

## 5-2-9 Rachaite 鉱徴地 (Zone-9)

### 1) 位置

南緯 22° 52'20.1", 西経 66° 7'58.5", 標高 3,950m (東側変質帯北端部)。Pan de Azucar 鉱徴地の南方約 25km に位置する。

### 2) 交通

Abra Panpa から 4 輪駆動車で未舗装の州道 74 号線を経て、Rachaite 集落東側の Quebrada Liviara に沿って 4km 南下する。走行距離 58km、約 1 時間 30 分で至る。

### 3) 既往調査

1950 年代に鉛・亜鉛を生産したという記録があるが詳細不明。

### 4) 地質・構造

Coranzuri 複合カルデラの北東約 25km に位置する。Seggiaro (1994) によると Coranzuri 火山活動はデイサイト質イグニンプラトの噴出に特徴付けられ、直径約 5km のカルデラで、3 回目のイグニンプラトの噴出により形成された。Rachite 火山は一連の火山活動の初期(8-9 Ma)に形成されたもので、カルデラの北東端に位置する。今回は Rachite 山南部の変質帯の北半部を調査した。調査地点は、Cerro Rachaite の南に位置し、デイサイト溶岩よりなる。Rachaite 鉱徴地から Cerro Coranzuli にかけての南西部一帯は広くイグニンプラトに覆われる。

### 5) 鉱徴・変質

Quebrada Liviara に平行な南北に伸長する 2ヶ所の変質帯が存在する。西側の変質帯は、南北約 1.3km 幅 4~500m である。

東側の変質帯は、南北約 3km、東西幅最大約 700m で南北の沢に挟まれた比高約 200 m の急傾斜の小山を形成し、白色粘土化および褐鉄鉱化に特徴付けられる。白色粘土化岩とその周辺のデイサイトおよび安山岩とは比較的明瞭に分かれる。非~弱変質の安山岩は優黒色で斜長石>石英>角閃石斑晶が明瞭である。白色デイサイトは角礫化し、マトリックスを褐鉄鉱が埋める。肉眼では有色鉱物は残存せず、粘土化した斜長石斑晶が見られる。変質したデイサイトの X 線回折結果、斜長石の残存するグループと斜長石を含まないグループに分けられる(Fig. II-5-2-9-1)。前者は、石英+斜長石(+カリ長石+緑泥石+セリサイト/モンモリロナイト混合層鉱物)よりなり、変質帯北端部に分布する。後者は、石英+カリ長石+セリサイト+セリサイト/モンモリロナイト混合層鉱物+

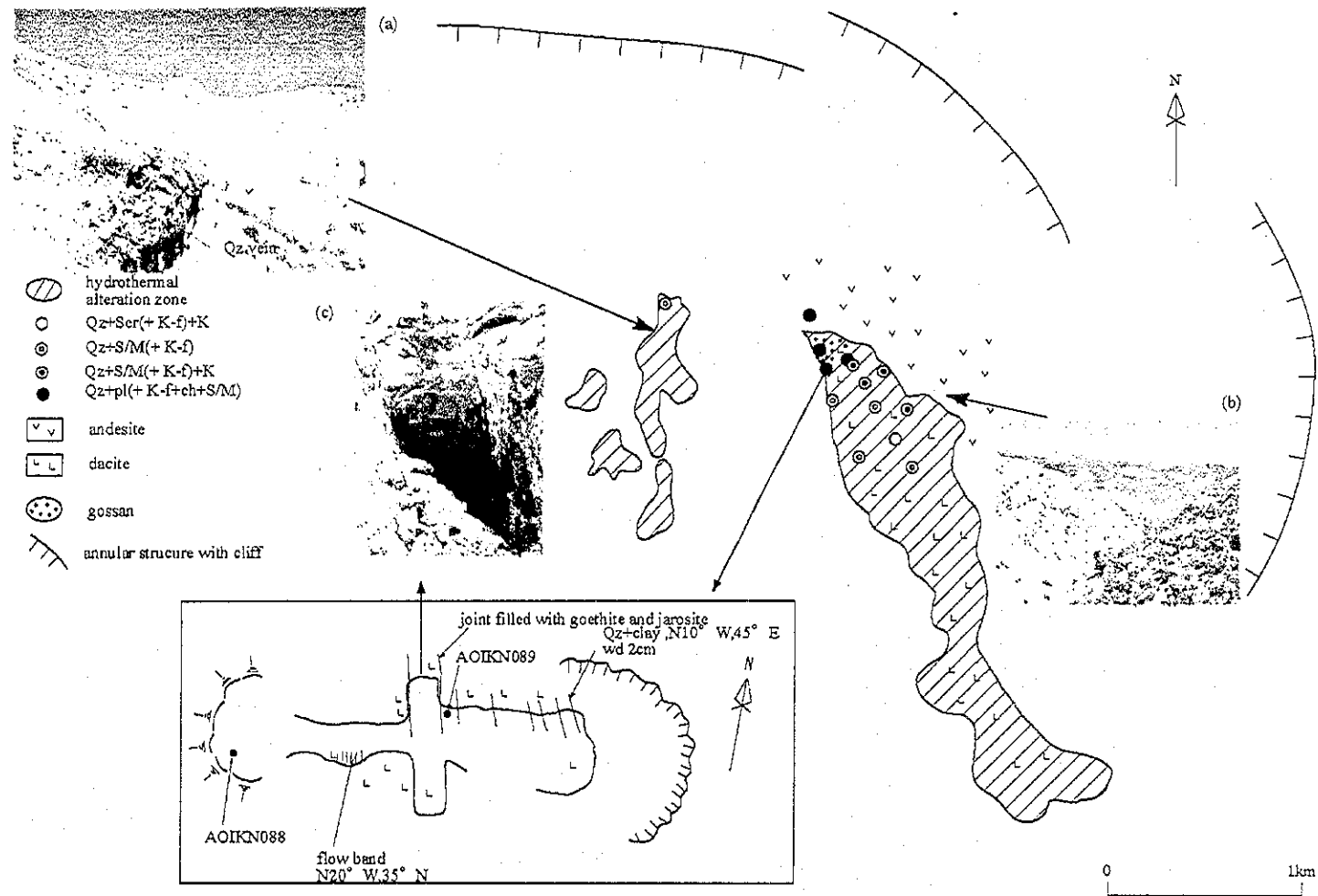
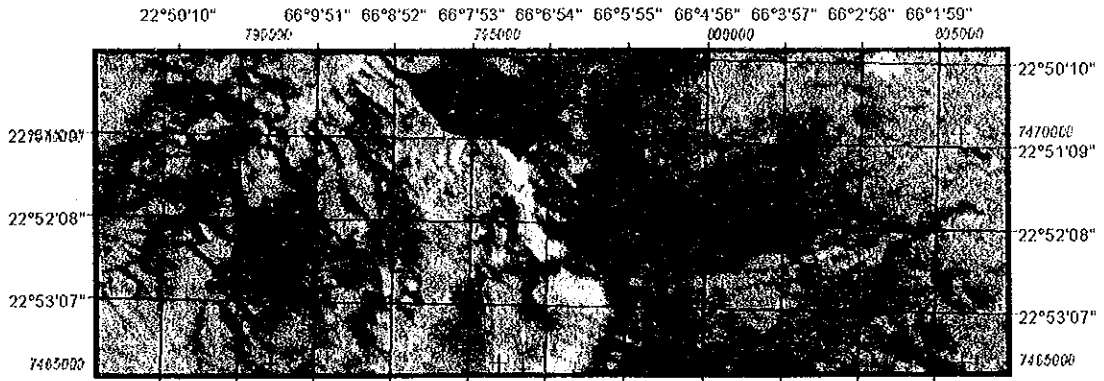
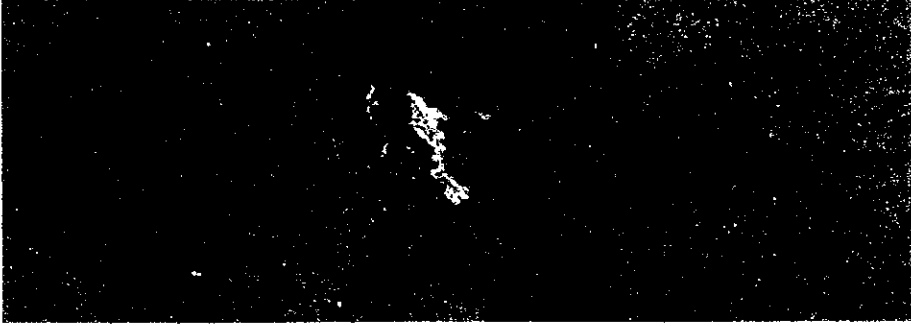


Fig. II-5-2-9-1 Rachaita mineral occurrence.

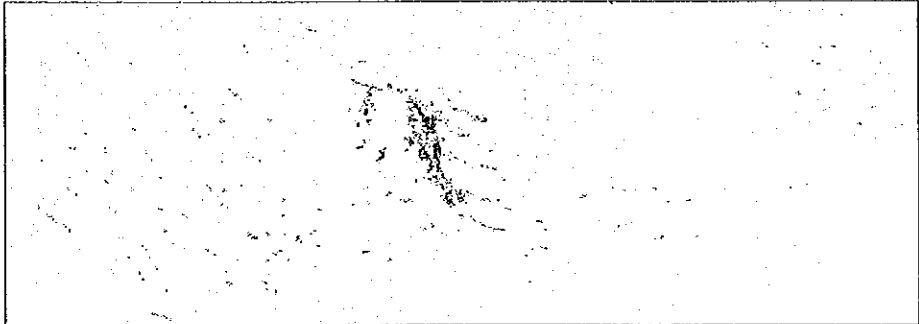
(a) White argillic alteration and quartz vein in the western alteration zone (b) boundary between altered dacite (whitish) and less altered andesite (c) Old drift



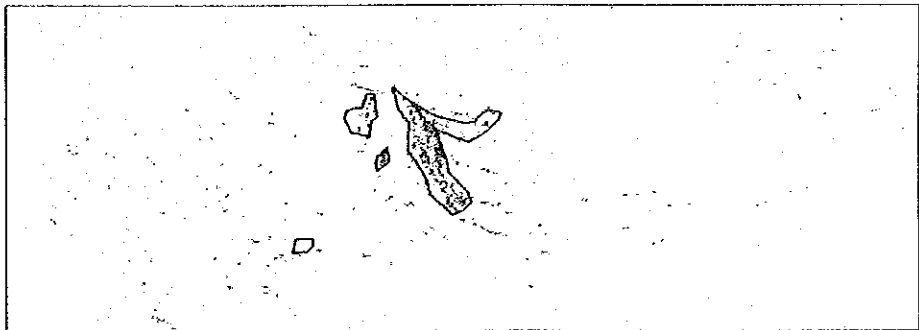
(a) BGR=147



(b) Ratio image BGR=3/1,5/4,5/7



(c) Iso-grain model image BGR=Chl, Ser, Alu+Kao



(c) Alteration zone

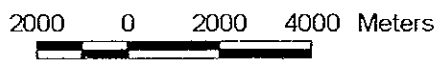


Fig. II-5-2-9-2 Satellite image around the Rachaite mineral occurrence

カオリン+ディッカイトよりなる。暗～緑色を呈する安山岩脈が貫入する。この安山岩には緑泥石を含む。デイサイトにはN-S系の細かな断裂が発達し、褐鉄脈が埋める。山頂付近には現世と思われる褐鉄鉱層が形成されており、酸性熱水により溶脱した鉄分が堆積している。東側変質帯の北端部には旧坑（探鉱跡）が残存する。坑道の方向はN10°Wである。鉛・亜鉛細脈をひ押しした模様である。ズリからは、含方鉛鉱・閃亜鉛鉱石英脈が観察された。同鉱石の検鏡結果、鉱染～網状の産状を示す黄鉄鉱の自形～半自形結晶および自形～半自形粗粒閃亜鉛鉱、そのほか他形を示す少量の方鉛鉱、自形の硫砒鉄鉱が観察された。脈石は鉱物は、方解石および少量の石英よりなる。また品位分析の結果、A01KN089でAu: 0.04g/t, Ag: 142g/t, Pb: 1.71%, Zn: 2.5%、A01YH050でAu: 0.025g/t, Ag: 2.5g/t, Pb: 0.18%, Zn: 1.22%の値を得た。

一方西側の変質帯は、小沢に沿う崖部に露出する。強度の白色粘土化に特徴付けられる。オパール質石英脈(A01TK042)の品位分析の結果、Au、Agいずれも検出限界以下であった。

#### 6) 衛星画像の特徴

本変質帯は、フォールスカラー画像においては、カルデラ壁と思われる西に開いた馬蹄形環状構造の直近内側に位置する。馬蹄形環状構造の南東（カルデラの外側）には、直径約1kmの環状構造が4ヶ隣接して存在する。貫入岩の可能性が考えられる。とくに東側変質帯はカルデラ壁に沿ったやや湾曲した形を示す。両変質帯ともに白色であるが東側がより強い。比演算画像ではフォールスカラー画像の白色部に一致して強い異常域が抽出されている。等粒子モデル画像においては同一箇所酸性変質帯およびセリサイト変質帯が抽出されている（Fig. II-5-2-9-2）。

#### 7) コメント

以上から判断して、本変質帯は、Coranzuri複合カルデラの火山熱水系により形成された中性の変質帯である。カルデラ構造の壁部に位置しており、カルデラ壁部に沿って熱水活動があったものと推定される。西側の変質帯には、カオリン鉱物が特徴的に見られ、中性変質にオーバープリントしたものと考えられる。オパール質石英が観察されることから熱水系の浅部を表しているものと考えられる。今回の調査では確認できなかったがシリカシンターが確認されており(Coira et al., 1990)、熱水活動の地表部を見ている可能性がある。

変質の程度は中性の変質鉱物はスメクタイト、スメクタイト/セリサイト混合層鉱物、酸性鉱物はカオリンであり、このことも併せて考察すれば、全体に低硫化系熱水システムの浅部を示しているものと推定される。金鉱床をターゲットとすると、金の沈殿レベルはやや深部と推定される。今後カルデラと変質帯の位置関係、詳細な変質帯の特徴から熱水システムを把握し、金の沈殿箇所を推定することが望まれる。

#### 8) 参考資料

- ・ Coira, B. L. (1999): Potencialidad minera de sistemas megacaldericos Miocenos en Puna Norte. In Zappettini, E. O. ed. Recursos minerales de la Republica Argetina, SEGEMAR, No. 35, 1557-1567.
- ・ Coira, B. L., Chayle, W., Barbara, E., Solis, N., Brodtkore, M., Camacho, M. and Daiz,

A. (1990): Paleosistema geothermal del Terciario superior y su mineralizacion de metaes basicos (Pb, Zn, ag), Rachaite, Jujuy, Argentina. Decimo Primer Congreso Geologico Argentino, San Juan, Actas I, 303-306.

- Loma Sur S. A. : Internal exproation report of the Rachaite .
- Informe preliminary area Minerazada de Rachaite, Mina Chocaya.
- SEGEMAR (2000): Carta geologica de la republica Argentina escala 1:250,000, Mina Pirquitas.

#### 5-2-10 La Candelaria 鉱徴地 (Zone-15)

##### 1) 位置

南緯 22° 52'35.6", 西経 65° 43'42.6", 標高 3,950m (立坑跡)。Abra Pampa の南約 15km に位置する。

##### 2) 交通

Abra Pampa から 4 輪駆動車で国道 9 号線を南下、州道 40 号線との分岐点付近から氾濫源を横断し、走行距離 19km、約 30 分で至る。

##### 3) 既往調査

詳細不明。

##### 4) 地質・構造

Sierra del Aguilar の北端部に位置し、Acoite 層の粘板岩よりなる。

##### 5) 鉱徴・変質

母岩の粘板岩は黒色～黒灰色で、砂質部分とリズムカルな互層をなし、N60-70E の走向傾斜を示す。鉱石は含方鉛鉱・閃亜鉛鉱石英脈で、N14-20° W と N2° 0E の 2 系統が確認された。ポイント 1 では、Fig.II-5-2-10-1 に示すよう粘板岩の層理面にほぼ直交する断裂を充填するものと、断層角礫岩を切って発達するものがある。鉱脈の幅は最大でも数 10cm 程度であろうと推定される。脈際変質は数 10cm に亘ってセリサイト化による白色化が見られる程度である。鉱石試料 (A01KN083) の検鏡結果によると、閃亜鉛鉱が主体をなし、少量の方鉛鉱を伴う。閃亜鉛鉱は鉱染状および石英脈に伴われるものがある。いずれも透過性があり FeS 含有量は低いと思われる。鉱化母岩は、セリサイト化した石英質砂岩で碎屑性石英粒子のモザイク集合体組織を呈し、粒間に片状セリサイトが成長する。石英脈(KN82)の酸素同位体比は 12.6%の値を得た。

##### 6) 衛星画像の特徴

フォールスカラー画像上では鉱徴を特徴付けるような情報は得られてない。

##### 7) コメント

小規模な石英・方鉛鉱・閃亜鉛鉱よりなる裂罅充填型の鉱脈鉱床で、これ自体が経済性を有する鉱床に発展する可能性はないものと判断される。

##### 8) 参考資料

- SEGEMAR (1999): Carta geologica de la republica Argentina escala 1:250,000, Mina La Quiaca.

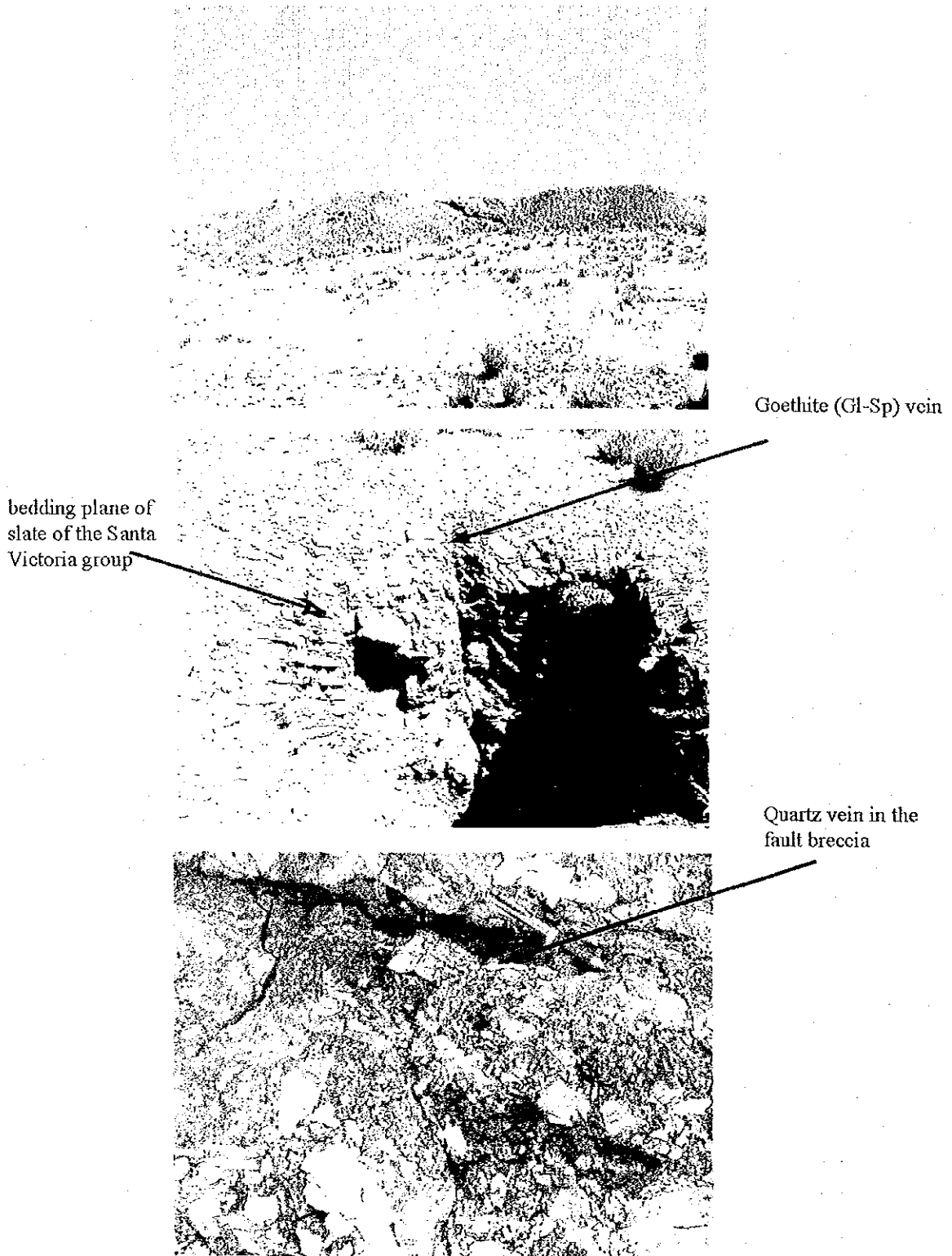


Fig.II-5-2-10-1 La Candelaria mineral occurrence.

- (a) Waste dump of the mine (b) Mode of occurrence of galena and spharelite bearing quartz vein  
(c) Quartz vein in the gossanic fault breccia

## 5-2-11 Rumicruz-La Puricima 鉱徴地 (Zone-11)

### 1) 位置

南緯 22° 49'34.8", 西経 65° 32'24.9", 標高 4,100m (最南端の旧坑)。Abra Pampa の南東約 20km に位置する。

### 2) 交通

Abra Panpa から 4 輪駆動車で未舗装の州道 72 号線を経て、走行距離 21km、約 1 時間 15 分で至る。

### 3) 既往調査

詳細不明。

### 4) 地質・構造

Pumahuashi の南延長部に位置し、オールドビス紀の Santa Victoria 層およびこれを不整合で覆う白亜紀の Piragua 累層群よりなる。両者の関係は断層の場合もある。Santa Victoria 層は南北の走向を有し、これに平行な褶曲軸を持つ。また波長の長い褶曲構造を示す。

### 5) 鉱徴・変質

Rumicruz 一帯には多数の鉱徴が存在するが、今回チェックを行なったのは、多金属鉱脈鉱床の Pricima 鉱床とその北側にある重晶石鉱床の Rumicruz 鉱床である。Pricima 鉱床は、地方道から S60° W の方向に開削された沢沿に存在する。2 方向の 3 本の鉱脈が確認された (Fig. II-5-2-11-1)。便宜上東より、Vein-I (Rumicruz 鉱床), Vein-II (Pricima 鉱床), Vein-III (Pricima 鉱床) と称する。

Vein-I は、N80° W 方向に伸長する重晶石脈で脈に沿って約 800m トレンチが開削され、一時期重晶石が採取された模様である。この脈は現在観察される限りにおいては、Fig. II-5-2-11-1 に示すような粘板岩の N30° E, 30° E の層面片理にほぼ直行する N70° W, 80° S を示す断裂を埋める裂隙充填型鉱脈である。

Vein-II は、沢筋から南に向けて開削された坑道で知ることが出来る。N60° W 方向に伸長する幅約 1m の重晶石・褐鉄鉱・酸化銅および粘土よりなる。

Vein-III は、走向 N70° W~N80° E、傾斜-90° でほぼ沢に平行に発達する。沢との交差部では、幅約 7m の断層粘土化帯中に数枚の重晶石・輝銅鉱脈が存在する。ここから東に向かって押し坑道が開削されており、沢の下流では鉱脈延長部に対し立入れ坑道が開削され、また地表から開削している。鉱脈の延長は 300m 以上と推定される。断層そのものを鉱脈が置換するものではなく、断層帯中に網状~脈状をなして産するもので、断層活動時期に生成したものと推定される。おそらく鉱脈の幅は 1m を越すものはなかったと思われる。脈際変質は数 10cm に亘ってセリサイト化による白色化が見られる程度である。Fig. II-5-2-11-1 に断層帯中の重晶石網状脈の産状を示す。Vein-II, Vein-III の鉱石は、重晶石・輝銅鉱よりなり、輝銅鉱の表面が酸化銅に変化している。Chomnales et al. (1960) および Bradtkarb (1972) により、ランメルスベルジャイト、瀝青ウラン鉱、四面銅鉱、自然金、銅藍、重晶石、黄鉄鉱、黄銅鉱、輝銅鉱、斑銅鉱、孔雀石、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、紅砒ニッケル鉱、ニッケル華が報告されている。

(c)

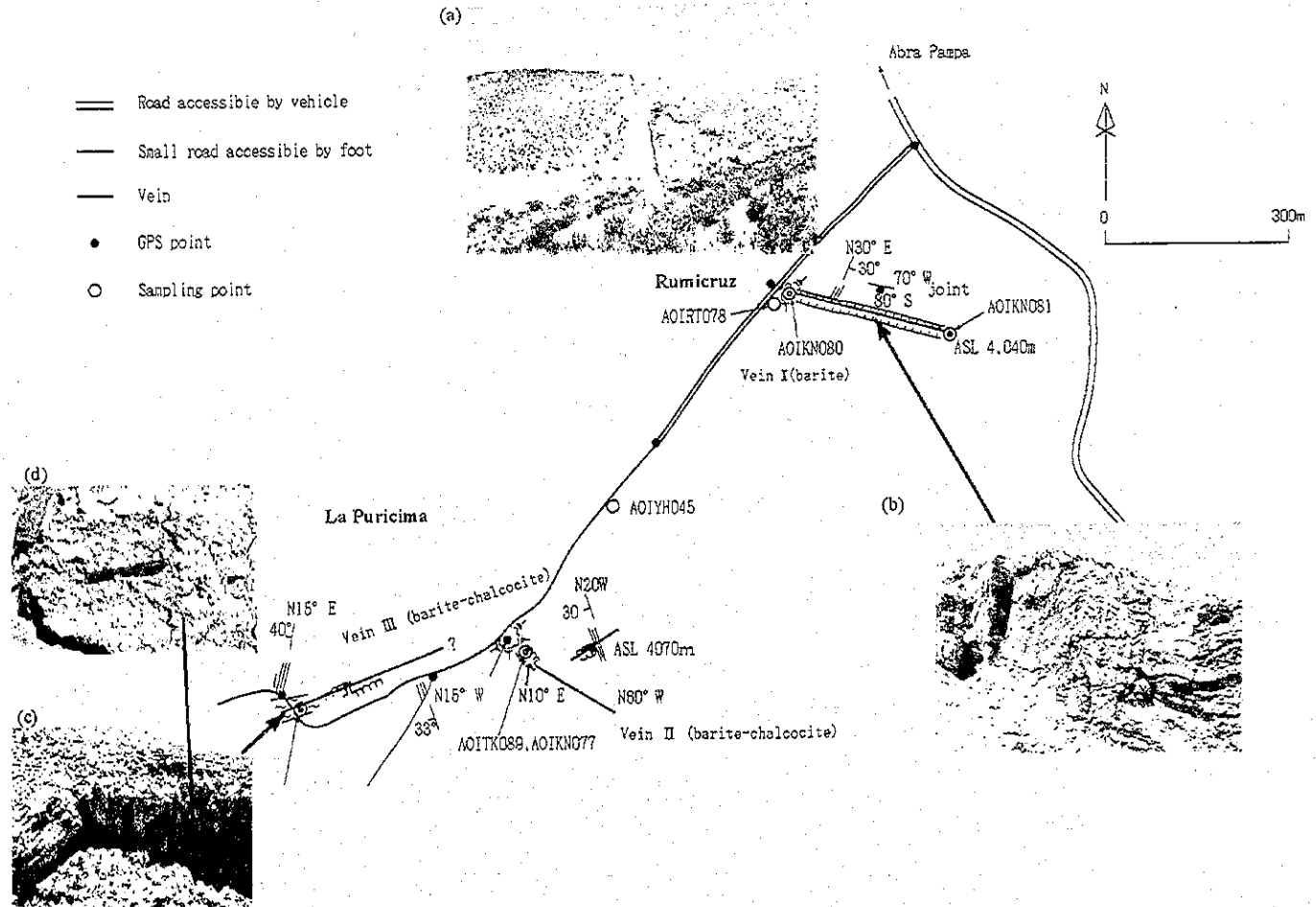


Fig. II-5-2-11-1 La Puricima-Rumicruz mineral occurrence

(a) Old excavation of barite vein (b) Folded Santa Victoria formation (c) fault zone hosting barite-chalcocite veins (d) Occurrence of barite network in the fault gauge



## 6) 衛星画像の特徴

フォールスカラー画像上では鉱微を特徴付けるような情報は得られてない。

## 7) コメント

小規模な重晶石・輝銅鉱よりなる裂隙充填型の鉱脈鉱床で、これ自体が経済性を有する鉱床に発展する可能性はないものと判断される。

## 8) 参考資料

- ・SEGEMAR (1999): Carta geologica de la republica Argentina escala 1:250,000, Mina La Quiaca.

### 5-2-12 El Aguilar 鉱床 (Zone-15)

#### 1) 位置

南緯 23° 12' 46.3" ・西経 65° 40' 42.4" 。Abra Pampa の南方約 60km に位置する。

#### 2) 交通

国道 9 号線の舗装道路を Abra Pampa から約 30km 車で約 20 分で El Aguilar 鉱山のゲートがある Tres Cruces に到達する。このゲートから Aguilar 山脈東麓に敷設された約 50km の私道を南下して鉱山事務所に至る。

#### 3) 鉱山史 (Sureda,R.J.,1999)

アギラール山脈の金属鉱床の存在についてはコロンブス以前のインカ時代に既に知られていたようである。スペイン植民地時代に、Yavi 在住の宣教師が銀の回収を試み、アギラール鉱山南方 7 km の Fundicion 谷に木炭溶鉱炉を建設したと言われている。

現在も採掘を継続している El Aguilar 鉱床の歴史は次の通りである。

- ・1932 年頃：6,798m の坑道掘削を含む大規模な鉱床探査を実施。
- ・1936 年：Mina El Aguilar の採掘を開始。
- ・1980 年代：CMA S A (Campania Minera Aguilar S.A.) が国営鉛会社から holding FLUOR に譲渡され、COMSUR(66.6%)と Rio Tinto Zinc Company(33.3%)との共同企業体の所有となった。
- ・1990 年 Mina Esperanza の採掘が開始された。

#### 4) 鉱山の現況

1936 年開始以来 1999 年までに鉛・亜鉛鉱 2,500 万トン、日産 2,000~2,200 トン (Zn:8.4%、Pb:5.5%、Ag:90-120g/t) で生産を続けている。1999 年時点の埋蔵鉱量は 500 万トン、うち可採鉱量は 330 万トンである。

CMA S A が保有する Mina Tapada、Mina El Aguilar、Oriental、Pirita、Mina Esperanza、Rio Grande および Roco の 7 ブロックのうち、Mina El Aguilar の坑内から全出鉱量の 50%、Mina El Aguilar 露天掘から 15%、Mina Esperanza から 35% が、それぞれ出鉱されている。

#### 5) 地質・構造 (Fig.II-5-2-12-1 参照)

この Mina El Aguilar や後述する Mina Esperanza および Rio Grande を含めた El Aguilar 山脈の地質・構造については Sureda,R.J.(1999) に記載されているものを要約し Table II-5-2-12-1 に示す。

#### 6) 鉱微・変質

本調査では、Mina El Aguila の鉱床については稼行中で坑内が複雑なこともあり、露天掘り箇所の一部で試料採取のみを行った。Mina El Aguila の鉱床については Sureda and Martin(1990) によって以下のようにまとめられている。

El Aguilar 鉱床は 10 の層状鉛・亜鉛鉱体で構成されており、それらは白亜紀 Aguilar コーツアイトの

厚さ 200m の層内メタコーツァイトおよびホルンフェルス中に胚胎している。鉱体は、平均延長 150～1000m、幅 50～300m、厚さ 5～80m である。地層と調和的な鉱石ユニットは Aguilar 花崗岩の接触変質域中において走向に沿って南北に約 2,000m 伸びている。Aguilar コーツァイト・ユニットは西に約 70° 傾斜している。Abra Laite 花崗岩と Aguilar 花崗岩の貫入によってオルドビス紀の堆積岩類は変成岩類に変わった。Aguilar コーツァイトの原岩は下部トレマドック統の Padrioc 層に対比されるはずである (Acenolaza 1968; Alonso et al. 1982)。最近の地質精査によると、Padrioc 層と Lampazar 層とは層序的に同時異相の関係にあることが明らかになっている (Martin et al. 1986)。

主要な鉱体の大半は下部トレマドック統に相当する Padrioc-Lampazar 層中に挟在している。詳細に図示すると、Padrioc 堆積盆中の初生層はさらに 3つの明瞭な堆積性鉱床層準に分けられる。ただし、その下位あるいは上位のオルドビス系層序ユニットは比較的小規模なベースメタル鉱微地を含むのみである。これらの鉱微地は Blancaflor、Fitzhugh、Tapada、Hueco および Zarco の各探鉱地である。花崗岩貫入岩類あるいは岩脈複合岩類近傍の小規模な探鉱地の成因的關係は未だ明確になっていない。

露天掘削所で採取した試料の検鏡結果は以下のとおりである。

方鉛鉱-閃亜鉛鉱 (一黄鉄鉱-黄銅鉱) -セリサイト-石英脈 (A01RT060) : セリサイト-石英脈で硫化鉱物を伴う。セリサイトは長片状集合体をなし、石英は粒状モザイク状の他形集合体をなしており、それぞれ分離して分布する鉱物である。一部のセリサイトは石英粒間にも生じている。鉱石鉱物として主なもの他形状方鉛鉱および粒状他形の閃亜鉛鉱 (低 FeS 含有量) であるが、その他に微量の他形状黄銅鉱および自形～半自形黄鉄鉱が認められる。鉱石鉱物は相対的に粗粒石英に伴われる傾向が強い。珪灰石(?) -石英スカルン(?) (A01KN047) : モザイク状 (アメーバ状集合) 石英粒とその粒間に半自形長柱状の単独あるいは寄せ木状珪灰石(?)から構成される 1種のスカルン(?)である。石英モザイク粒と共にカリ長石(?)も粒状に産出するが、ダスティとなっており、石英とは容易に区別できる。この他、石英粒や珪灰石に伴って他形粒状の透輝石も産出する。源岩は石灰質砂岩のようなもの(?)。石英粒間を埋めて他形状に閃亜鉛鉱および少量の方鉛鉱がまばらに産出する。粗粒極微量に他形黄鉄鉱も産する。また、細粒他形黄銅鉱が閃亜鉛鉱に伴って産出する。

Mina Esperanza の鉱床については Sureda,R.J.; Perez,H.D.; Martin,J.L. y Flores,F.J.,によって以下のようにまとめられている。

Mina Esperanza は、延長 350m、E-W 方向の幅 130m、最大層厚 18m の主マントで構成されている。その傾斜は 27° W である。主マント鉱床に付随する他の 2つの鉱体もこの方向で、主マント鉱床の層序の下位に胚胎している (Fig.II-5-2-12-2)。全ての鉱体は、蓄積した金属分に富む塩湖の形態を示している。この塩湖はトレマドック統の海洋底での熱水が噴き出してきたものである。極めて緻密な Zn-Pb 鉱石からなる鉱床は、重晶石-炭酸塩岩-チャート-Fe-Mn からなる脈石に伴われ、堆積盆内の泥質細粒堆積物と共にかなり変形している。geopetal 現象、非堆積性褶曲 (sin-sedimentary pliegues) および重力性割れ目 (gravitative fractures) あるいは重鉱物による崩壊の堆積後の (postdepositional) 充填 (filling) がしばしば認められる。

これらの鉱石は粘土 (clays)、リュータイト (lutites)、泥 (limo-pelites) などの細粒碎屑堆積物と常に接している。この接触部における熱水変質の影響は極めて少なく、鉱石と母岩との間には良好なコントラストが認められる。両雲母を含む均質なホルンフェルス (hornfels) および微量の鉱染鉱化作用を伴う紅柱石-堇青石 (andalusite-cordierite) を含む斑状ホルンフェルスが下位層を形成している。頂部においては、10m に 1層の割合で斑状粘板岩に至る変化が認められ、黄鉄鉱 (pyrite) -磁硫鉄鉱 (pyrrhotite) -鉄閃亜鉛鉱 (marmatite) からなる採算に合わない幾分の鉱化作用が認められる。

本調査では、海拔標高 4,577m レベルの坑道で主鉱体を観察した (Fig.II-5-2-12-3)。この鉱石の検鏡結果は次の通りである。層状硫化物鉱石 (A01RT059) : 層準規制型の硫化物鉱石の産状を示し、主に自形柱状黄鉄鉱、他形～半自形柱状閃亜鉛鉱、自形～他形方鉛鉱、他形状黄銅鉱から構成され





(d)



Fig.II-5-2-12-2 El Aguilar mine

(a) El Aguilar open pit exploiting skarn ore (b) An overview between El Aguilar and Esperanza mines

(c) View around Esperanza mine (d) Entrance of the main gallery (4577m level) (e) SEDEX ore zone at side wall of the gallery with 4577m level about 500m from the entrance

明瞭な葉理構造を示して配列する。長片状（板状？）のセリサイトもほぼ堆積構造に調和的に配列し、堆積性（同時的）の鉱石であることを示唆する。鉱石と泥岩（石英-イライト？）との境界は明瞭であるが、特に明瞭な境界付近の変質等は認められず、機械的な堆積作用を示唆する。レイヤーごとに鉱物組み合わせと量比等が異なる。すなわち①黄鉄鉱>>閃亜鉛鉱>>方鉛鉱、②閃亜鉛鉱>>黄鉄鉱＝方鉛鉱>黄銅鉱、③黄銅鉱＝閃亜鉛鉱>方鉛鉱>黄鉄鉱である。

#### 7) ボーリング・コア試料を用いた地化学解析結果

El Aguilar 鉱山の Mina Esperanza 地区では既存 SEDEX 鉱体の周辺探査のために多数のボーリングが実施され、SEDEX 鉱体が捕捉されている（Fig.II-5-2-12-3）。本調査では、El Aguilar 鉱山の協力を得て、鉱体を捕捉した#3070 および#3244 のボーリングコアから計 77 件（上位層：56 件、鉱化帯：7 件、下位層：14 件）のチップ試料を採取し、その化学分析結果を用いて SEDEX 鉱化帯およびその上・下位層の地化学的特徴を統計手法により検討した。

##### a. 元素ごとの深度別変化図による検討

化学分析の結果は Table II-5-2-12-1 に一覧表として、Fig.II-5-2-12-4(1),(2)に変化図として示されている。同図から、Au、Ag、As、Cd、Cu、(Fe)、Mn、Mo、Pb、S、Sb、(W)、Zn および Hg の 14 元素が上位層（Drill hole #3070, 354.25m 以浅）下位層（Drill hole #3070, 393.05m 以深および Drill hole #3244, 630-640m 付近）に比較して SEDEX 鉱化帯（Drill hole #3070, 358.8m ? 390.0m）において高い値を示すことが読み取れる。しかしながら、この図では上位層と下位層との地化学的特徴は読み取れない。

##### b. 判別分析（多変量解析）による検討

###### データの前処理

判別分析に先立ち、各元素ごとのヒストグラムによる大まかな正規性の検定を行った。その結果、全 29 元素のうち、Al、Cr、K、Mg、Na、Ti および V を除く 24 元素については、正の非対称分布を示す対数正規分布の傾向が認められたため、前処理として分析値の対数変換を行った。

Fig.II-5-12-5 は前処理後のデータを用いた 29 元素のヒストグラムである。ただし、16 元素については対数変換によって非対称性は改善されたものの、検出限界以下のデータが過半数を占める Au、Ag、Bi、Cd、Mo、Sb、W および Hg の 8 元素については改善されていないので詳細検討に当たっては注意を要する。

###### 群分け

ここでは、上位層から採取した 56 試料を第 1 群（G1）、鉱化帯から採取した 7 試料を第 2 群（G2）、下位層から採取した 14 試料を第 3 群（G3）とした。

###### 結果

ボーリング・コア 77 試料を対象とした判別分析の結果、次のことが明らかになった。

①計算に際して使用した 29 変数のうち有用な少数の変数を自動的に精選する方法として変数増減法を採用した結果、logMn、logFe、V、logCa、Na、logSr、Mg、Ti、logPb、Cr および logW の 11 変数が判別に有用な変数として使用された。

②計算で得られた群分け結果、正判別率（Discriminant rate）が 96.1%という極めて高い値を示したことから、得られた判別係数マトリックス（TableII-5-2-12-2）を使った判別関数によって、未知の試料の判別が高い精度で可能であることが期待される。

③鉱化帯（G2）は上位層（G1）、下位層（G3）のいずれとも明瞭に区別されること、さらに、鉱化帯（G2）は下位層（G3）よりもむしろ上位層（G1）に類似していることが明らかになった（Fig.II-5-2-12-6）。

#### 8) 衛星画像の特徴

雲に覆われ画質は良好ではないが、ASTER 画像上では Aguilar 山脈中南部の東西両側に花崗岩が淡色で、これに貫かれたオルドビス系堆積岩類が暗色で認められる。また、この堆積岩類の N-S 走向も読みとれる。しかしながら、SEDEX 鉱床自体の存在を特定することは困難である。

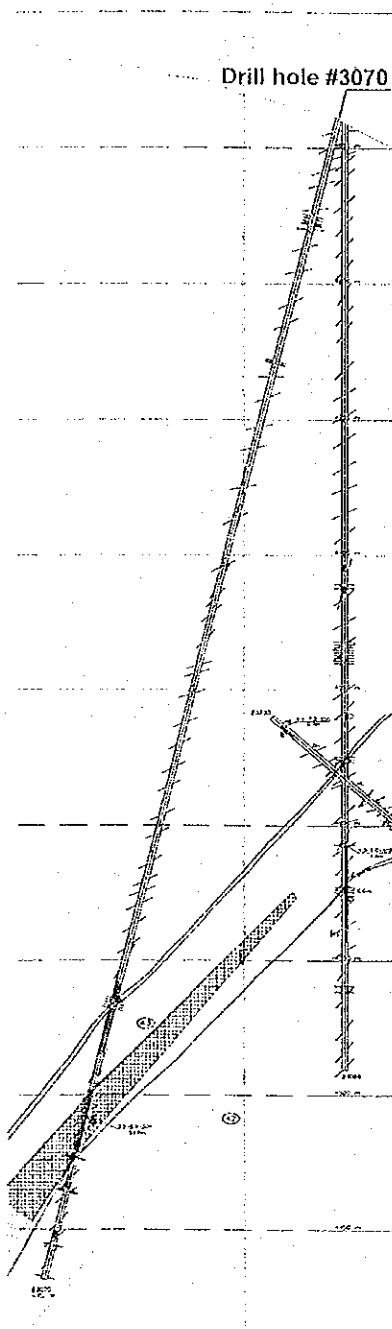


Fig.II-5-2-12-3 Relation between drill hole #3070 and SEDEX mineralized zone  
 (The original figure was provided by Minera Aguilar S.A.)

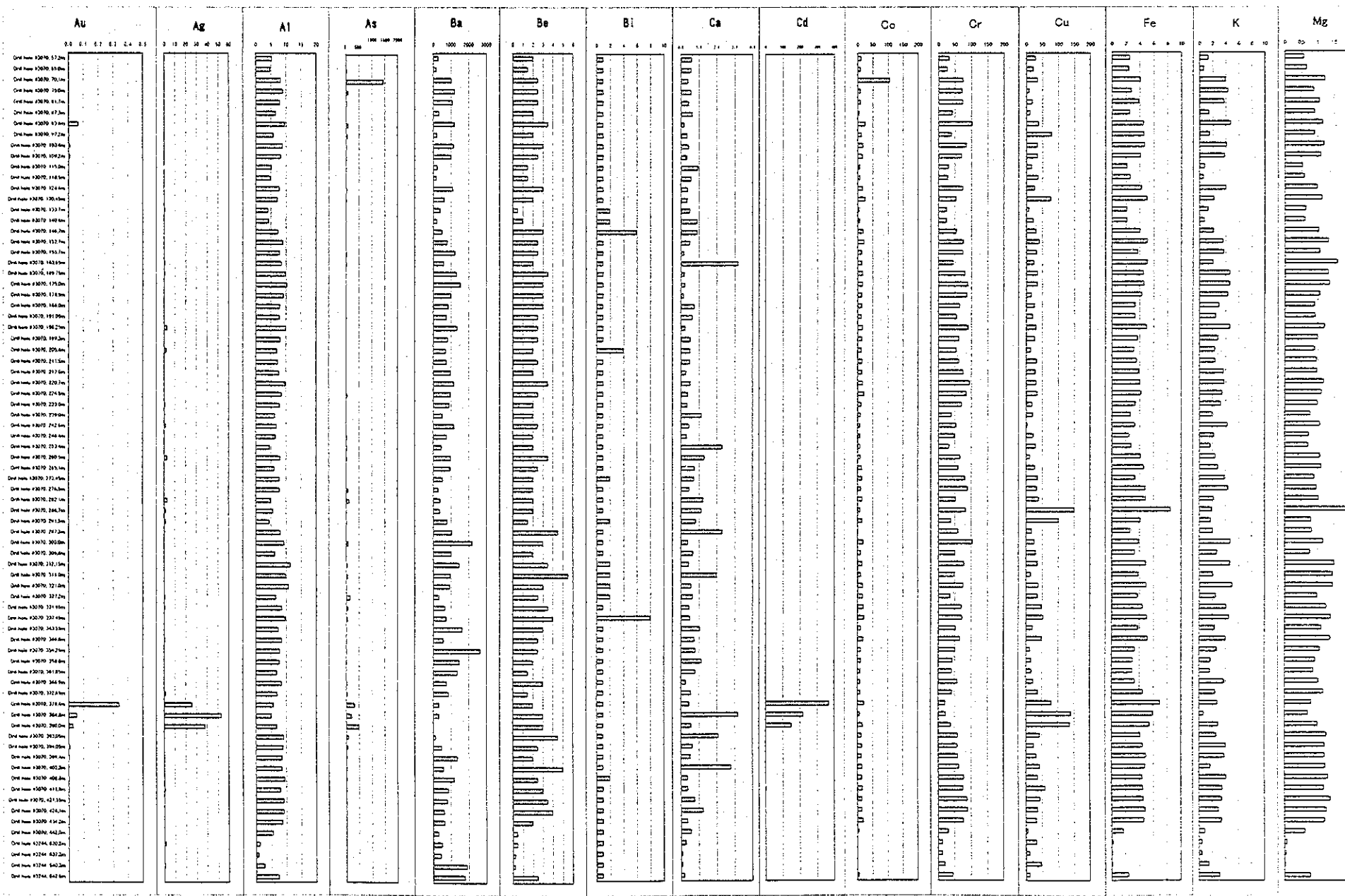


Fig. II-5-2-12-4(1) Geochemical variation diagrams of drill holes #3070 and a lower part of #3244

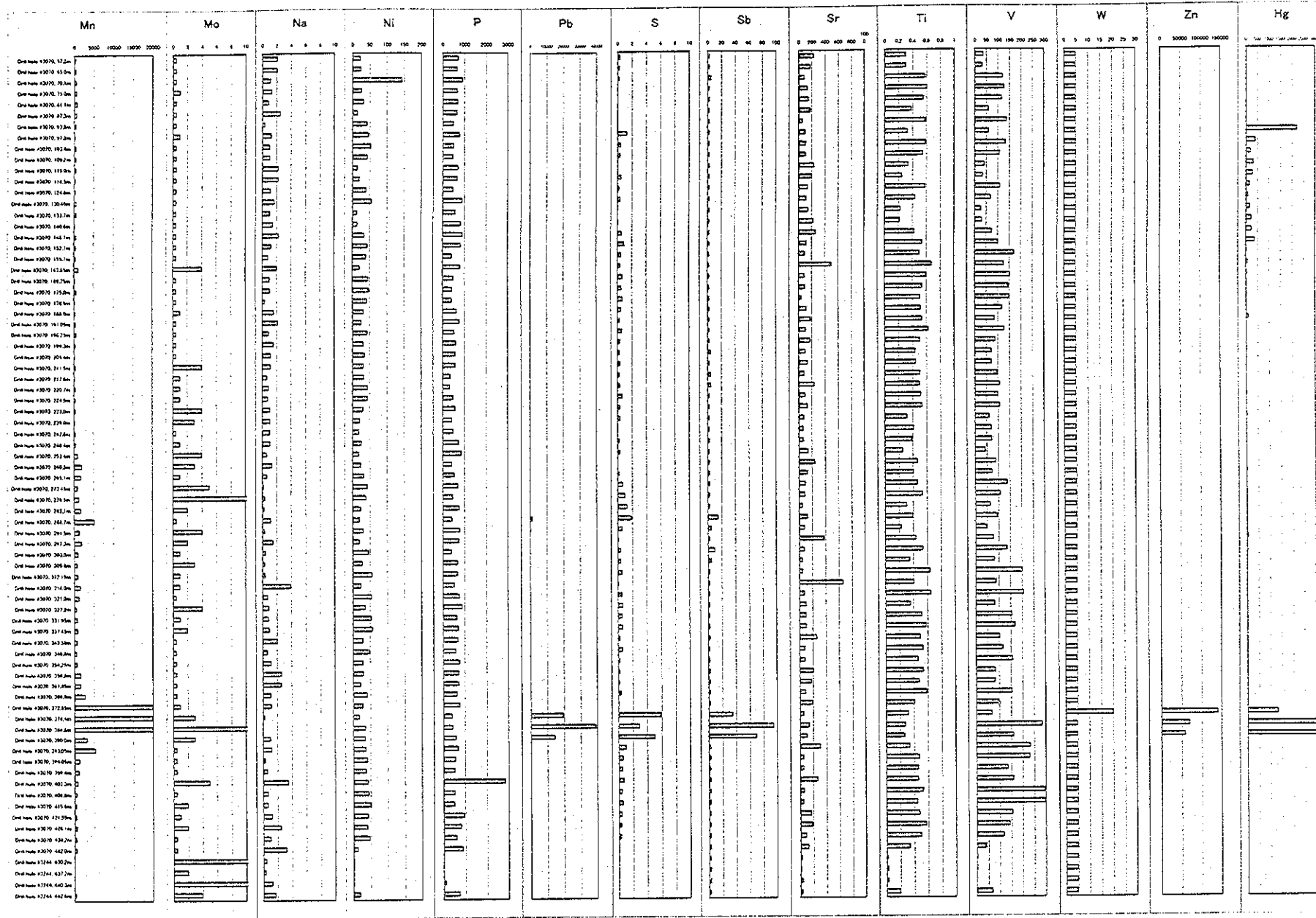


Fig. II-5-2-12-4(2) Geochemical variation diagrams of drill holes #3070 and a lower part of #3244



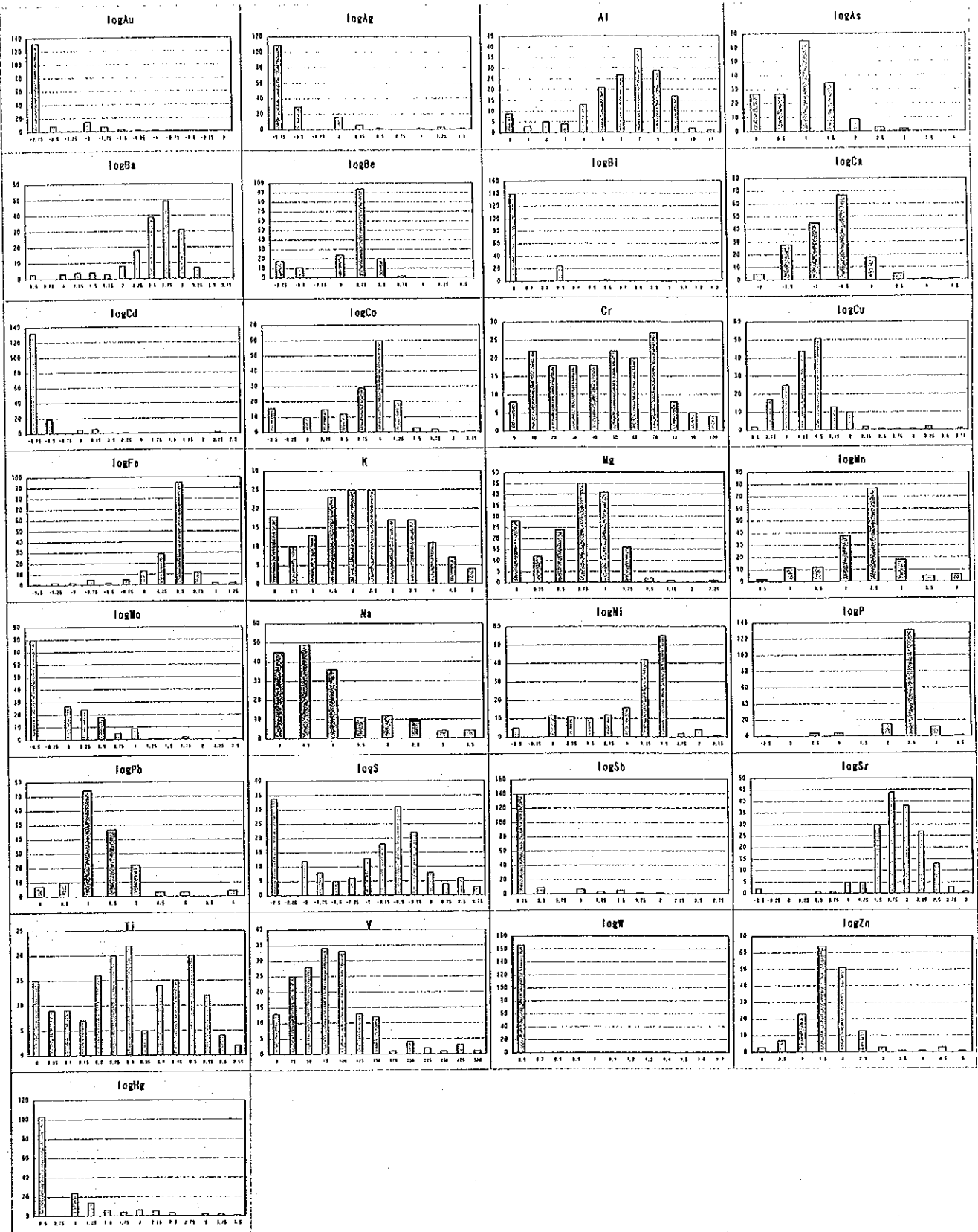
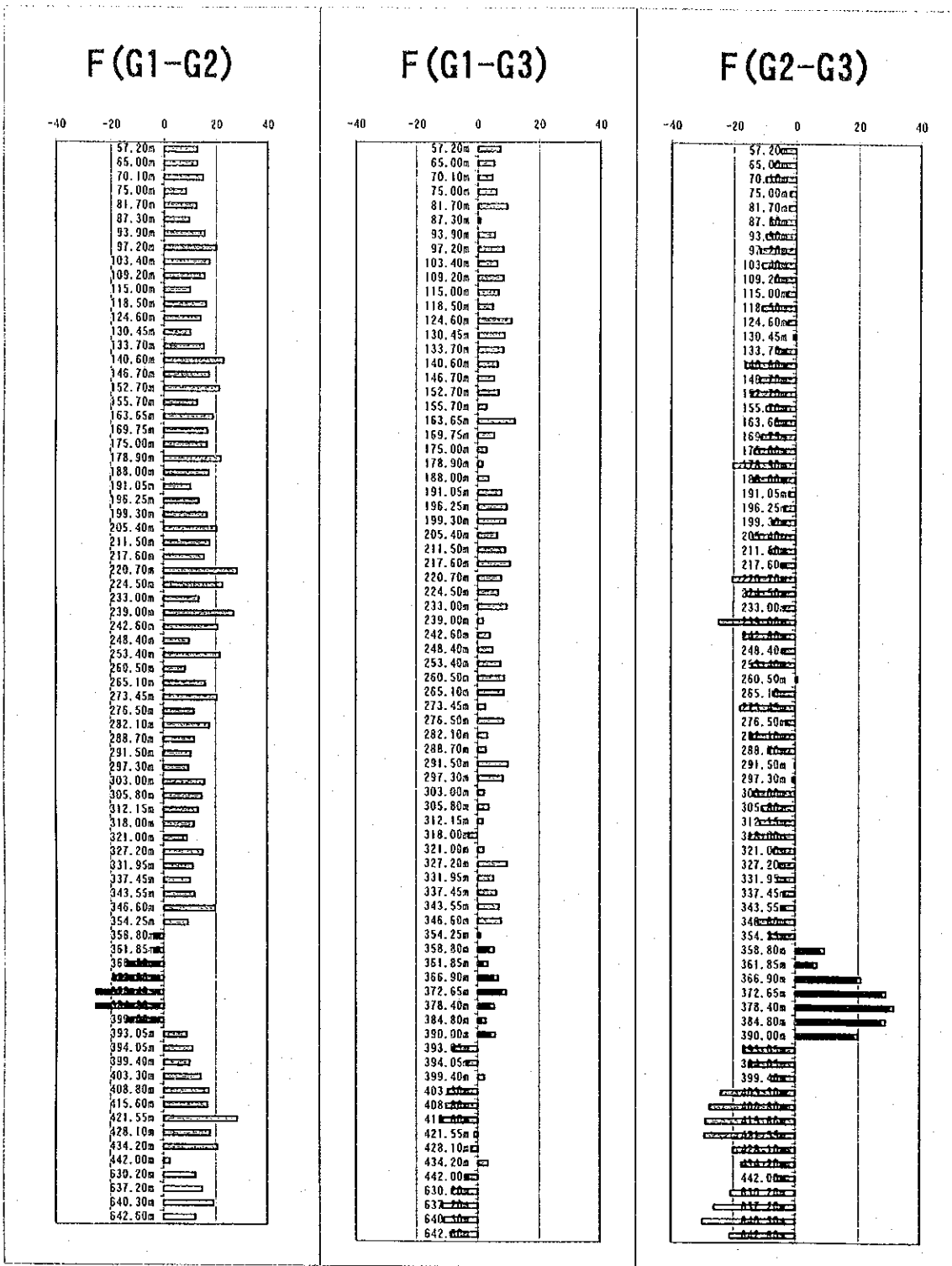


Fig.II-5-2-12-5 Histograms of 29 elements for drill holes #3070 and a lower part of #3244



Remarks;

G1: hangingwall of the mineralized zone  
 G2: the mineralized zone(SEDEX)  
 G3: footwall of the mineralized zone

F(G1-G2): Function discriminating between G1 and G2  
 F(G1-G3): Function discriminating between G1 and G3  
 F(G2-G3): Function discriminating between G2 and G3

Fig. II-5-2-12-6 Variation diagrams of discriminant values for drill holes #3070 and a lower part of #3244

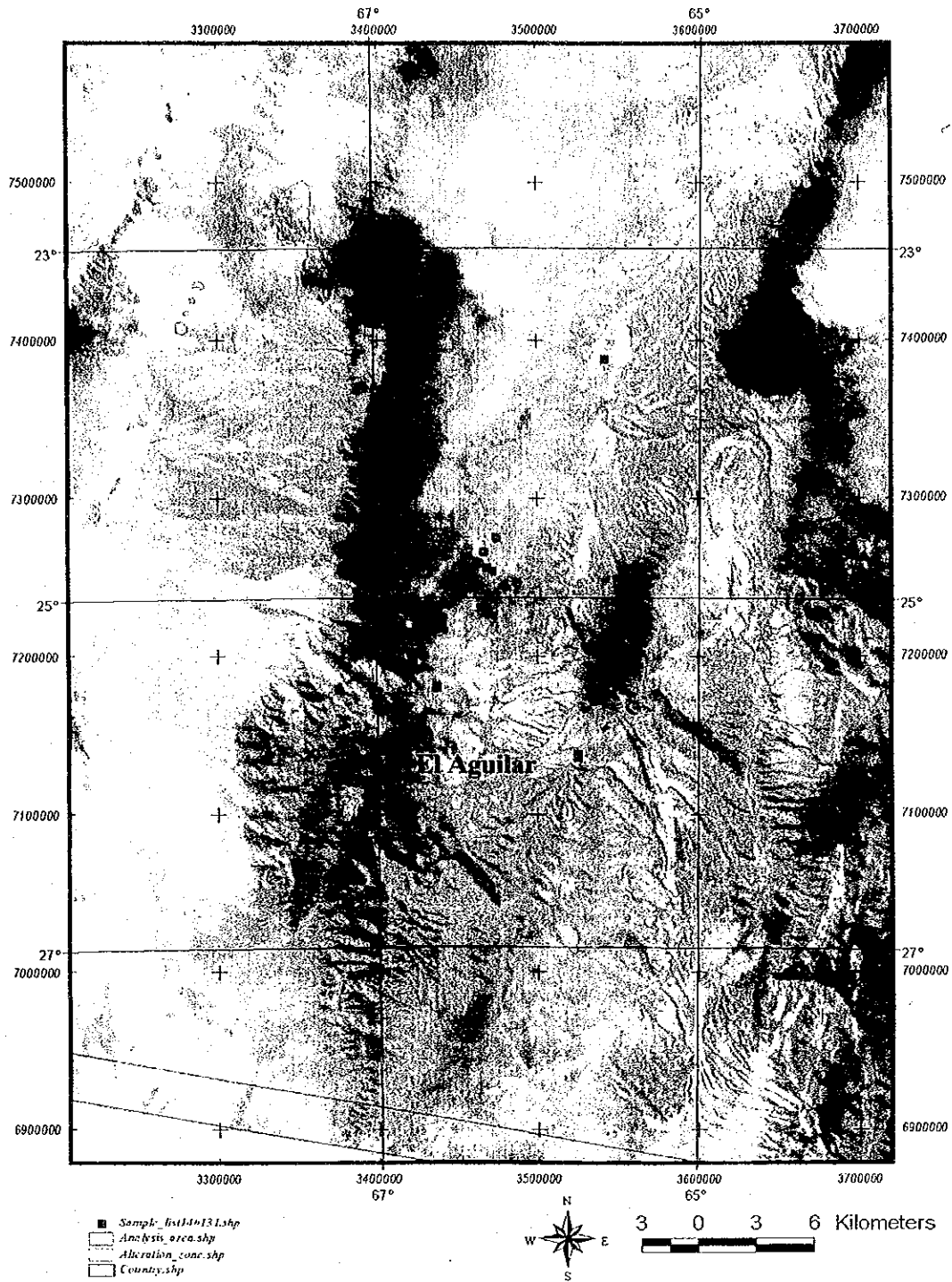


Fig.II-5-2-12-7 El Aguilar deposit(ASTER BGR=147)

Table II-5-12-1 Characteristics of the Ordovician formations in the Aguilar range

Formation	Geological Age	Width	Lithology	Stratigraphical relationship with the underlying formation	Depositional environment	Mineralization	Distribution	Structure
Sepulturas Formation (Harrington y Leanza,1957)		300m	Sandstone and red and dark purple lutite	Conformable and gradual change in the north end of the mountain range			In the north end of the range and in Real Grande and Mocante districts	
Acoite Formation (Harrington y Leanza,1957)	The Lower to Middle Tremadocian age is referred by the fossiliferous registration.	more than 3,000m	Turbidite composed of greywacke and greenish grey mudstone, intercalated with thin beds of dark limestone and conglomerate.	Stratigraphic relationship is not observed in the mining district	Shallow sea (Neritic sea)		Widely distributed as the main Ordovician sedimentary unit in the Aguilar range	
Cardonal Formation (Harrington,1937; Martin et al.,1989)	The Lower Tremadocian age	more than 340m	Yellowish brown and greenish grey sandstone intercalated with a small amount of dark grey, grey and yellowish brown	It lies concordantly and transitionally on the lower unit.	Shallow sea (Neritic sea)	Small bodies mineralized		
Lampazar Formation (Harrington,1937; Martin et al.,1986)	The Lower Tremadocian age is indicated by the fossil remains.		Pelitic lithofacies are predominant on sandstone and conglomerate in the lowest levels of the Lower Tremadoc.	Intercalated with the underlying Padrioc Formation. There is a lateral change between the top of the Padrioc Formation and the	Shallow sea (Neritic sea) with oxygen free layer		It is cropped out in the both side of Cajas range, in Rio Grande area and golf field of the El Aguilar mine, and to the north and the east of the	In the canyon of the Esperanza mine, it forms a tectonic flake between the Esperanza fault and the Aguilar West fault.
Padrioc Formation (Acenolaza, 1989, <u>emend</u> Alonso et al., 1982)	The Lower Tremadocian age is indicated by the paleontological contents.	more than 560m	It is composed of a dominant succession of very light-colored and coarse grained arkose sandstone, and calcareous sandstone, with thick intercalation of fossiliferous black lutite towards the top		Shallow and tidal inland sea	The important unit bearing most stratiform deposits of base-metals in the Quiaquina Metalogenic Province.	It is well exposed in Maray canyons and a stream of Tapada mine	
Despensa Formation (Alonso et al., 1982)	Assigned to the Lower Tremadocian by the existence of Dictyonema sp.	more than 350m	Consisting of bedded greenish grey arenaceous mudstone, arkose and greywacke, intercalated with polymictic conglomerate in	The base of the unit is unknown.	Shallow sea to tidal delta	Mineralization of metallic sulphides are observed in the matrix of some conglomerate	Well exposed in the southern section of the range of Aguilar.	Outcrops of the canyon of the Tapada mine show a distinct cleavage of fracture.



Table II-5-2-12-3 Result of discriminant analysis for 77 core samples collected from the holes drilled intersecting the SEDEX ore zone

Serial No.	Sample No.	Drill hole #	Depth	Rock	Actual group	Discriminant function values			Discriminant group
						G1-G2	G1-G3	G2-G3	
1	A01AG01	#3070	57.20m	f.s.s.	G1	12.52	7.64	-4.89	G1
2	A01AG02	#3070	65.00m	f.s.s.	G1	12.58	5.61	-6.97	G1
3	A01AG03	#3070	70.10m	shale	G1	14.86	5.04	-9.82	G1
4	A01AG04	#3070	75.00m	f.s.s.	G1	8.35	6.32	-2.02	G1
5	A01AG05	#3070	81.70m	f.s.s.	G1	12.24	9.84	-2.41	G1
6	A01AG06	#3070	87.30m	f.s.s.	G1	9.58	1.07	-8.51	G1
7	A01AG07	#3070	93.90m	f.s.s.	G1	15.45	5.84	-9.62	G1
8	A01AG08	#3070	97.20m	f.s.s.	G1	20.10	8.58	-11.52	G1
9	A01AG09	#3070	103.40m	f.s.s.	G1	17.49	6.63	-10.86	G1
10	A01AG10	#3070	109.20m	f.s.s.	G1	15.51	8.64	-6.86	G1
11	A01AG11	#3070	115.00m	f.s.s.	G1	9.90	7.10	-2.80	G1
12	A01AG12	#3070	118.50m	f.s.s. with py. diss.	G1	16.05	5.20	-10.84	G1
13	A01AG13	#3070	124.60m	f.s.s.	G1	13.87	11.28	-2.59	G1
14	A01AG14	#3070	130.45m	f.s.s.	G1	9.93	9.00	-0.93	G1
15	A01AG15	#3070	133.70m	f.s.s.	G1	15.23	8.68	-6.55	G1
16	A01AG16	#3070	140.60m	f.s.s.	G1	22.97	6.81	-16.16	G1
17	A01AG17	#3070	146.70m	f.s.s. with py. diss.	G1	17.24	5.68	-11.56	G1
18	A01AG18	#3070	152.70m	f.s.s.	G1	21.32	7.09	-14.23	G1
19	A01AG19	#3070	155.70m	shale with py. diss.	G1	12.65	3.09	-9.56	G1
20	A01AG20	#3070	163.65m	shale with py. diss.	G1	18.91	12.28	-6.63	G1
21	A01AG21	#3070	169.75m	shale with py. diss.	G1	16.74	5.72	-11.02	G1
22	A01AG22	#3070	175.00m	shale with po. diss.	G1	16.42	3.15	-13.27	G1
23	A01AG23	#3070	178.90m	shale with py. diss.	G1	21.96	1.69	-20.26	G1
24	A01AG24	#3070	188.00m	shale with py. diss.	G1	17.15	3.78	-13.37	G1
25	A01AG25	#3070	191.05m	f.s.s. with py. diss.	G1	10.20	8.00	-2.20	G1
26	A01AG26	#3070	196.25m	shale with py. diss.	G1	13.36	9.65	-3.71	G1
27	A01AG27	#3070	199.30m	shale with py. diss.	G1	16.49	9.24	-7.25	G1
28	A01AG28	#3070	205.40m	f.s.s. with py. diss.	G1	20.41	6.68	-13.73	G1
29	A01AG29	#3070	211.50m	f.s.s. with py. diss.	G1	17.67	9.18	-8.49	G1
30	A01AG30	#3070	217.60m	f.s.s.	G1	15.46	10.78	-4.68	G1
31	A01AG31	#3070	220.70m	shale with py. diss.	G1	28.33	7.92	-20.41	G1
32	A01AG32	#3070	224.50m	shale with py. diss.	G1	22.71	6.99	-15.72	G1
33	A01AG33	#3070	233.00m	shale with py. diss.	G1	13.32	9.67	-3.66	G1
34	A01AG34	#3070	239.00m	shale with py. diss.	G1	26.90	1.96	-24.93	G1
35	A01AG35	#3070	242.60m	shale with veinlets	G1	20.88	4.17	-16.71	G1
36	A01AG36	#3070	248.40m	shale with veinlets/py.	G1	9.54	5.20	-4.34	G1
37	A01AG37	#3070	253.40m	f.s.s.	G1	21.57	7.67	-13.90	G1
38	A01AG38	#3070	260.50m	phyllitic shale	G1	8.13	8.90	0.77	G1
39	A01AG39	#3070	265.10m	shale	G1	15.94	8.74	-7.21	G1
40	A01AG40	#3070	273.45m	phyllitic shale	G1	20.53	2.72	-17.81	G1
41	A01AG41	#3070	276.50m	phyllitic shale with a few py.	G1	11.53	8.68	-2.85	G1
42	A01AG42	#3070	282.10m	phyllitic shale with a few py.	G1	17.60	3.40	-14.20	G1
43	A01AG43	#3070	288.70m	shale with veinlets/py.	G1	11.65	2.87	-8.78	G1
44	A01AG44	#3070	291.50m	f.s.s.	G1	10.37	10.16	-0.21	G1
45	A01AG45	#3070	297.30m	shale	G1	9.53	8.62	-0.91	G1
46	A01AG46	#3070	303.00m	phyllitic shale with py.	G1	15.60	2.31	-13.29	G1
47	A01AG47	#3070	305.80m	f.s.s.	G1	14.56	3.84	-10.72	G1
48	A01AG48	#3070	312.15m	shale	G1	13.19	1.80	-11.38	G1
49	A01AG49	#3070	318.00m	shale with veinlets	G1	11.65	-3.14	-14.78	G3
50	A01AG50	#3070	321.00m	shale with veinlets	G1	8.95	2.09	-6.86	G1
51	A01AG51	#3070	327.20m	shale with py. diss.	G1	14.84	9.88	-4.96	G1
52	A01AG52	#3070	331.95m	shale with py. diss.	G1	11.13	5.46	-5.67	G1
53	A01AG53	#3070	337.45m	phyllitic shale	G1	9.99	6.34	-3.65	G1
54	A01AG54	#3070	343.55m	f.s.s.	G1	11.73	7.27	-4.46	G1
55	A01AG55	#3070	346.60m	phyllitic shale	G1	19.81	7.95	-11.87	G1
56	A01AG56	#3070	354.25m	phyllitic shale	G1	9.07	0.93	-8.14	G1
57	A01AG57	#3070	358.80m	shale	G2	-3.70	5.62	9.43	G2
58	A01AG58	#3070	361.85m	shale	G2	-3.62	3.41	7.03	G2
59	A01AG59	#3070	366.90m	phyllitic shale with py. diss.	G2	-13.93	6.95	20.88	G2
60	A01AG60	#3070	372.65m	Pb-Zn ore zone with py.	G2	-19.41	9.47	28.88	G2
61	A01AG61	#3070	378.40m	Pb-Zn ore with shale	G2	-25.78	5.70	31.48	G2
62	A01AG62	#3070	384.80m	Pb-Zn ore zone with py.	G2	-25.90	2.82	28.72	G2
63	A01AG63	#3070	390.00m	Pb-Zn ore zone with py.	G2	-14.00	5.91	19.91	G2
64	A01AG64	#3070	393.05m	shale with veinlets/py.	G3	8.60	-8.03	-16.64	G3
65	A01AG65	#3070	394.05m	phyllitic shale	G3	10.96	-3.89	-14.85	G3
66	A01AG66	#3070	399.40m	phyllitic shale	G3	9.81	2.29	-7.51	G1
67	A01AG67	#3070	403.30m	phyllitic shale	G3	14.08	-10.03	-24.11	G3
68	A01AG68	#3070	408.80m	phyllitic shale	G3	17.23	-10.61	-27.85	G3
69	A01AG69	#3070	415.60m	phyllitic shale	G3	16.70	-12.51	-29.21	G3
70	A01AG70	#3070	421.55m	phyllitic shale	G3	28.34	-1.26	-29.60	G3
71	A01AG71	#3070	428.10m	phyllitic shale	G3	17.80	-2.35	-20.15	G3
72	A01AG72	#3070	434.20m	phyllitic shale	G3	20.76	3.43	-17.33	G1
73	A01AG73	#3070	442.00m	f.g.quartzite	G3	2.47	-4.14	-6.61	G3
74	A01AG74	#3244	630.20m	f.g.quartzite	G3	12.17	-8.65	-20.82	G3
75	A01AG75	#3244	637.20m	f.g.quartzite	G3	14.68	-11.78	-26.46	G3
76	A01AG76	#3244	640.30m	f.g.quartzite	G3	19.07	-11.22	-30.29	G3
77	A01AG77	#3244	642.60m	f.g.quartzite	G3	12.08	-9.17	-21.25	G3

Discriminant rate : 96.1%

Remarks:

G1 : hangingwall of the mineralized zone

G2 : the mineralized zone(SEDEX)

G3 : footwall of the mineralized zone

Table II-5-2-12-4 Discriminant function coefficients

Variables	F(G1-G2)	F(G1-G3)	F(G2-G3)
logMn	-20.70426	-2.68431	18.01995
logFe	2.92810	14.49229	11.56419
V	-0.01372	-0.08249	-0.06877
logCa	15.01654	-5.64220	-20.65873
Na	-5.08394	-5.42031	-0.33637
logSr	7.38881	13.32051	5.93170
Mg	18.65202	-6.42426	-25.07628
Ti	-48.23731	42.97103	91.20834
logPb	-7.68627	3.67575	11.36202
Cr	0.13482	-0.12985	-0.26467
logW	18.87701	-24.00090	-42.87791
Constant	60.61629	-3.34555	-63.96184

Remarks;

G1: hangingwall of the mineralized zone

G2: the mineralized zone(SEDEX)

G3: footwall of the mineralized zone

F(G1-G2): Function discriminating between G1 and G2

F(G1-G3): Function discriminating between G1 and G3

F(G2-G3): Function discriminating between G2 and G3

## 9) コメント

これまでの精力的な周辺ボーリング探鉱によって、Mina Esperanza の主鉱体下位に別の 2 鉱体を捕捉するなどの成果が得られているが、北方延長の探鉱については未だ充分ではない。今後は鉱体の北方延長を確認するために、岩石地化学探査を併用した地質精査の実施が望まれる。また、良好な画質の ASTER 画像が入手できれば、ASTER 画像は鉱化帯の上・下位層識別に有益と考えられる。

## 10) 参考資料

- Sureda, R.J. and Martin, J.L. (1990): EL AGUILAR MINE: AN ORDOVICIAN SEDIMENT-HOSTED STRATIFORM LEAD-ZINC DEPOSIT IN THE CENTRAL ANDES
- Sureda, R.J. (1999): LOS YACIMIENTOS SEDEX DE PLOMO Y ZINC EN LA SIERRA DE AGUILAR, JUJUY
- Sureda, R.J.; Perez, H.D.; Martin, J.L. y Flores, F.J. (????): EXPLORACION Y DESARROLLO EN UN DEPOSITO SEDEX (Zn, Pb, Ba) DE LA SIERRA DE AGUILAR: MINA ESPERANZA, JUJUY, ARGENTINA

## 5-2-13 Rio Grande 鉱徴地 (Zone-15)

### 1) 位置

南緯 23° 07'51.2"・西経 65° 41'16.5"。 El Aguilar 鉱山の北方約 10km の Grande 川沿いの探鉱地である。

### 2) 交通

El Aguilar 鉱山から Tres Cruces に至る私道から Grande 川沿いの旧探鉱道路を上流に向かう。途中まで車で通行可。

### 3) 既往調査

- 1992 年：SEDEX 鉱化作用が発見され、2 孔の探鉱ボーリング（1 孔は Pirro 谷で、他孔は Rio Grande の左岸上）で実施された。

### 4) 地質・構造

Campana Minera Aguilar S.A. が作成した縮尺 2,000 地質図によると、Rio Grande にはオルドビス紀 Lampasar 層、Cardonal 層および Acoite 層が分布している。下流域の Lampasar 層は NNW-SSE~NE-SW の方向に軸をもつ褶曲を繰り返している。

Sureda, R.J. (1999) によると、Rio Grande 谷およびこの谷の小規模な支流 Pirro 谷において、Lampasar 層は多量の石墨を伴う黄鉄鉱化した黒色リュータイトからなる特徴的な岩相を示し、灰色砂岩と暗色石灰岩の薄層を挟在する。

### 5) 鉱徴・変質

鉱化作用は Lampasar 層の黄鉄鉱化した黒色リュータイト中に挟在しており、数 mm から数 cm 程度の含鉄チャートを示している。また、第 2 オーダーの背斜構造の頂部で最大 4m の厚さに及ぶ exhalitas が見られる。チャート層は背斜軸と共に 10° 北に傾斜しており、北に向かうにつれて薄くなっていることから、熱水の広がり相対的に南方で強いことを示している。

鉱物共生は、主として硫化鉄（黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、melnicovite、白鉄鉱）であり、少量の閃亜鉛鉱、わずかな方鉛鉱および黄銅鉱を伴う。チャートの脈石は方解石、菱鉄鉱、重晶石および白雲母である (Sureda, R.J., 1999)。

本調査では、塊状磁硫鉄鉱層（最大幅 20cm）が Grande 川中流で本流から急峻な水無沢を約 5m 上った地点 (A01KN053) およびさらに約 10m 上部の 2 地点で確認された。これらの鉱層は 1992 年に最初に発見された SEDEX 鉱化作用と同一地点のものか否かは明らかでないが、成層した黒色頁岩中のストロマトライト層直上にあり、走向 N30° W、傾斜 15° SW を示している。これらの鉱化層準は傾斜方向に少なくとも 150m 追跡できた (Fig. II-5-2-13-1)。

この Rio Grande 探鉱地において発見された SEDEX 鉱化作用は Mina Esperanza の鉱体と類似してい



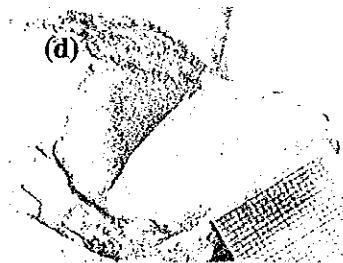
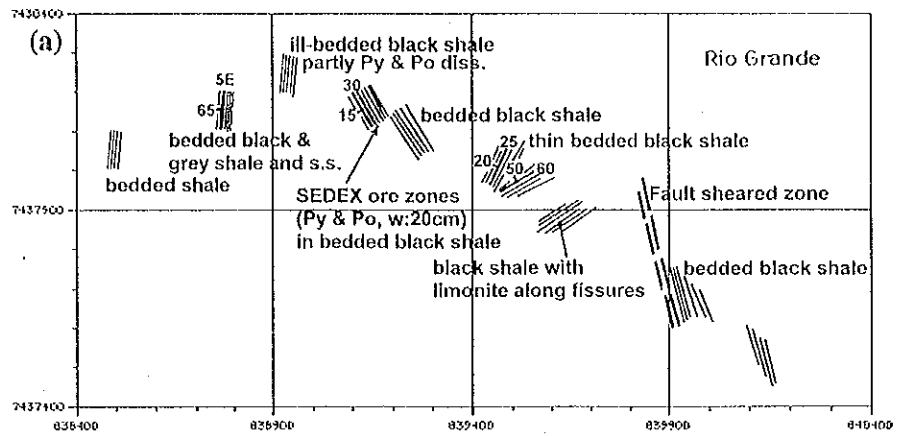


Fig.II-5-2-13-1 SEDEX ore zone observed in the Rio Grande  
 (a) Geology and mineralization along Rio Grande  
 (b) Overview of the SEDEX mineralized zone in the Ordovician sediments  
 (c) SEDEX ore zone (about 20cm in thickness) occurrence sedimentary structure  
 (d) Macroscopic view of SEDEX composed of mainly pyrrhotite and pyrite

るものの、鉱量的に採算に合わないことが最終的な評価で示されている (Sureda et al., 1994)。

#### 6) 衛星画像の特徴

ASTER 画像画質不良のため鉱徴地の特徴は確認できなかった。

#### 7) コメント

この鉱徴地自体は経済性はない (Sureda et al., 1994) としても、Mina Esperanza の鉱床層準の存在が確認できていることは重要である。今後、さらに北方の探鉱が望まれる。

#### 8) 参考資料

- ・ Sureda, R.J. (1999): LOS YACIMIENTOS SEDEX DE PLOMO Y ZINC EN LA SIERRA DE AGUILAR, JUJUY

### 5-2-14 La Colorada 鉱徴地 (Zone-18)

#### 1) 位置

南緯 23° 38' 52.6'', 西経 66° 17' 26.9'', 標高 3,577m (東側露天掘跡)。

San Anto de los Cobres の北 65km、Sierra del Cobre の東山麓に位置する。

#### 2) 交通

San Anto de los Cobres から国道 40 号線および州道 38 号線経由、走行距離 68km、約 1.5 時間で至る。道路は未舗装ながら高速走行が可能である。

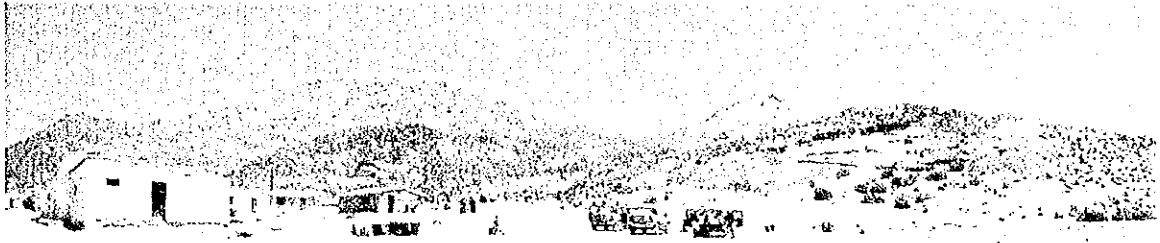
#### 3) 既往調査

- ・ 1955-56 年：Compana Minera Aguilar が地質調査、物理探査 (IP, 電磁法)、ボーリング (9 孔, 800m) を実施。
- ・ 1988-1990 年：陸軍工廠 (FM) が地質調査、地化学探査、ボーリング (2 孔 300m) を実施。
- ・ 1992 年：Pacific Rim 社が鉱業権を取得。
- ・ 1993-1999 年：Pacific Rim 社が衛星画像解析、空中磁気探査、EM、CSAMT、TEM、TFM、ボーリング (5 孔、1086m) を実施。3 層準の塊状硫化物鉱床を補足。埋蔵鉱量 (推定+予想) : 12.5 百万 t, 品位 Ag: 7~10g/t, Cu: 0.5%, Pb: 0.1~1%, Zn: 0.9~1%, Fe: 33~50% と推定。経済性がないと判断し、鉱業権を放棄・撤退。データは Salta 州鉱山局に寄贈されている。地質・鉱床に関する詳細情報は Meyon et al., (1999) および Pacific Rim 社報告 (Salta 州鉱山局所有) を参照されたい。

#### 4) 地質・構造

本鉱徴地は、Sierra de Cobres の東山麓に位置する。Complejo magmatico-sedimentario Escaya-Cochinoca (Coira et al., 1998) に属し、厚いフリッシュ堆積物に加え島弧型の火山-深成岩類を伴うことから、SEDEX 型鉱床である Aguilar 鉱床を胚胎する東側堆積体とは異なる性格を持つ。塊状硫化物鉱床を胚胎するオルドビス紀の Chiqueros 層 (Acoyte 層相当) を挟んで、西側にオルドビス紀~シルル紀の Cobres 花崗閃緑岩 (Faja Eruptiva del Puna 花崗岩類に相当)、東側には、閃長岩、アリカリ花崗岩、岩脈複合体よりなる El Lacolito Compuesto de Rangel が貫入する。広域変成・変形作用とともに花崗岩貫入による熱変成を蒙りホルンフェルス化する。Chiqueros 層は黒色粘板岩、石灰岩薄層よりなり、様々なオーダーの褶曲が発達し、片理面の発達が顕著である。Pacific Rim 社実施のボーリングコアには、粘板岩のほかに安山岩薄層が捕捉されている。

(a)



(b)



Fig.II-5-2-14-1 La Colorada deposit

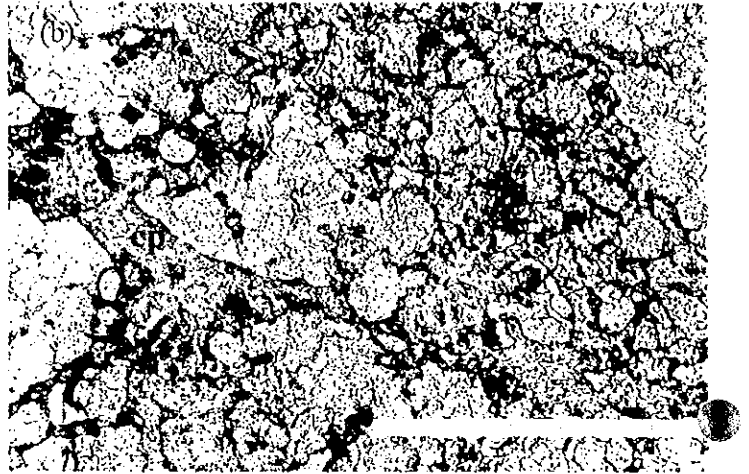
(a) Surface feature of the Colorado deposit and Cobres village and (b) Gossan consisting of hematite, goethite and kaolin/dickite

#### 5) 鉱徴・変質

Cobres 集落を取り巻くように山側にゴッサンが発達する (Fig. II-5-2-14-1)。ゴッサンは赤鉄鉱、褐鉄鉱、鉄ミョウバン石、酸化銅および白色粘土 (カオリン、ディカイト) よりなる。硫化鉱物は残存しない。ゴッサンは、粘板岩の片理を切る断層粘土部分に発達し、地表で見える限りでは N30-50° E の方向を示す脈状を呈する。ゴッサン部分に多数の盲目坑道および露天掘り跡、ズリ堆が残されており酸化銅を掘り出した模様である。この断層に沿うゴッサンは下部の SEDEX 鉱床の再移動によるものとの解釈がある。

Pacific Rim 社の探査結果によると、地表の詳細な地質調査およびボーリングから 3 枚の硫化物鉱床層準が捕捉されているようである。地表はゴッサンよりなり一見脈状を呈するが、地表下 3m から硫化鉱物が出現する。Pacific Rim 社のボーリングコアの観察では、磁硫鉄鉱を主体とし、黄鉄鉱・黄銅鉱を僅かに伴う塊状硫化物で、一部母岩の角礫部分を充填するものもある。

(a)



(c)

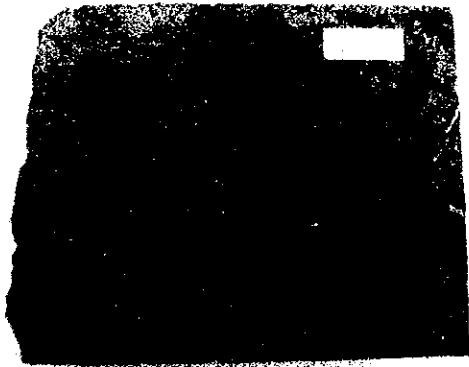


Fig.II-5-2-14-2 Drill core sample (scale:1cm) and photomicrograph of the sample(scale:1mm)  
 (a) drill core sample of DDH-3, 74m(LC03)  
 (b) photomicrograph of above sample.  
 (c) drill core sample of DD-5, 114m(LC05)  
 (d) photomicrograph of above sample  
 (e) photomicrograph of above sample

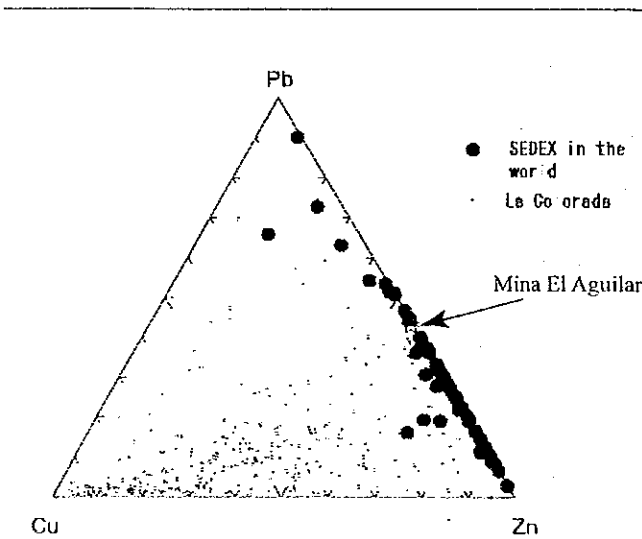
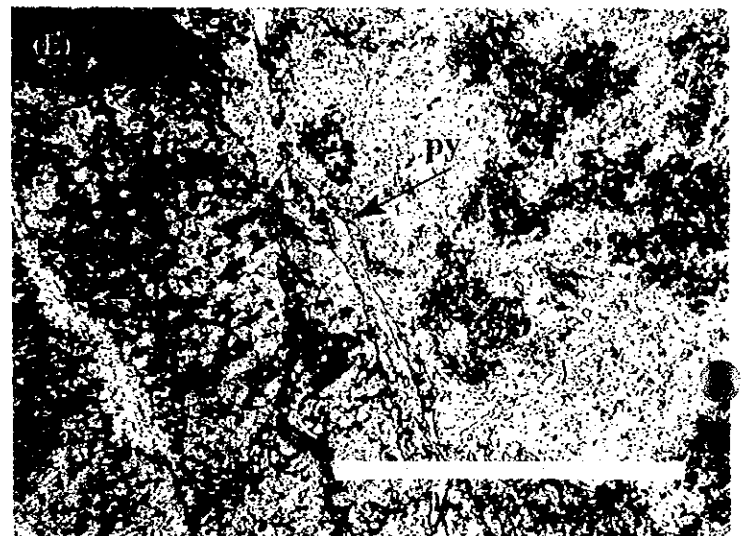


Fig.II-5-2-14-3 Cu-Pb-Zn diagram of typical SEDEX deposits (Goodfellow et al., 1993) and La Colorada deposit (Pacific Rim internal report)

Mayon et al., (1999)によるとボーリング試料で確認された初生硫化物は、磁硫鉄鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、磁鉄鉱、砒鉄鉱、自然ビスマス、錫石、四面銅鉱、エレクトラムである。

今回 Salta 州鉱山局より提供を受けた塊状硫化物鉱石(LOC03)の検鏡結果、網状～脈状を呈し、緑泥石・金雲母・スピネルよりなる塩基性岩起源と思われる変質した母岩が残存する。鉱石鉱物は、不規則他形粒状の黄銅鉱と少量の不規則他形脈状黄鉄鉱、他形閃亜鉛鉱よりなり、脈石鉱物は、石英・緑泥石よりなる。塊状硫化物鉱石(LOC06)は、主にラメラ状～粒状～モザイク状の他形の磁硫鉄鉱からなり、一部に少量の黄銅鉱が磁硫鉄鉱を交代して産する。また網状に不規則他形の黄銅鉱・黄鉄鉱が緑泥石および金雲母の片状集合体と密接に伴う。これら2試料は肉眼では、角礫化構造が顕著で、角礫の間隙を硫化物が充填するように見える(Fig. II-5-2-14-2)。火山岩(LOC02 および LOC05)の検鏡結果、LOC02は泥質岩起源の変成岩で黒雲母、白雲母、直閃石よりなる。LOC05は完晶質等粒状組織を示し、単斜輝石、褐色角閃石およびセリサイト、スメクタイト、緑泥石等の変質鉱物よりなり源岩は斑レイ岩と推定される。

#### 6) 衛星画像の特徴

特徴なし。

#### 7) コメント

後述する Limeca を含め、当地区の堆積岩中には、火山岩が挟在されており、一般的な SEDEX 鉱床に比べると鉛・亜鉛に比べ銅の割合が高く SEDEX よりも火山性塊状硫化物鉱床の生成環境に類似する。また、鉱石の組織は、塩基性岩を礫として有する網状であること、また黄銅鉱を伴うことから、典型的な SEDEX モデル (Goodfellow et al., 1993) と比べてみると、フィーダーゾーンに相当する。しかしながら当鉱床全体のなかで角礫化箇所がどの位置を占めるかは不明であり SEDEX 鉱床のフィーダーゾーンに結びつける必然性はない。Pacific Rim 社の調査結果では本鉱床は有用金属含有量が少なく経済的価値は低い、火山岩を伴うゾーンにあることは興味あることで、今後このゾーンに注目する価値はあると思われる。また、本鉱床の南西約 10 km のオルドビス系には黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、閃亜鉛鉱よりなる Limeca 層状硫化物鉱床が知られており (Mendez and Zappettini, 2001)、今後層準規制型鉱床との見地から鉱床胚胎層準の解明が望まれる

#### 8) 参考資料

- ・ Mendez, V., Segal, S. and Zappettini, E. (2001): Depositos paleozoicos de metales base del noroeste de la Argentina: Coorelacion metalogenetica y evolucion tectonica. VII Congreso Argentino de Geologia Economica, Actas 1, Salta 2001, 27-33.
- ・ Mayon, C. S. L., Segal, S. and Zappettini, E. O. (1999): El yacimiento de sulfuros masivos La Colorada, Salta. In Zappettini, E. O. ed. Recursos \minerals de la Republica Argetina, SEGEMAR, No. 35, 487-492.
- ・ Mendez, V. and Zappettini, E. (2001): Limeca: Prospecto sedex en el la Puna saltena ? VII Congreso Argentino de Geologia Economica, Actas 1, Salta 2001, 107-114.

## 5-2-15 Limeca 鉱徴地 (Zone-18)

### 1) 位置

南緯 23° 41'09"・西経 66° 20'35"、標高 3,711m。La Colorad の南西約 5km に位置する。

### 2) 交通

Cobres 集落から州道 38 号線を数 km 南下し、西側に分岐し車両、途中から徒歩にて至る。今回の調査では時間的制約から鉱徴地まで到達できなかった。下記参考資料に基づき記載する。

### 3) 既往調査

組織的探査未実施。

### 4) 地質・構造

Sierra de Cobre 山地を形成するオルドビス紀の Santa Victoria 層群は粘板岩、珪岩、石英-黒雲母片岩等よりなる。新第三紀石英安山岩斑岩ストック・岩脈を除けば、オルドビス紀の堆積岩堆積時期の火山岩は知られてない。

### 5) 鉱徴・変質

Santa Victoria 層群中に層状の硫化物薄層が発達する。

### 6) 衛星画像の特徴

フォールスカラー画像上では鉱徴を特徴付けるような情報は得られてない。

### 7) コメント

本鉱徴地は、La Colorada 鉱床の南部に位置しており、かつまたほぼ同じ層準にあることから周辺に類似鉱床の賦存が期待される。

### 8) 参考資料

Mendez, V. and Mendez, Y. (2001) Limeca: Prospecto Sedex en la Puna saltena ?

VII congreso Argentino de Geologia Economica, Actas I, Salta 2001. 107-114.

Mendez, V., Segal, S. and Zappettini, E. (2001) Depositos paleozoicos de metales base del noroeste de la

Argentina: Correlacion metalogenitica y evolucion tectonica. VII congreso Argentino de Geologia Economica, Actas I, Salta 2001. 27-33.

## 5-2-16 Tusca 鉱徴地 (Zone-22)

### 1) 位置

南緯 23° 40'00"・西経 65° 42'03.2"。Salta 州 San Antonio de los Cobres の東北東方約 80km に位置する。

### 2) 交通

San Salvador de Jujuy から国道 9 号線および国道 5 2 号線を経由し集落 El Angosto に至る。El Angosto から 3km 北上すると採掘跡に到達する。

### 3) 既往調査

詳細不明

### 4) 地質・構造

縮尺 1:500000 の Jujuy 州地質図によると、Tusca 鉱徴地は、カンブリア紀 Meson 層群を不整合に覆うオルドビス系分布域内にある。アルゼンティンの鉱床・鉱徴地インベントリー(SSM, SEGEMAR y

IGRM, 1999)によると、このオルドビス系は Acoite 層の砂岩および頁岩とされている。

#### 5) 鉱徴・変質

Sangster, A.L. (2001)によると、Acoite 層の粘板岩を切る脈幅 1~2m の塊状粗粒重晶石からなる。走向 N5° E 傾斜垂直の粘板岩中の走向 N70° W 傾斜垂直の鉱脈である。捨石に黄銅鉱一方鉛鉱?重晶石脈中の方鉛鉱が見られる(Fig.II-5-16-1)。

#### 6) 衛星画像の特徴

ASTER 画像上で鉱徴地付近は薄い雲に覆われているが、N-S 方向のオルドビス系の構造が読み取れる。ただし、鉱徴地を特定できるような情報は得られない。

#### 7) コメント

地表の採掘跡の状況等から判断すると、本鉱徴地自体は評価に値しない。

#### 8) 参考資料

- ・ Sangster, A.L. (2001): MINERAL OCCURRENCES IN THE PUNA REGION SALTA AND JUJUY PROVINCES, ARGENTINA

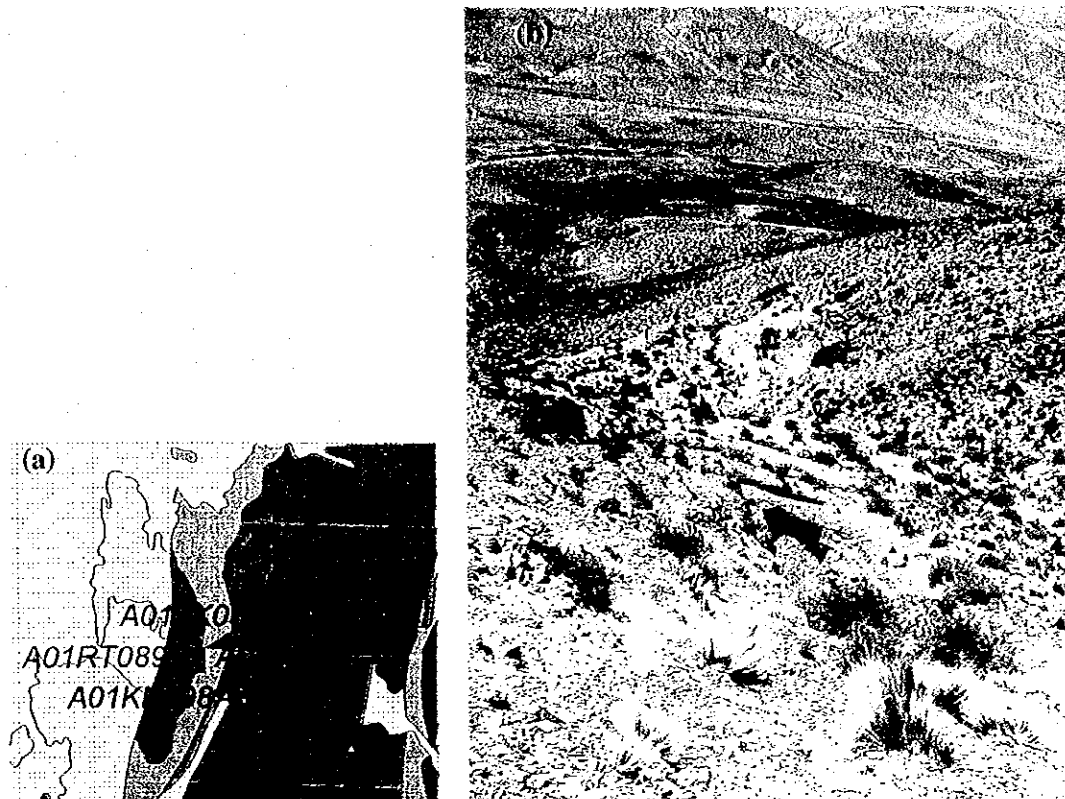


Fig.II-5-2-16-1 Tusca mineral mineral occurrence

(a) Geology around the occurrence (b) Overview of the occurrence

#### 5-2-17 Coiruro 鉱徴地 (Zone-24)

##### 1) 位置

南緯 23° 44'48.2"・西経 65° 29'57.8"。San Salvador de Jujuy の北北西方約 50km に位置する。

##### 2) 交通

San Salvador de Jujuy から国道 9 号線を北上、Tumbaya 北方の沢を左折し鉱徴地に至る。

##### 3) 既往調査

詳細不明。

##### 4) 地質・構造

アルゼンティンの鉱床・鉱徴地インベントリー(SSM, SEGEMAR y IGRM, 1999)によると、Coiruro 鉱徴地の地質は、片岩、粘板岩およびグレイワッケからなる先カンブリア紀 Puncoviscana 層およびこれを貫く流紋岩岩脈からなっている。

##### 5) 鉱徴・変質

既述のアルゼンティンの鉱床・鉱徴地インベントリーによると、浅熱水性の Sb-Au 鉱床とされている。

山塊の北斜面にある多数の坑口が存在する(Fig.II-5-2-17-1)。これらの坑口の下方に散在する脈石英中に微量であるが輝安鉱の存在を確認した。また、他の脈石英 (A01RT090) の分析結果は Appendix に示されている通り、Au が 1.63g/t でやや高値を示す。

##### 6) 衛星画像の特徴

フォールスカラー画像上では鉱徴を特徴付けるような情報は得られてない。

##### 7) コメント

地表の探掘跡の状況等から判断すると、本鉱徴地自体は評価に値しない。

##### 8) 参考資料

- ・ SSM, SEGEMAR y IGRM(1999): INVENTARIO DE YACIMIENTOS Y MANIFESTACIONES DE MINERALES METALIFEROS E INDUSTRIALES DE LA REPUBLICA



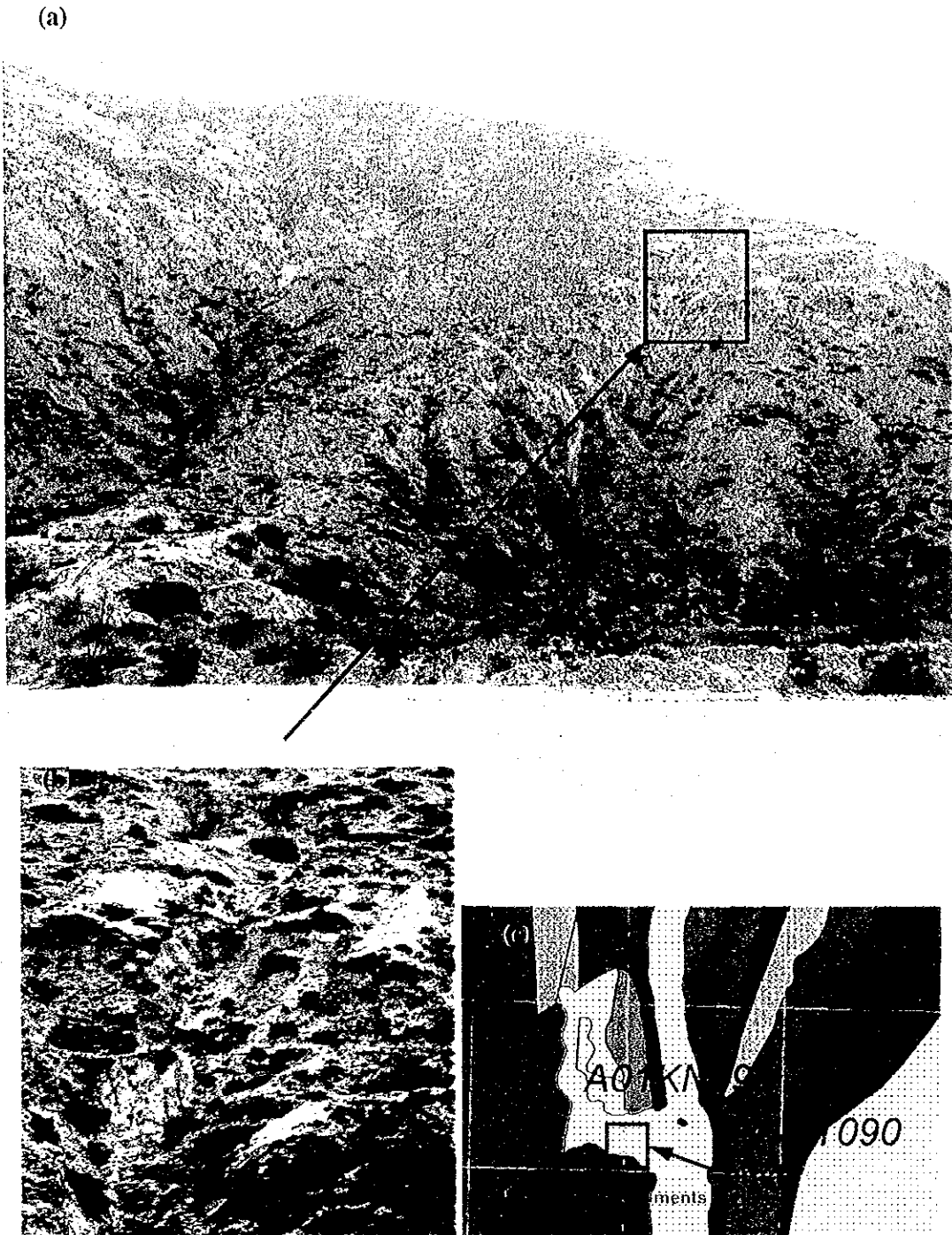


Fig.II-5-2-17-1 Coiruro mineral mineral occurrence  
(a) Overview of the occurrence (b) A lot of tiny ruins explored and/or exploited  
(c)Geology around the occurrence

## 5-2-18 Incachule 鉱徴地 (Zone-16)

### 1) 位置

南緯 24° 15'34", 西経 66° 28'11.1", 標高 4,250m (Victoria 坑跡)。

San Antonio de los Cobres の西方約 15km に位置する。

### 2) 交通

San Antonio de los Cobres から 4 輪駆動車で、州道 51 号線を経て、走行距離 19km, 約 40 分で至る。

### 3) 既往調査

- ・ 1920 年代：チリの民間会社がアンチモンを採掘。
- ・ 1975 年：国家保有地区 No. 31 (Incachule を含む面積 400km<sup>2</sup> において、NOA-1 のプロジェクトとして、FM と世銀が、地質調査、地化学探査 (土壌、岩石)、物理探査 (IP, 磁気、地震) およびボーリングを実施。
- ・ 1992 年～1995 年：JICA・MMAJ が資源開発協力基礎調査を実施。
- ・ 1999 年：Aranlee 社が金を対象とした探鉱を実施。

### 4) 地質・構造

当鉱徴地周辺には、Aguas Calientes カルデラのほか Ramadas, Negra Muerta カルデラが存在し、これらは NW-SE 系の strike-slip fault である Olacapato-El Toro fault の動きと密接な関係を有すると考えられている (Petrinovic et al., 1999)。

本鉱徴地は 10-10.5 Ma の Aguas Calientes カルデラの壁を示唆すると思われる NNE-SSW 方向のリニアメントのやや内部に位置する。Aguas Calientes 火山は再生カルデラで Verde イグニンプライト, Chorrillos イグニンプライト, Tajamar イグニンプライト, Abra del Gallo イグニンプライト の 4 回のデイサイト質のイグニンプライトの噴出があったとされている (Petrinovic et al., 1999)。島弧タイプのカルクアルカリマグマ系列に属する。

### 5) 鉱徴・変質

Aguas Calientes カルデラ内にはこれらイグニンプライト が分布し、このイグニンプライトを母岩とする La Poma (Pb)、Tauro (Ba)、La Olividada (Pb)、La Victoria (Sb)、Incachule (Sb)、California (Pb)、Neptuno (Mn) 等多数の鉱徴地が知られている。このうち今回の調査の対象とした鉱徴地は、アンチモンの鉱化作用が知られている Incachule である。低硫化系浅熱水システムでは、アンチモンは一般に浅所に濃集する傾向がある。JICA・MMAJ (1993) によると金品位は低いものの、全域にわたって中性熱水の変質を蒙っていること、角礫状石英脈中の石英の流体包有物の充填温度が 166°C を示していることから、周辺・下部に浅熱水性金鉱床賦存の可能性をチェックすることを目的とした。

石英弱～未変質安山岩質の Verde イグニンプライト (A01KN018) は暗灰色呈し、黒雲母斑晶が特徴的である。鏡下では、斑晶は石英・斜長石・カリ長石・黒雲母、基質は脱ハリ化した隠微晶質～微晶質石英・長石から構成される。黒雲母はオパサイト化が著しく、周辺には不透明鉱物が生成する。白色粘土化岩は、石英脈 (熱水角礫岩) の周辺に発達するものと (Fig. II-5-2-18-1)、熱水角礫

岩を伴わないものがある。前者は、黒雲母も完全に変質し褐鉄鉱を伴うことから褐色を呈する。このタイプの変質岩について2ヶ所で採取した試料(A01KN020, A01KN025)のX線回折結果によると変質鉱物は、石英・カリ長石・スメクタイト/セリサイト混合層鉱物よりなる。後者は黒雲母・石英は残存するが、斜長石および基質は粘土化する(A01KN016)。X線回折結果によると変質鉱物は石英・カリ長石・セリサイトよりなり(A01KN016, A01KN017)、変質鉱物組成からみると前者より高温生成を示唆している。また石英・カオリンの組み合わせが当変質帯の東西端(A01TK015, A01TK016, A01KN022)で確認された。酸性熱水のオーバープリントと思われる。石英脈(熱水角礫岩)は、石英(珪化岩)、溶脱珪化したイグニブライトクラスト等を石英が膠結したもので、一般に石英は乳白色を呈する。幅は最大30cm程度である。この石英脈に輝安鉱を伴う。輝安鉱の単結晶の長さが10cm近くに達するものまでである。石英脈はNW-SE系のものが卓越する。JICA・MMAJ(1993)によると、8本の石英脈が確認されている。Fig. II-5-2-18-1(b)暗灰色のイグニブライト中に発達する白色粘土化を伴う2本の石英脈を示す(Veta-4, Veta-5)。化学分析の結果、石英脈試料(A01KN024)でAu:1.26g/tをA01KN023でAs>10,000ppmの値を得た。アンチモンはSb:105~760ppmであった。

当鉱徴地の南方約3kmには白色粘土化変質とともに温泉の湧出、マンガン酸化物を含むシリカシンターが形成されている(Fig. II-5-2-18-1(d))。シンターの化学分析結果では特に異常な金属元素の濃集は見られなかった(A01KN027)。

#### 6) 衛星画像の特徴

ASTER 3D画像(Fig. II-5-2-18-2)では、カルデラ壁とその内側に存在する Incachule 変質帯が明瞭に識別できる。カルデラの外側は、フォールスカラー画像では黄土色の色調を、西側は、黒褐色の色調を示し、前者はTajimarおよびAbra de Galloイグニブライトに、後者はVerdeイグニブライトに相当する。

#### 7) コメント

本鉱徴地を取り巻く粘土化変質帯は衛星画像解析からも推定されるとおりカルデラ壁部に位置しており、後カルデラ期にカルデラ壁部の断裂に生じた熱水系により形成されたものと推定される。その熱水活動はBano de Incachule温泉に見られるように現在まで引き続いている。変質鉱物組成、石英中の流体包有物充填温度から判断して、低硫化系金鉱床を想定した場合、金の沈殿レベルは現在の地表より深部にあると考えられることから、今後、熱水のフォーカスした場所の抽出を含め熱水系の解明が望まれる。

#### 8) 参考資料

- ・ Petrinovic, I. A., Mitjavaila, J. Viramonte, J. G., Marti, J. Becchio, R., Arnosio, M. and Colombo, F.(1999): Descripcion geoquimica y geocronologica de secuencias volcanica transversal del Quevar (Noroeste de Argentina). ACTA GEOLOGICA HISPANICA, 34, 255-272.
- ・ Petrinovic, I. A. (1999): La Caldera de colapso del Cerr Aguas Calientes, Salta, Argentina: evolucion y esquema estructural. GEOLOGICA HISPANICA, 34,

243-253.

- Direccion General de Fabricaciones Minerares (1975): Informe final area de reserva No. 31 Esperanza-Incachule.
- JICA and MMAJ (1993) :La exploracion de minerals en el area oest de la Republica Argentina (Fase I) . pp.142.

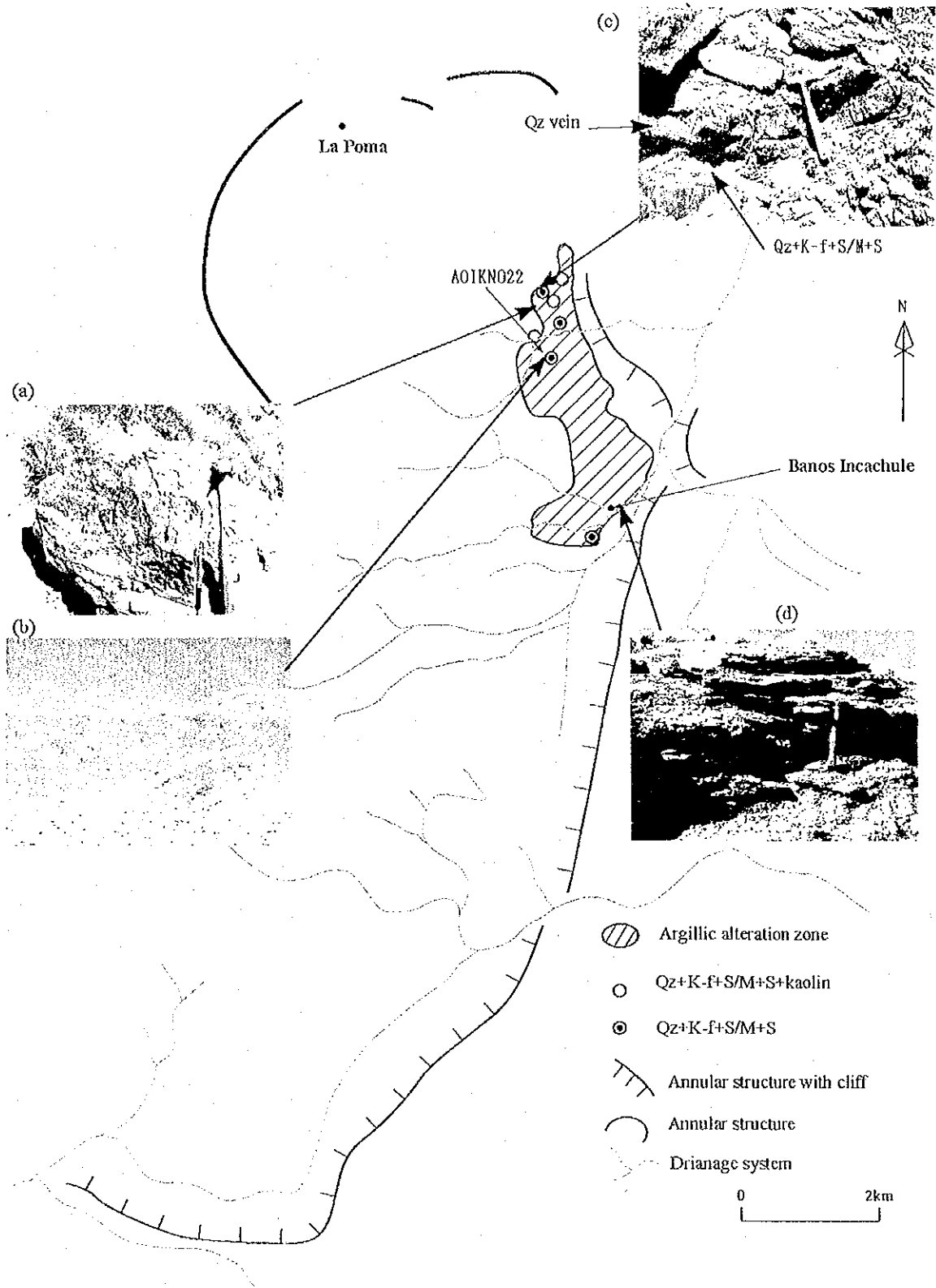
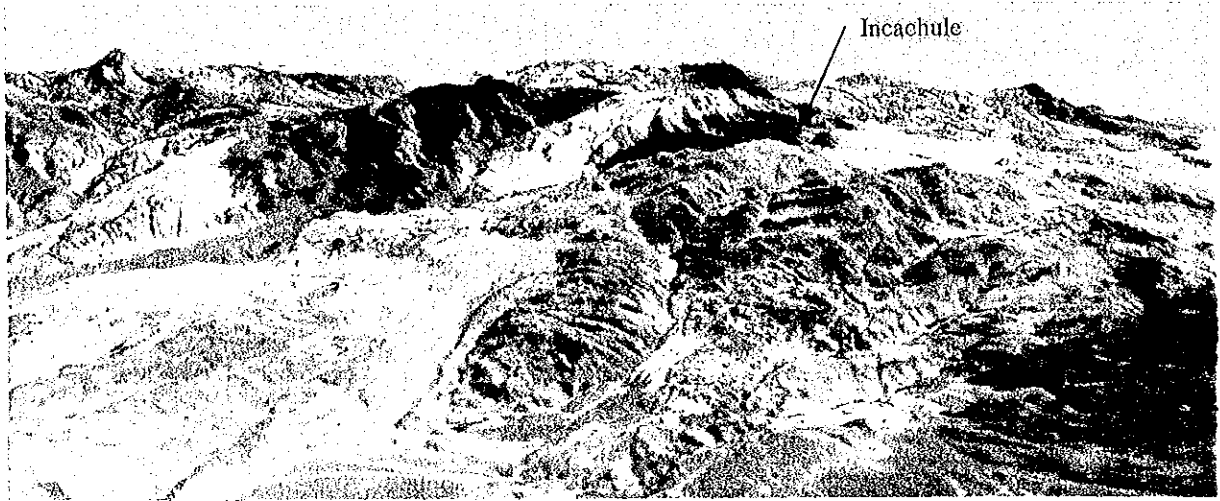
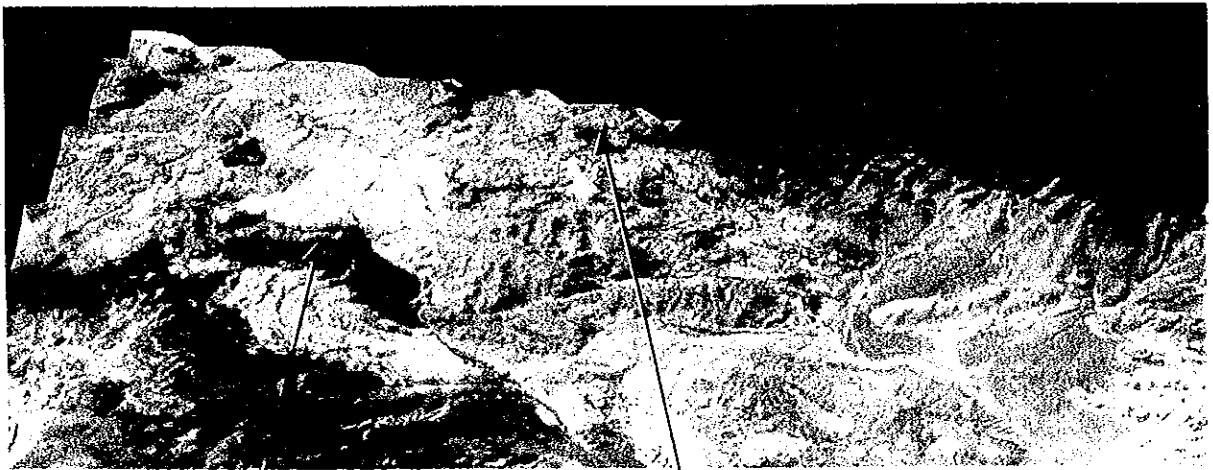


Fig.II-5-2-18-1 Incachule mineral occurrence (a) hydrothermal breccia (b) argillic alteration zone

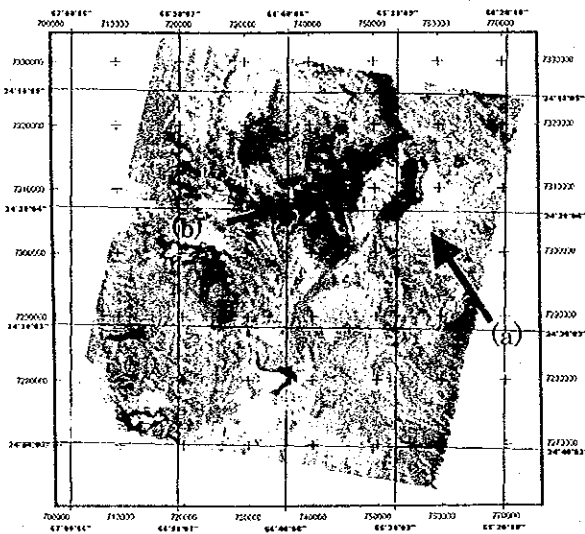
ASTER image 012



(a)



(b)



ASTER image 012

Fig11-5-2-18-2 Birds-eye view of Incachule occurrence and Organullo occurrence