト斑岩はドーム状の貫入形態を呈しており、鉍化帯・変質帯との対応から運鉍岩とみなされている(El Dorado調査結果、SM Carrizo氏談)。また角閃石-黒雲母-斜長石+/-磁鉄鉍からなる時代未詳閃緑岩体は二疊~三疊期生成と考えられているが(同氏)、典型的な二疊~三疊紀花崗岩類との岩相上・組成上の差が大きく、第三紀貫入岩体である可能性がある。

変質・鉍徴：El Dolado社実施の調査によれば金分析品位は0.3g/l程度。文献調査によればAu:15g/lを示す試料も採取された模様。ただし分析品位はばらつく。

探鉱道路沿いに実施した本調査によれば、El Potro地区には石英-セリサイト変質帯(phyllitic変質帯)およびpotassic変質帯の累帯が観察できる(Plate)。石英-セリサイト変質帯は、やや黄褐色~赤褐色に見え、potassic変質帯は茶褐色に見える。両帯ともに、石英細脈ストックワークが発達する。石英脈ストックワークは流紋岩分布の北限から幅約200m以上の範囲に渡って顕著に発達する。石英脈は幅1mm~3cm程度の細脈で、無色~灰白色を呈する粗粒な石英から構成される(ASM-212, 214, 216)。脈中には黄鉄鉍が残存する場合があるが(ASM213)、多くは酸化分解し褐鉄鉍化する。

potassic変質では、酸化銅鉱染が観察される(ATH238, 239, 240)。銅鉱染帯は石英ストックワーク帯の内側に径500m程度の規模をもって分布する。ここでは量的には少ないものの、散点的に酸化銅ステインが観察される。酸化銅の産状は様々であるが、多くは割れ目に沿って晶出した産状を呈する。また一部にはcaliche(毛管現象で地表に運搬・晶出した塩類)とともに地表に酸化銅が析出する産状も観察できる(Plate)。potassic変質帯の主な母岩となっている花崗岩質岩は、典型的な二疊～三疊紀の花崗岩に比べ、細粒であることを特徴とする。構成鉱物は、斜長石、カリ長石、石英、黒雲母および磁鉄鉱である。変質帯では、初生黒雲母は残存せず、セリサイト、緑泥石、不透明鉱物に分解する。細～中粒花崗岩ATH238には、カリ長石変質が認められ、鏡下では、セリサイト細脈がカリ長石を切る産状が観察される。このような産状は、potassic変質帯がphyllitic変質の重複を被ることを物語る。また斜長石斑岩試料ATH239には、微細な二次的黒雲母が細脈状および斑岩の基質中に生成しているほか、石英・カリ長石細脈ストックワークが発達する。鏡下では、石英・カリ長石細脈に伴って細粒黒雲母が生じているのが観察される。また、細粒黒雲母の縁に沿って、細粒セリサイトが生じており、この産状からもphyllitic変質がpotassic変質に重複していることが窺える。試料ATH239は、Au:11ppb, Cu:329ppm, Mo:24ppmの分析品位を呈する。また酸化銅ステインが観察される試料ATH240(ATH239から約50m離れた露頭より採取)は、Au:330ppb, Cu:3190ppm, Mo:80ppmの分析品位を示す。

探鉱道路沿いにpotassic変質帯をさらに北東側に進むと、再び、石英-セリサイト変質の重複が著しくなり、potassic変質を識別することが困難になる。ここでは石英細脈中に輝水鉛鉱が観察される(ATH241)。細脈を含む岩石の分析結果は、Au:42ppb, Cu:190ppm, Mo:449ppmである。また、母岩は、上記の比較的細粒の花崗岩質岩から、再び、粗粒の典型的な二疊～三疊紀の花崗岩に変化する。この粗粒花崗岩には鏡鉄鉱が生じている。

石英脈の流体包有物には、高塩濃度を呈するもの(ASM212:平均 25.5 wt-% NaCl., ASM214:同50.9%, ATH238: 47.8%)および低～中程度の塩濃度を呈するもの(ASM216: 2.1%, ATH231: 2.3%)の2種が識別できる。両者の均質化温度には、さほど差はない。高塩濃度をもつ包有物には、haliteなどの娘鉱物をもつ多相包有物が観察され、気体包有物と共存する。一方、中程度の塩濃度をもつものには、多相包有物は観察されず、気液二相の包有物が観察される。

potassic変質帯が鉱化帯の中心部と考えられることから、そこに分布する比較的細粒の花崗岩質岩がポーフイリー型鉱化作用をもたらしたと推定される。本調査では、セリサイト変質を受けた細粒花崗岩試料(ATH232)、および鉱化帯の細粒花崗岩に類似する弱変質の試料(ATH244)のK/Ar年代測定を実施した。後者の試料は、本地区の標高の低い部分で採取されたもので、プロピライト変質は認められるものの、比較的変質の弱い岩型である。両者の値は、それぞれ73.7±1.2 Maおよび88.9±1.4 Maであり、白亜紀後期を示した。

[評価]

ヘマタイトおよび磁鉄鉱などの鉄酸化物を伴うpotassic変質が観察されることから、金に富むポーフリー型鉱床が期待される。しかし、今回採取した地表試料では、金品位は、50ppb前後であり、最大330ppbであった。二次富化帯の発達具合およびその品位が有望性の鍵を握る。全体に、石英-セリサイト変質の重複を受け、黄鉄鉱の酸化分解による溶脱が起こったと推定されることから、二次富化帯が発達する可能性があると考ええる。ただし探査にあたっては実施時期を厳しく制限されるほか、インフラを欠くため探鉱コストは高い。本ポーフリー型鉱化作用は、白亜紀後期ころに起こったと考えられるが、これは新知見である。

(5) Rio Blanco

Au:10-150ppbの地化学異常域。金粒一片が観察されたとの記載がある。最近までEl Doradoにより探鉱が実施される。探鉱内容・結果は不明。

[選定理由]

Rio Blancoキャンプ地から至近であること、衛星画像で明瞭な熱水変質が観察できることから調査を実施。

[現地調査]

アクセス：Rio Blanco上流、標高4000-4100m。

調査日：1998年3月11日

地質：第三紀の火山岩類、火砕岩類、半深成岩類が分布する。調査を通じて観察された岩型は、流紋岩質デイサイト、安山岩、火山礫凝灰岩、熔結凝灰岩である。このほか輝緑岩貫入岩および玄武岩も分布する(SM Carrizo氏)。El Dolado調査によれば、デイサイトは溶岩ドームを形成する半深成岩体であり、周辺の安山岩および火砕岩類に変質を与えた岩体とみなされている(同氏)。

変質：本変質帯は、沢を隔てて、北側と南側に分かれる。北側の変質帯は、全体に顕著な珪化と若干のセリサイト化(ASM217)を被ることが特徴である。変質の程度は透水性を反映して、火砕岩類で大きい。火山岩類の場合、斜長石とみられる斑晶はしばしば溶脱される。このような珪化帯では石英脈も部分的に認められる。また白色変質帯では、パイロフィライト、ダイアスポアという高温酸性変質鉱物の組み合わせも認められる(ATH245, 247)。

supergene変質も顕著で、ジャロサイト、赤鉄鉱を主体とする褐鉄鉱ステインが遍在する。また、supergeneステージのカオリナイトも多い。

El Dolado調査によれば溶岩ドームを形成するデイサイト斑岩はpotassic変質を被ると考えられている(SM Carrizo氏)。現地調査では、デイサイトにはしばしば顕著な珪化が

認められるほか、石英-セリサイト変質も観察されることから、phyllitic変質の重複が顕著であると考えられる。地表ではpotassic変質を観察することはできなかった。

石英脈の流体包有物温度測定データは、250℃前後の均質化温度、低塩濃度 (1.4~3.8 wt% NaCl) を示しており、パイロフィライト-ダイアスポアの共存から推定される温度環境と矛盾がない。

鉱徴：幅2~3cm程度の石英細脈が発達する(ASM219, 220)。多くの場合珪化の顕著な岩相に伴う。脈の産状はやや密度の疎な網目状を呈している(Plate)。石英は無色~灰白色~暗灰色を呈し、石英粒は粗粒である。観察した範囲では石英脈は硫化物を欠いているが、これはsupergene変質に伴って黄鉄鉱が酸化分解したためと考えられる。分析した石英脈(ASM219)では、Au:175ppbという値が得られた。酸性変質岩および珪化岩は、それぞれ、Au:55ppb, Au:15ppbの異常値を示す。

南側の変質帯には、おもに溶結凝灰岩が分布する。北側に比べ変質の程度は弱く、Auなどの異常値も検出されなかった。

[評価]

変質帯の特徴および温度情報から、本変質帯は、ポーフイリー系の上部に発達するhigh sulfidation系とポーフイリー系の漸移帯にあたると思われる。石英脈の分析結果によっては探査対象となるが、ポーフイリー系としては変質帯は小規模。探査余地はさほど大きくないと思われる。

(6) Bordo Atravezado

1996年にMinera Macho Muerto社により地化学探査、ボーリング3孔が実施された。調査結果は不明。

[選定理由]

衛星画像解析により抽出された有望変質帯。画像解析では熱水変質は明瞭で、第三紀貫入岩に伴われると解釈された(AA6054)。

[現地調査]

アクセス：Rio del Macho Muerto上流に設置されたMinera Macho Muerto社のキャンプから約30分で現地に至る。

調査日：1998年3月11日

地質：石炭紀砂岩中に第三紀流紋岩質デイサイト、安山岩が貫入。石炭系はアレナイト質砂岩で粒径1mm程度の粗粒な石英を主体とする。Clavero (1995)は本地区に砂岩のほか石灰岩の分布を報告する。Rio del Macho Muertoに沿って東西方位、北落としの高角正断層

が発達しており、本地区からLas Carachas変質帯までの間、尾根とRio Macho Muertoとの境界には三角末端面が発達する。

変質・鉱徴：砂岩・火山岩類とも顕著な珪化を被る。このうち著しく珪化した砂岩はNE方位に連続するレッジを形成する。珪化レッジはRio del Macho Muerto沿いの断層をもって終焉し急峻な崖を形成する(Plate)。Rio del Macho Muertoの対岸にはFilo Amarillo変質帯が分布しており両変質帯の連続を窺わせる。

全体的には、石英-セリサイト変質帯が卓越する。レッジを形成する珪化砂岩には石英細脈が網目状に発達する。石英細脈の多くは幅1cm以下の細脈である。珪化に伴いhypogeneの明礬石が観察される場合がある(ASM221)。またレッジ外縁では広範にセリサイト変質が観察される。

supergene変質は顕著で、硫化物は一般に残存しない。主としてジャロサイト、赤鉄鉱からなる褐鉄鉱ステインが多い。珪化レッジの縁辺には、幅20~30cm、走行N25W、垂直傾斜の塊状褐鉄鉱脈が観察される(ASM222)。この硫化物鉱脈は連続性に乏しく、断続的な分布を呈する。この脈には、Au、Cu鉱化作用が認められる(Au:405ppb、Cu:810ppm)。

[評価]

全体的には、石英-セリサイト変質が卓越するが、部分的に酸性変質も認められる。分析した試料中、Auについては、0.2~0.4 g/lを示すものが2試料あり、Cuについては、100ppmを超えるものが4試料ある。うち、2試料が800ppmを超える。また、分布は限られているが、石英細脈のストックワークが観察される。このようなことから、本地域は、ポーフィリー系そのものではないが、それに近い周辺変質帯と考えられる。

(7) Filo Amarillo (Cerro Amarillo)

明礬石を伴う珪化帯や酸性溶脱帯を伴う酸性変質帯。Minera Macho Muerto社による探査が実施されており、地化探のほか複数のボーリングが実施された。調査結果は不明。

[選定理由]

衛星画像解析により抽出された有望変質帯。画像解析では熱水変質は明瞭で、第三紀貫入岩に伴われると解釈された(AA6056)。

[現地調査]

アクセス：Rio del Macho Muerto上流に設置されたMinera Macho Muerto社のキャンプから約30分で現地に至る。標高4300-4500m。

調査日：1998年3月11日(南側斜面)、3月12日(北側斜面)

地質：石炭紀とみられる頁岩のほか、第三紀の流紋岩質デイサイト斑岩、安山岩、熔結凝灰岩、凝灰角礫岩が分布する。調査した範囲では、山体尾根部には安山岩および凝灰角礫岩が分布する。安山岩には岩脈と噴出岩の産状があるが、両者ともほとんど変質を被っていない。

変質：中心部の酸性変質から周辺部のセリサイト変質に至る変質累帯が明瞭。変質帯の中央部、調査地区の尾根筋には硫酸酸性の溶脱を被った多孔質の残留シリカが分布する(Plate)。母岩は凝灰角礫岩であり、軽石とみられる岩片はほとんど溶脱されており、極めて多孔質の、シリカのみが残留する比重の小さい岩石に変質している(Plate)。残留シリカは灰白色を呈するが、ジャロサイト、赤鉄鉱を主体とする褐鉄鉱ステインに富むため、黄褐色～赤色～黒色の色調を一般に呈する。残留シリカにはhypogeneの明礬石、多量のカオリナイトが伴われる場合があり、これらは空隙部に多く産する。

セリサイト-黄鉄鉱により特徴づけられる変質は、調査地区西部の北西に伸長する沢沿いに分布する(Plate)。ここでは沢沿いにMinera Macho Muertoによりボーリング2孔が掘削されており、ボーリング敷き周辺の切り割りで変質が観察できる。両ボーリング敷きには流紋岩質デイサイト、デイサイト、同質熔結凝灰岩が分布しており、いずれにも様々な程度の珪化と細粒のセリサイト、黄鉄鉱が生じている(ASM224)。Minera Macho Muertoによるボーリング2孔はいずれも南西方位、傾斜-45度で設計されており、変質帯外側に向かって掘削されている。

Cerro Amarilloの山頂に向かって、緩やかな丘を上っていくと、緑灰色のプロピライト変質と白色のセリサイト/スメクタイト混合層変質帯の互層が観察される(Plate)。ここにはデイサイト質熔結凝灰岩が分布しており、扁平化した軽石部に緑泥石が生成する。標高が比較的低い丘陵部のレッジはプロピライト変質帯から構成される。比較的高い部分の珪化レッジは、石英-明礬石変質であり、火砕岩の礫部分は、ベージュ色～ピンク色の粗粒明礬石に交代されている(ATH265)。この明礬石のK/Ar年代値は、 23.1 ± 0.6 Maであり、中新世初期を示す。

調査の結果、Cerro Amarillo山頂北側に分布する周囲よりやや暗い色の部分がデイサイトドーム、山頂を含め南側の黄褐色部分が火砕岩の互層であると考えられる(写真)。産状から、デイサイトドームが火砕岩層を切って貫入していると推定される。両者には、石英-明礬石変質が及ぶと推定できるが、火砕岩が互層する部分では、プロピライト変質する火山岩を挟在する可能性がある(Plate)。

沢沿いの転石としては、ほとんどシリカと明礬石のみからなる緻密な珪化岩に変質した火砕岩(ATH259, 261)、溶岩が多く認められる。この場合、斜長石の溶脱跡と見られる長柱状の空隙が発達する。このほか、珪化のステージあるいはその後に、凝集・再固結したとみられる源岩不明の珪化角礫岩の転石も認められる。石英脈は分布しない。

Pilo Amarillo北斜面に分布するデイサイト質凝灰角礫岩および火山礫凝灰岩も明礬石を伴う珪化を被る。この場合、軽石質の岩片は特に著しく珪化しており、灰白色のシリカ岩片に変質する(ASM233)。マフィック鉱物である黒雲母は溶脱される。北斜面には、珪化の特に著しい転石が分布しており、明礬石のほか空隙に産する自然硫黄が観察できる(ASM231, デイサイト)。また微粒で肉眼で特定不能の黒色鉱物も認められる場合がある(ASM232, 源岩不明)。

鉱徴：残留シリカの露頭で酸化銅ステインに富む径1cm以下の岩片一片が観察されたのみ。石英脈は認められない。石英-明礬石変質岩では、Au:65ppb(ATH261), Au:45ppb(ATH265)の異常値が検出された。

[評価]

浅熱水性のhigh-sulfidation型の鉱徴地と判断される。期待される鉱床としては、high-sulfidation領域の塊状金・銅鉱床、あるいはこの深部ないし縁辺部のlow-sulfidation領域に発達する鉱脈型の金・銅鉱床であろう。地表には鉱徴が乏しいこと、またボーリング結果も不明であることから、有望性は不明。ただし変質帯は大規模であり、麓には、セリサイト変質も分布することから、深部でポーフイリー系に移行する可能性もある。探鉱も手薄であることから探査余地は大きいと考える。

明礬石のK/Ar年代値、 23.1 ± 0.6 Maは、本地域の北に分布するMaricunga帯の鉱化作用の年代と一致しており(La Coipa 24-20Ma, La Pepa 23-22Ma, Refugio 23Ma)、鉱化・変質作用の類似性からも、Maricunga帯は、さらに南に位置する本地域まで延長していると考えられることができる。

(8) Los Mogotes

Minera Macho Muertoにより探鉱されるポーフイリー銅鉱徴地。

[選定理由]

衛星画像解析により抽出された有望変質帯。画像解析では熱水変質は明瞭で、二疊紀～三疊紀の貫入岩に伴われると解釈された(AA6058)。

[現地調査]

アクセス：Rio del Macho Muerto上流に設置されたMinera Macho Muerto社のキャンプから約1時間で現地に至る。途中河川(Rio del Macho Muerto)を横断する必要があるためクリアランスの比較的大きい四輪駆動車が必要。標高4400-4800m。稜線は万年雪を頂くため調査不能。

調査日：1998年3月12日

地質：稜線は雪に覆われるため、稜線以下のがれ場を観察するに留まる。がれ場には第三紀デイサイト斑岩、同質凝灰角礫岩、熔結凝灰岩の転石が分布する。

変質帯の中腹に露出する比較的変質を受けていない角閃石・黒雲母・斜長石ポーフィリーのK/Ar年代を測定した(ATH278: 15.3 ± 0.2 Ma)。鏡下では、角閃石および黒雲母の大部分は、緑泥石変質しているが、黒雲母の一部は、初生組成を残している。炭酸塩鉱物も観察される。検鏡結果はプロピライト変質の存在を示しており、全岩によるK/Ar年代値は、初生年代よりも若返っている可能性がある。

変質・鉱徴：デイサイト斑岩、同火砕岩には石英-セリサイト-黄鉄鉱の組み合わせで特徴づけられるphyllitic変質が顕著である。珪化の程度は様々であるが、総じて透水性の大きい凝灰角礫岩でより著しい傾向がある。またデイサイト斑岩、同火砕岩類にはストックワーク状の石英脈が発達する。石英脈は幅5cmまでの細脈であり、しばしば黄鉄鉱および輝水鉛鉱を随伴する(ATH267, 269, ASM230)。

変質帯のほぼ中央付近の小丘(Plate)の、斜長石・黒雲母斑晶をもつポーフィリーが分布する。石英細脈ストックワークとともに、幅が6cm~40cmと変化する比較的大きな石英脈が観察される(ATH269)(写真)。石英は灰白色~無色を呈し、粗粒である。脈際には、粗粒のセリサイトが生成しており、これのK/Ar年代を測定した(ATH270)。その結果、 17.1 ± 0.4 Maであり、中新世中期の変質年代が得られた。

本地区のphyllitic変質帯には多量の黄鉄鉱が認められ、鉱染状および細脈ネットワーク状の産状を呈する。部分的には容量比約3%におよぶ場合がある。本地区のsupergene変質は軽微であり、このような黄鉄鉱は、褐鉄鉱化を免れて、ほとんど残存する。ただし本変質帯の全域には、supergeneの産物である石膏が多量に分布する。

銅鉱物は調査を行った範囲では観察できず、酸化銅ステインも認められないことから、ポーフィリー型モリブデン鉱化作用と考えられる。輝水鉛鉱を伴う石英脈(ASM230)の流体包有物均質化温度は、 $315 \sim 369^\circ\text{C}$ 、塩濃度 13.4~14.4 wt-% NaCl、気液二相包有物が多く観察される。haliteなどの娘鉱物をもつ多相包有物は観察されなかった。

[評価]

中規模~小規模のポーフィリー型銅・モリブデン鉱微地として期待されるが、自然環境が厳しいこと、インフラを欠くこと、二次富化帯を欠き、さほど銅品位が期待できないことなど採鉱にあたっては消極的な材料が多い。なお本調査ではpotassic変質を見出すことはできなかった。

角閃石・黒雲母・斜長石ポーフィリーのK/Ar年代値(15.3 ± 0.2 Ma)、および石英脈際のセリサイトのK/Ar年代値(17.1 ± 0.4 Ma)は、Maricunga帯のポーフィリー系の生成年代に對比可能である(La Coipa 24-20Ma, Marté-Lobo 14-13Ma)。

1-2-7 Valle del Cura 地域

東部アンデス地域の中で最も活発に探鉱が行われている地域に相当する。地域には広範な酸性変質が分布しており、探査対象の多くは高硫化系の金鉱徴とみられるが、詳細はほとんど不明。東部アンデス地域の全体評価に役立てる意味で現地踏査を実施した。

(1) Carmen Norte (Del Carmen)

サンファン州Valle del Cura南端のチリとの国境地帯に位置する大規模変質帯(AA7043, 4kmx3.5km)、Barrick社(60%、オペレーター)、Argentina Gold社(40%)のIV探鉱プロジェクトが継続中。

アクセス：サンファン州Pismantaより四輪駆動車にて現地キャンプサイト(30.0304, 69.4744)まで約6時間、ここから探鉱サイトまで1時間を要する。標高4600-5100m。

調査日：1998年11月26日

地質：中期～後期中新世Tortolas層の安山岩質～デイサイト質火山岩および火砕岩が分布する。この上位には火砕流堆積物が分布する。

変質・鉱化：変質の大部分は珪化と酸性変質からなる。珪化の比較的強い部分はしばしば狭長なレッジをなして産しており、このような部分は熱水角礫岩の分布に一致していることが多い(Plate)。珪化の程度は一般に母岩の性状を反映しており、火砕岩や角礫岩など透水性の高い部分でより著しくなる傾向がみられる。また一般に珪化あるいは脈をなすシリカは地形高所で、より低温生成の示徴を呈する傾向があり、山頂の標高5120mまでの間でカルセドニー質～オパール質などより細粒化する産状が観察可能である。

地域全体に、珪化岩には100%シリカといった強珪化岩は少なく、hypogeneの明礬石を伴う弱～中程度の珪化変質が卓越する。明礬石の産状には、角礫全体ないし長石斑晶を交代する産状(ATH459, 461, 465, 468)、粗粒結晶の集合体として脈をなす産状(ATH460)がある。明礬石のほか、黄鉄鉱の鉱染やこの酸化分解生成物である褐鉄鉱の鉱染も普通に認められる。珪化岩中の黄鉄鉱量には場所によるばらつきがあり、この量比により、大量の褐鉄鉱が生じ赤褐色を示す部分、初生黄鉄鉱に乏しく白色に近い部分など色調に変化が生じる。このような赤褐色の熱水角礫岩には尖塔状に突出する産状もある(ATH468, 469)

(Plate)。珪化岩に伴われるこのほかの鉱物としては、熱水角礫岩中のhypogeneとみられる石膏(硬石膏を交代)(AKY381)、また溶脱珪化岩の空隙に産する自然硫黄がある。

珪化岩中には不規則なネットワーク脈として発達する石英細脈もしばしば観察できる。変質帯西側丘陵地には墨流し状の暗灰色縞を伴うカルセドニー質のシリカ細脈が認められ、本調査を通じて最も高い品位が得られた(AKY383)。西側丘陵地ではこのほか多数の石英脈が認められ、ここでは石英脈の脈際変質部に、セリサイト・スメクタイト混合層が含ま

