

第Ⅱ部 各 論

第1章 沢砂地化学探査（第一次調査）結果

1-1 ケジュワコタ地区

1-1-1 地質・地質構造

全域に亘って黒色頁岩が分布し、一部に砂岩を挟んでいる（第7図、以下地質凡例は第8図参照）。

地層の一般走向はNNW-SSEおよびNNE-SSWで傾斜は30～50° NE～SEを示し、比較的単純な構造を形成している（第8図）。

1-1-2 鉱化・変質作用

本地区内では、ヤナ・オルコ(Yana Orkho)鉱山が稼行中である他は、優勢な鉱化示徴は確認されていない。

ヤナ・オルコ鉱山は、約30人で共同組合経営(cooperativa minera)しており、調査時にはコンプレッサー1台を設置し、キャンプ2箇所ですべて15人が就労していた。急崖の中腹に水平坑道を掘削中(約70m)で、採掘した10cm-20cm大の灰色石英(微細な金粒含む)はヤナ・オルコ川の川原で粉碎、磨鉱してパンニングで金を回収している。鉱床は、層準規制を受けて胚胎母岩の層理にほぼ整合的に挟在される鉱層型鉱床（以下文献で一般に記載されているマント型鉱床と呼称）と思われる。

一部に黄鉄鉱を伴う層厚数mの褐鉄鉱化頁岩層が数カ所で分布しているのが認められるが、分析結果では金属元素の顕著な濃集を示していない(10017LA)。

また黄鉄鉱の鉱染を伴う弱い珪化作用が局部的に確認されたが、2試料(10004LA, 10053ATH)の分析結果ではAs(10004LAのみ)以外では顕著な値を示していない。

研磨片(10004LA)検鏡結果では硫砒鉄鉱をかなり含有しており、他に黄鉄鉱や微量の黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、白鉄鉱等が確認された。

1-1-3 沢砂地化学探査結果

第1年次採取沢砂で異常値の確認された地点の上流の沢砂に金の異常が確認された(10104RTS: Au9.99g/t)が、ヤナ・オルコ鉱山の鉱石を処理している河原のすぐ下流にあたり、人為的な汚染と思われる。ヤナ・オルコ鉱山の斜面側の谷(ヤナ・オルコ川流域)には0.1g/tから0.169g/tの値が得られたがアカマニ川(Rio Akamani)流域では極めて低い(第9-1図)。

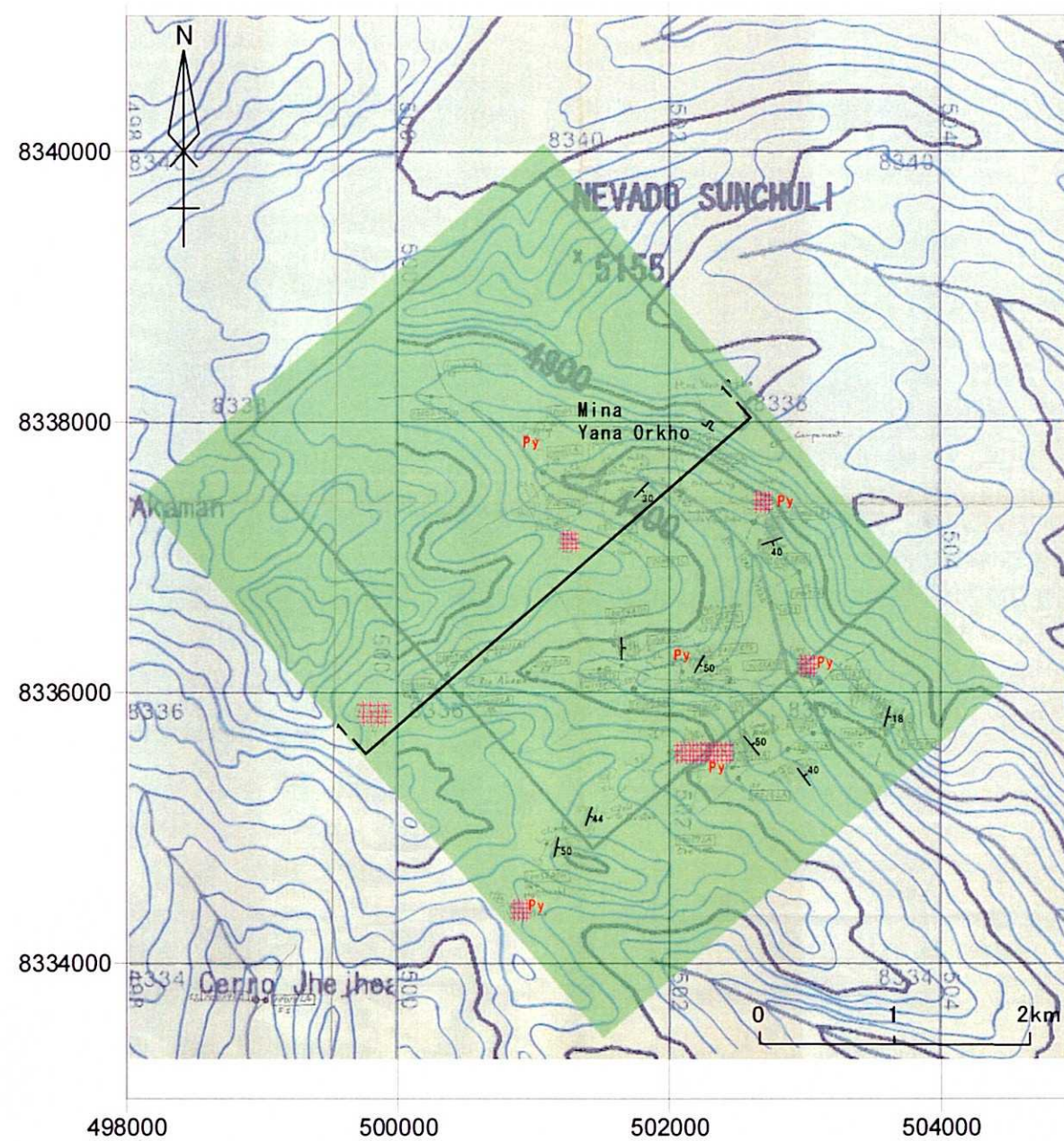
ヤナ・オルコ川流域では金の異常部に砒素と水銀の異常が重複している(第9-2図、第9-3図)。アカマニ川流域では砒素の異常に銀、銅、鉛、亜鉛、アンチモン、インジウム、錫およびタングステン異常が重複している。

1-1-4 考察

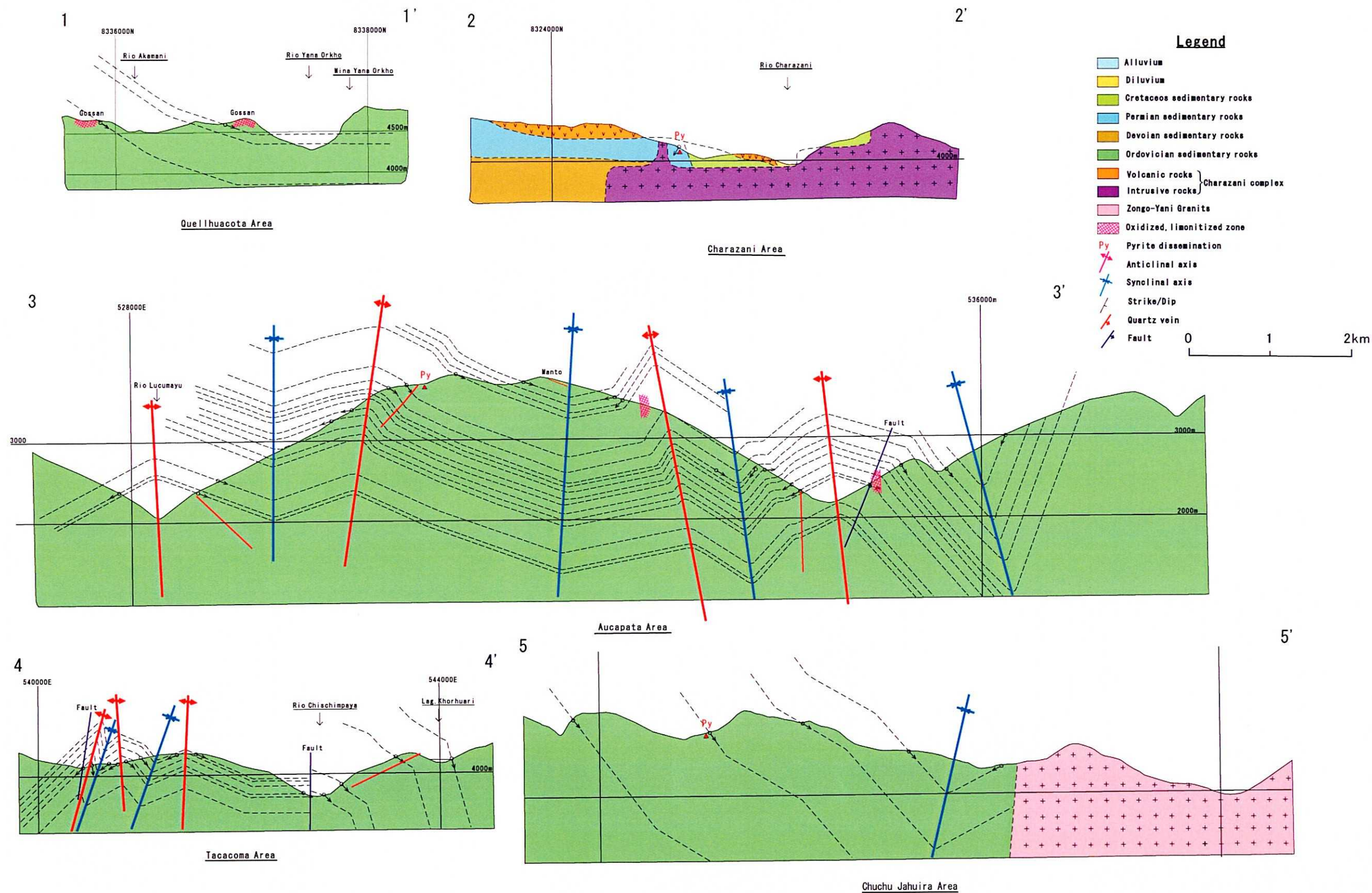
黒色頁岩中にヤケや黄鉄鉱の鉱染が認められ、噴気性堆積鉱床(SEDEX)の存在が期待されたが分析結果では顕著な値を示していなく、大規模鉱床の可能性は低い。

地質構造的にみても単調な構造を示しており、背斜軸部に発達する脈状・マント状鉱床の期待は薄い。地区のさらに北東部には背斜構造が期待できヤナ・オルコ鉱床は背斜軸の南西翼部に位置する可能性がある。

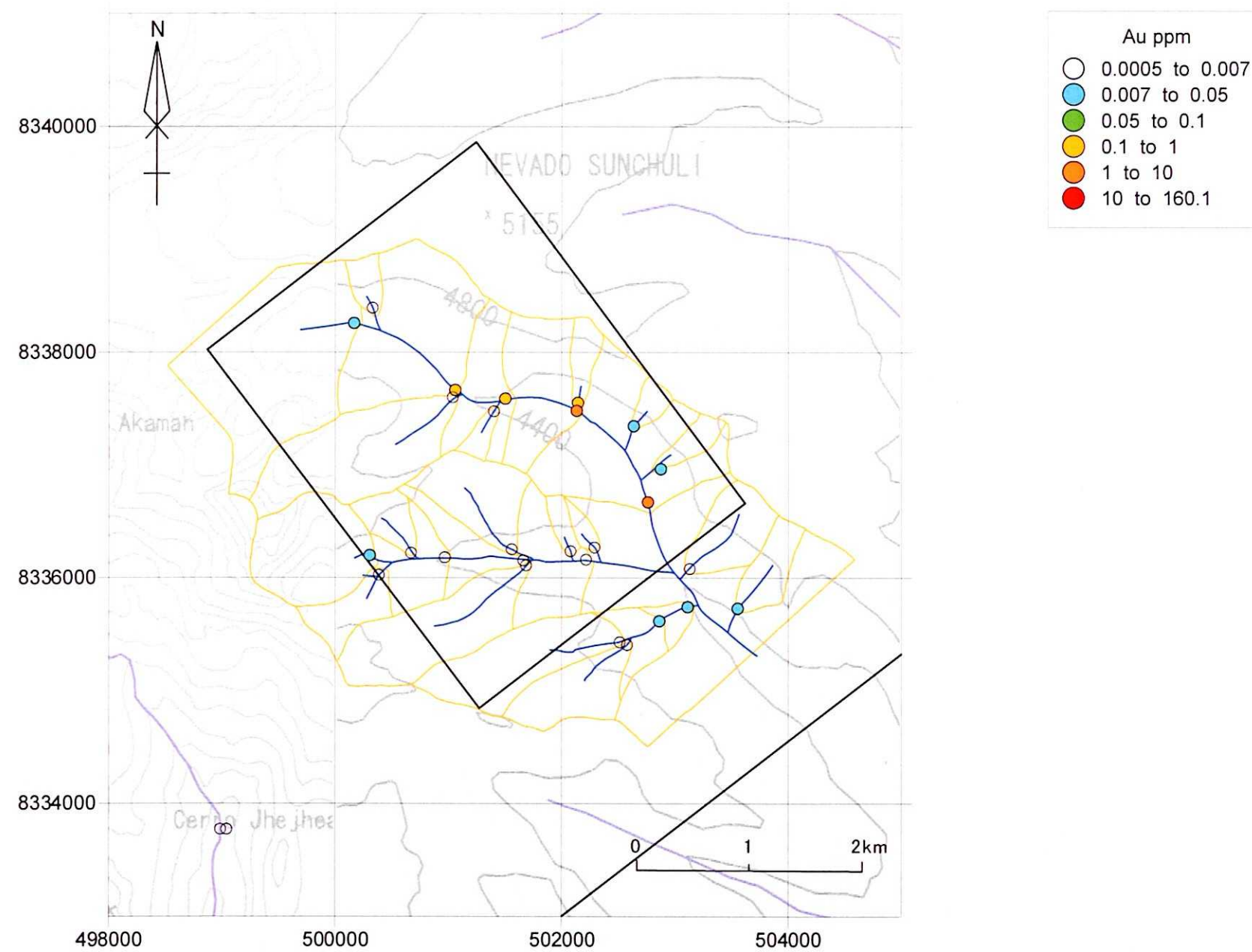
沢砂地化探の結果で、アカマニ川には砒素の異常がベースメタル等の異常を伴っており、黄



第7図 ケジュワコタ地区地質図（縮尺5万分の1）
Fig.7 Mapa geológico del distrito Quellhuacota

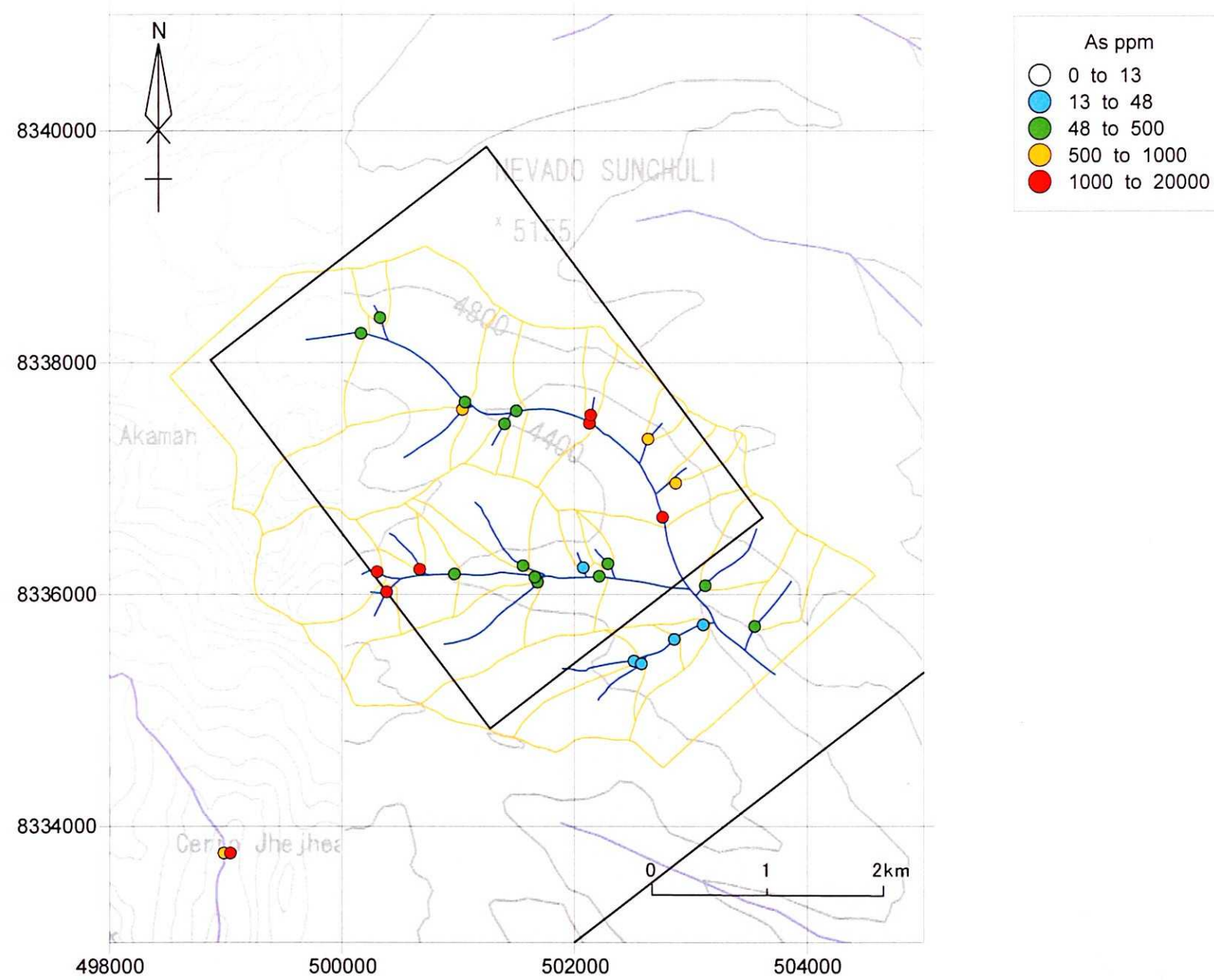


第8図 地質断面図 (縮尺5万分の1)
Fig.8 Perfil geológico de los distritos estudiados



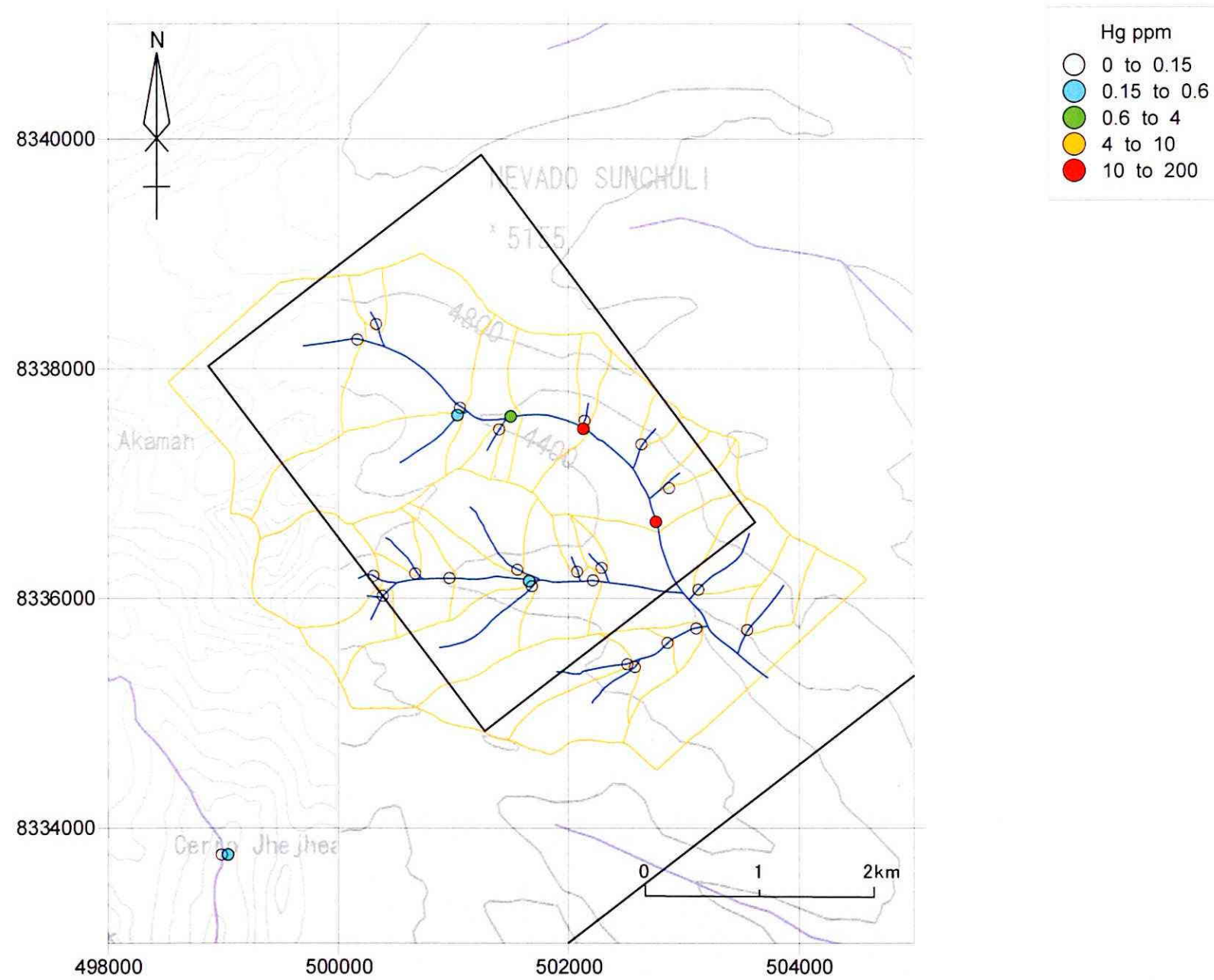
第 9-1 図 ケジュワコタ地区沢砂地化学異常図 (Au) (縮尺 5 万分の 1)

Fig. 9-1 Mapa de anomalía geoquímica (Au) de sedimentos de corriente (Quellhuacota)



第 9-2 図 ケジュワコタ地区沢砂地化学異常図 (As) (縮尺 5 万分の 1)

Fig. 9-2 Mapa de anomalía geoquímica (As) de sedimentos de corriente (Quellhuacota)



第 9-3 図 ケジュワコタ地区沢砂地化学異常図 (Hg) (縮尺 5 万分の 1)

Fig.9-3 Mapa de anomalía geoquímica (Hg) de sedimentos de corriente (Quellhuacota)

鉄鉱に随伴された硫砒鉄鉱および／または、多金属鉱床存在の可能性がある。

本地区では、優勢な鉱化作用の期待は薄い。

1-2 チャラサニ西地区

1-2-1 地質・地質構造

本地区にはチャラサニ半深成複合岩類と堆積岩類が分布している（第10図、第8図）。

半深成複合岩類は貫入岩類と火山岩類（溶岩、火砕岩）が存在する。貫入岩は岩相変化が激しいが、第1年次の全岩分析結果ではモンゾニ花崗岩の領域にプロットされる。

薄片検鏡結果では、流紋岩質凝灰岩(10648FMS, 10302MH)、角閃石-黒雲母流紋岩溶岩(10920FMS)、角閃石-黒雲母流紋岩質貫入岩(10301MH, 10649FMS, 10925FMS)と同定された。

流紋岩質凝灰岩と角閃石-黒雲母流紋岩質貫入岩の K-Ar 年代測定結果はそれぞれ 56.8±1.5Ma(10648FMS)および 47.1±1.0Ma(10649FMS)を示す。

堆積岩類は、二畳系の石灰岩、頁岩、砂岩、礫岩の他に赤色岩層が分布する。両者の関係は不整合乃至断層関係と見られる。

赤色岩層は、調査対象地域の西部域に広範囲に分布する火山礫凝灰岩、集塊岩、砂岩等の岩相変化を示す火山性堆積物とは異なり、赤色砂岩主体の白亜系の可能性が高い。鏡下では、石英粒を多量に含む珪質砂岩または珪岩であり、ほかに斜長石、カリ長石、菱鉄鉱、炭酸塩鉱物および赤鉄鉱が認められる(10338MH)。

NE系の割れ目が貫入岩や白亜系堆積岩中にみとめられる。NW系の割れ目はNE系の割れ目で切られている（転移？）

1-2-2 鉱化・変質作用

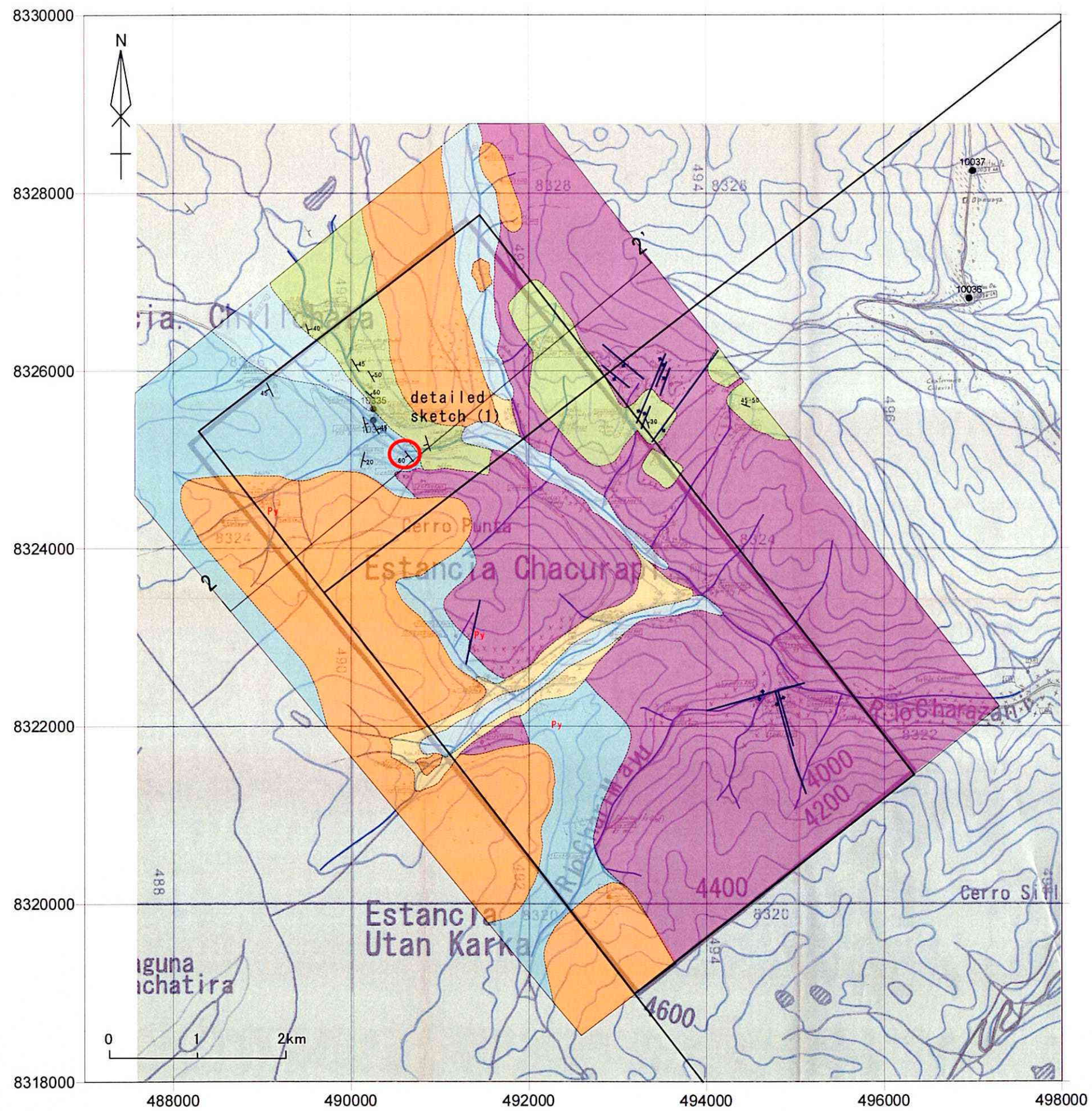
チャラサニ貫入岩が赤色砂岩に貫入している部分の接触部は肉眼的に非変質であるが、二畳系の砂岩（石灰岩を挟在）中には層状規制型石英-緑簾石-緑泥石層（含黄鉄鉱-鏡鉄鉱）が約10mに亘って認められる（別添図7：スケッチ1参照）。しかし層別に採取した14試料(10059MH～10072MH)の化学分析結果ではマンガン以外には顕著な元素の濃集は認められていない。薄片(10059MH, 10060MH, 10069MH)および研磨片(10061MH, 10062MH, 10071MH)観察結果でも、特別な鉱物は認められていない。

二畳系石灰岩には他にも緑泥石化やゴッサン化(10277MH, 10340MH, 10907FMS)が認められ、黄鉄鉱鉱染(10340MH ほか)を伴っているが、化学分析結果ではこれらにも顕著な金属の濃集は認められない。

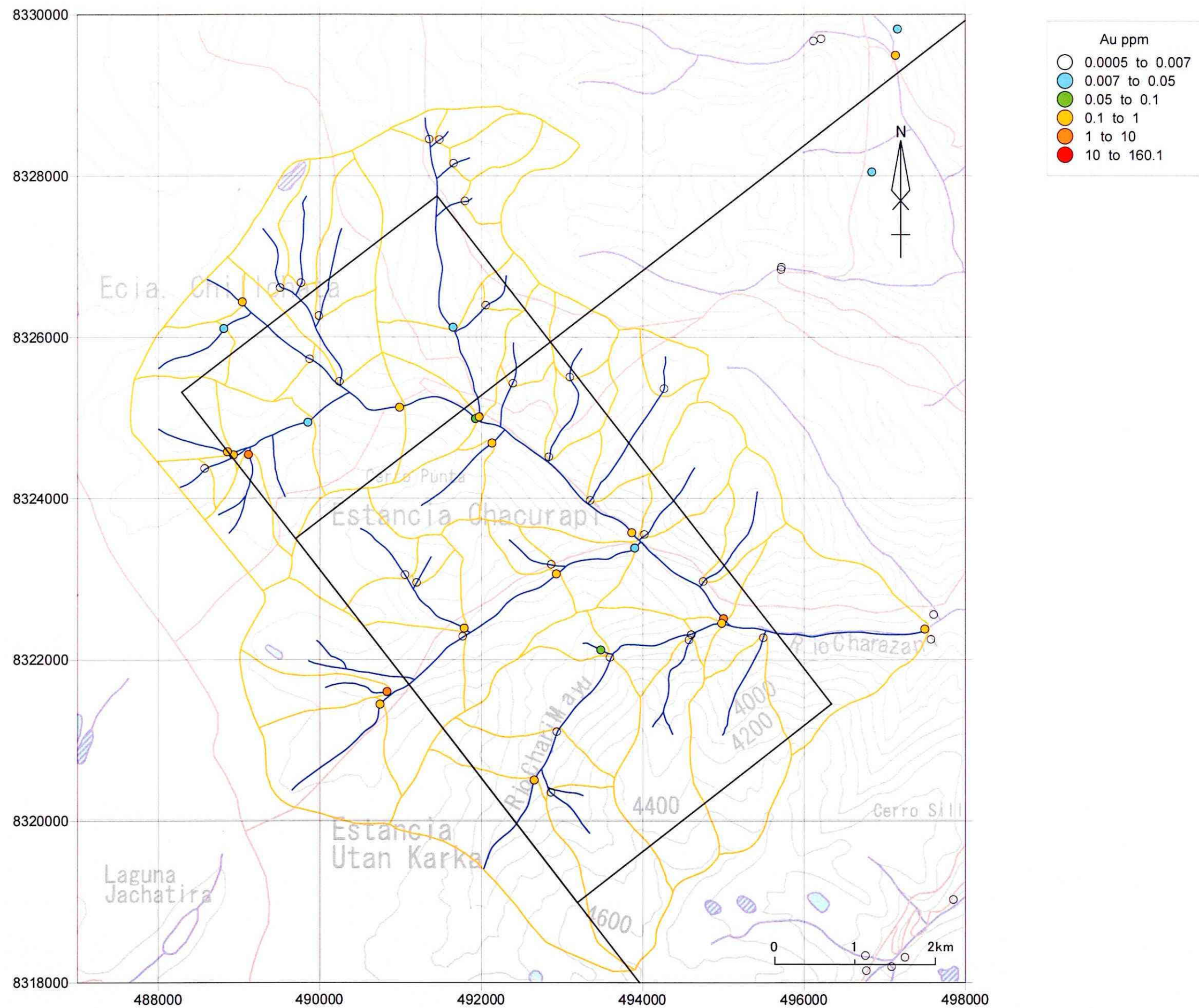
チャラサニ半深成複合岩類中には、普遍的に緑泥石化・絹雲母化が認められる。一部に黄鉄鉱の鉱染を伴っているが(10913FMS)、化学分析結果では優勢な鉱化作用は認められない。

1-2-3 沢砂地化学探査結果

チャラサニ川上流の火山岩分布域の沢砂中には金 2.07g/t(10915FMS)や、1.095 g/t(10921FMS)が含有されているほか、調査地西側で金が比較的高い値を示す（第11-1図）。

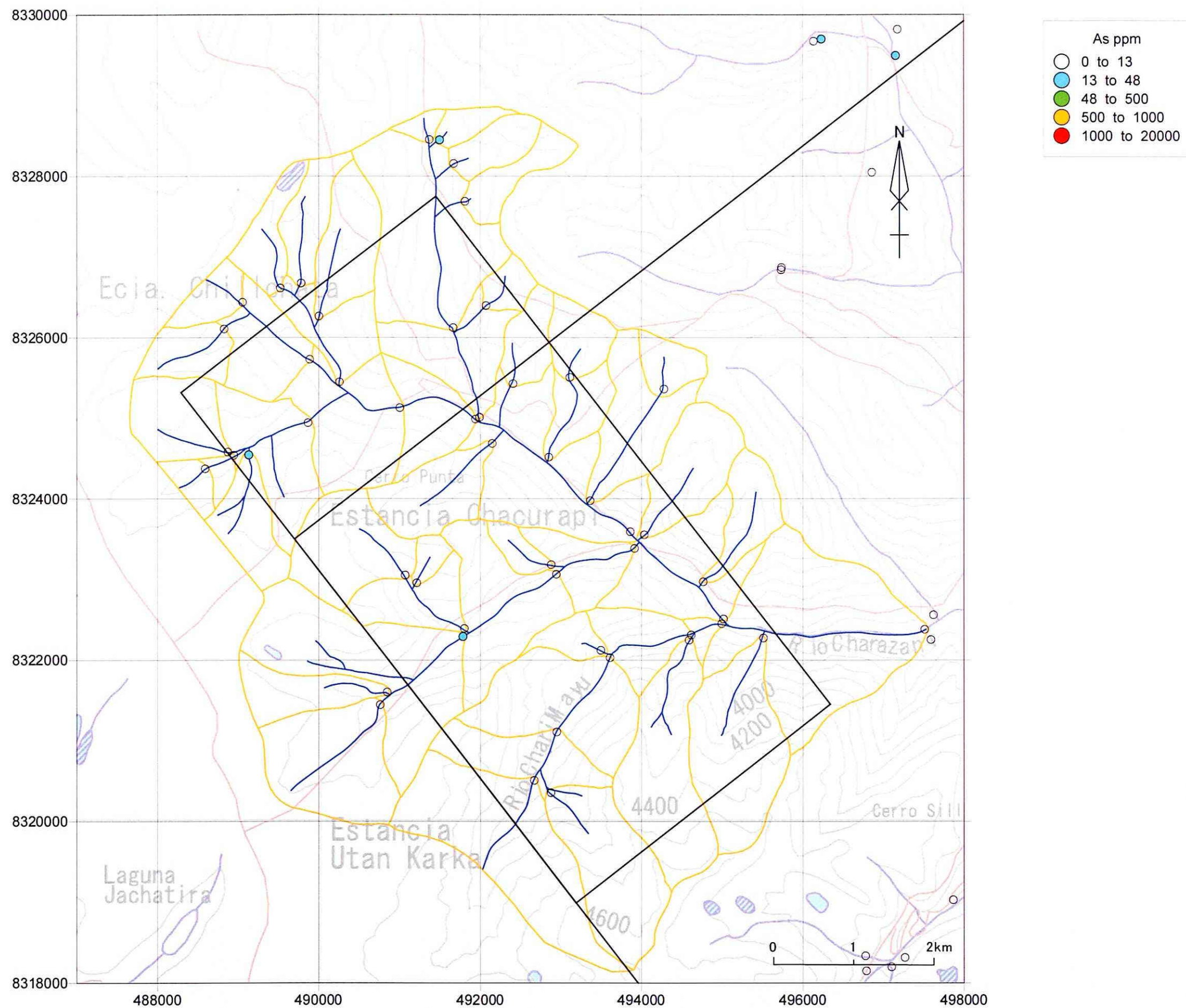


第 10 図 チャラサニ西地区地質図
Fig.10 Mapa geológico del distrito Charazani W



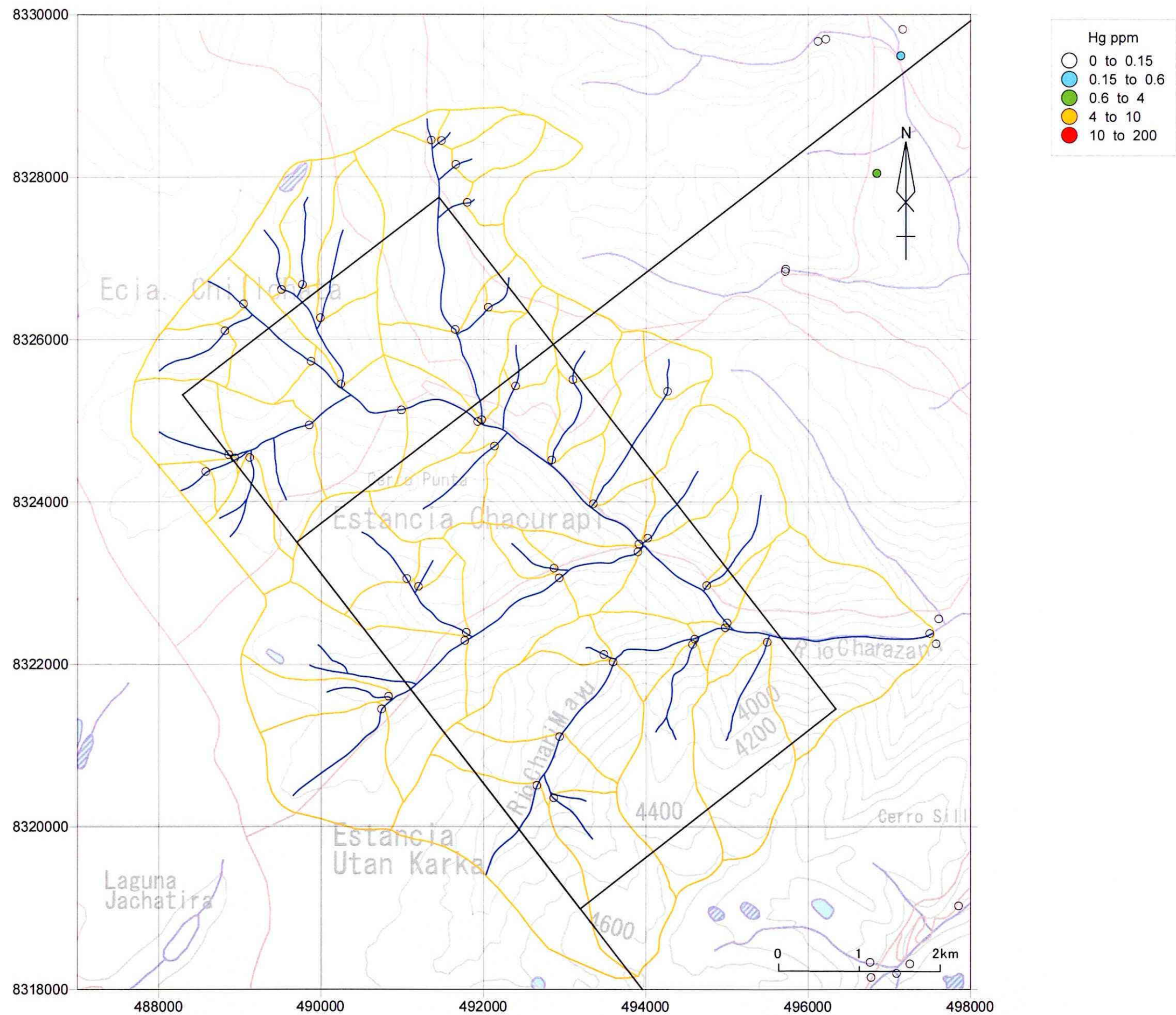
第 11-1 図 チャラサニ西地区沢砂地化学異常図 (Au) (縮尺 5 万分の 1)

Fig.11-1 Mapa de anomalía geoquímica (Au) de sedimentos de corriente (Charazani W)



第 11-2 図 チャラサニ西地区沢砂地化学異常図 (As) (縮尺 5 万分の 1)

Fig.11-2 Mapa de anomalía geoquímica (As) de sedimentos de corriente (Charazani W)



第 11-3 図 チャラサニ西地区沢砂地化学異常図 (Hg) (縮尺 5 万分の 1)

Fig. 11-3 Mapa de anomalía geoquímica (Hg) de sedimentos de corriente (Charazani W)

調査地区のさらに西方では、SERGEOMIN 採取の沢砂地化探結果で、金の濃集 (No. 672:1.57g/t) が確認されている。

金の異常部には砒素も水銀も異常が見られない (第 11-2 図、第 11-3 図)。

1-2-4 考 察

チャラサニ半深成複合岩類の生成時期は第 1 年次調査の貫入岩の K-Ar 年代測定で、 $97.7 \pm 2.5\text{Ma}$ および $94.9 \pm 2.6\text{Ma}$ が得られていた。今年度西側に分布する火山岩および貫入岩の年代を測定した結果 $56.8 \pm 1.5\text{Ma}$ および $47.1 \pm 1.0\text{Ma}$ と若い値を示した。これらの値は白亜紀中期に開始した火成活動が始新世中期まで及んだことを示唆している (第 18 図)。

ウワト (アマレテ) 花崗岩類は JMBC のプロジェクト選定調査では K-Ar 年代測定で、 $159.2 \pm 6.0\text{Ma}$ の値が得られており、周辺には錫・鉛・亜鉛の鉱化作用が認められる。しかし第 1 年次調査の K-Ar 年代測定では $93.4 \pm 2.6\text{Ma}$ を示し、この値はチャラサニ貫入岩の第 1 年次調査の K-Ar 年代測定値に近い。このことから類推すると、アカマニのベースメタル鉱化作用はこの時期の貫入に起因すると考えられる。一方、西方の火山岩分布域の沢砂中には金の濃集が認められることから、火山岩の活動が金をもたらしたと解釈され、始新世中期頃に金鉱化作用が行われたことを示唆している。

チャラサニ地区北西側には二畳系と不整合? で接する陸性堆積岩である赤色砂岩層が分布する。これらは既往文献にも記載無く、地質時代は明らかではないが、ボリビア中央部の地質層序に対比すれば白亜紀前の堆積物であろうと推定される。第 1 年次に調査地南西方で確認された赤色層に連続するものと思われる。

チャラサニ地区では西側が金鉱化作用の期待できる区域と考える。

1-3 アウカパタ地区

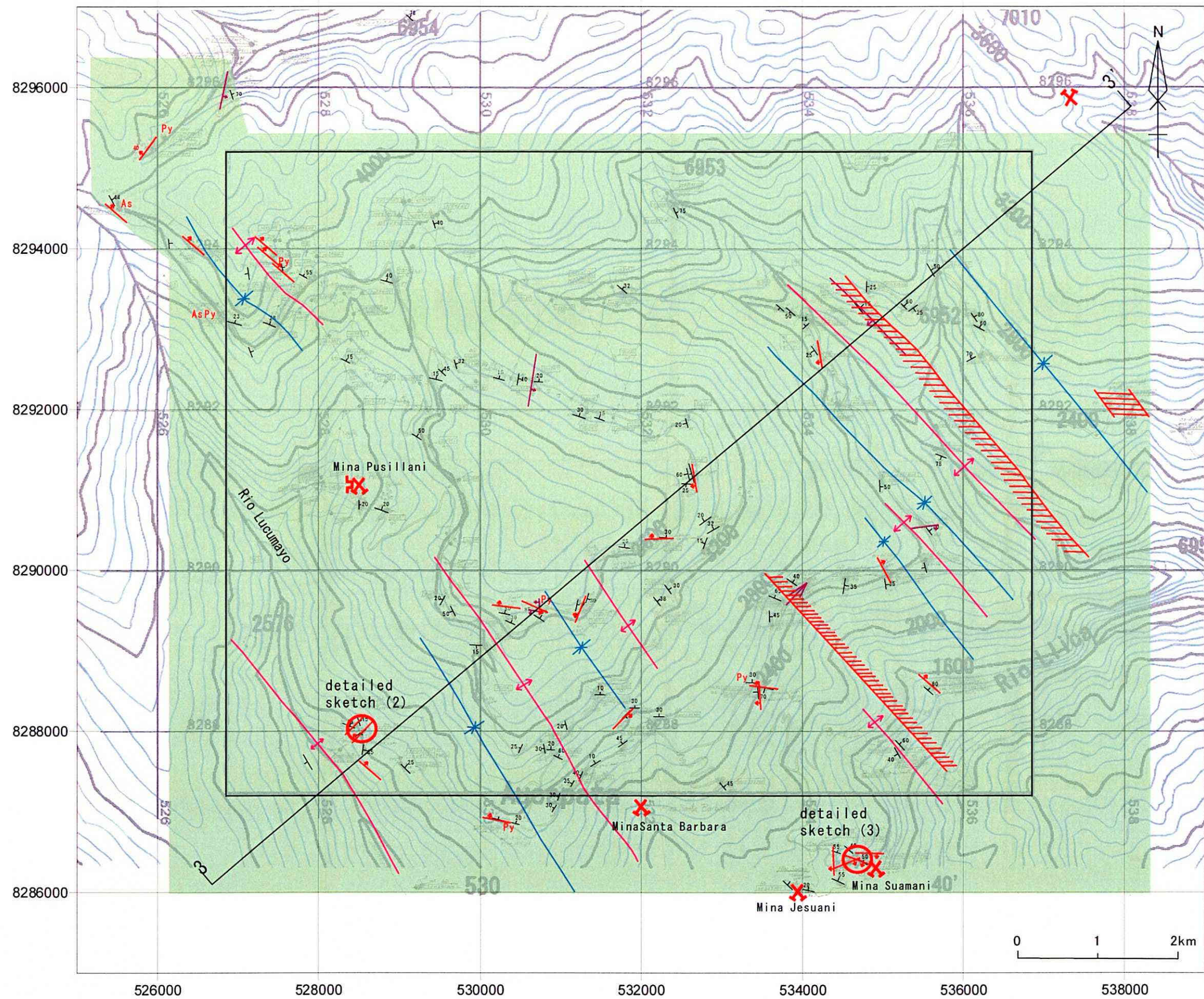
1-3-1 地質・地質構造

全域に亘って頁岩が分布し、局部的に砂岩を挟んでいる (第 12 図)。

アウカパタ北西の谷に沿って比較的大きな構造線 (背斜軸、断層?) が推定され、この他にも多数の背斜・向斜構造が存在するが、地層の走向・傾斜が複雑で地質構造が不明な個所が多い (第 8 図)。

1-3-2 鉱化・変質作用

本地区西部のルクマヨ (Lucumayo) 川に沿ってプシジャニ (Pusillani) 鉱山 (閉山中) が存在するほか、旧坑 1 箇所 (別添図 7: スケッチ 2 参照) を確認した。さらに石英脈や石英網状脈等の示徴が多数分布している。特に北西部には、最大幅 20m、走向延長 300m+ の石英脈が多数の石英転石帯を形成して背斜軸東翼部に露出しており、局部的に黄鉄鉱、褐鉄鉱を随伴している。この脈から採取された 4 試料 (10996FMS~10999FMS) の化学分析結果では金 0.087g/t が最高だった。しかし、西隣道路のカッティングの黄鉄鉱・硫砒鉄鉱を伴う石英細脈は、金 0.374g/t を示し、また北部には金 0.206g/t、銀 15.2g/t および銅 11.7% を含む黄鉄鉱・黄銅鉱石英脈 (10657FMS) が認められ銅鉱化作用が存在する。砒素鉱物は認められない。



第12図 アウカパタ地区地質図（縮尺5万分の1）
Fig.12 Mapa geológico del distrito Aucapata

地区南部には、サンタ・バルバラ (Santa Barbara) 鉱山 (詳細不明)、スアamani (Suamani) 鉱山 (別添図 7: スケッチ 3 参照)、ヘスアニ (Jesuani) 鉱山 (いずれも閉山中) が存在している。

スアamani 鉱山は約 30 名の労働者により 1995 年から 1999 年にかけて稼行された。厚さ 10cm ~60cm のマント状含金石英を採掘していたが、一部に小規模の脈状石英やネットワーク状石英も認められる。1999 年には約 10 本の試錐が実施されたが顕著な鉱徴は確認されてない様である。今回採取したマント状石英 4 試料では、金は最大 72.7g/t (10273MH) を示す。この試料では肉眼で金粒が確認された。ジーカ (Llica) 川を挟んで対岸にはチャカワジャ (Chacahualla) 鉱山が存在し、同じ層準? のマント型石英を採掘していたが現在は閉山中である。

ヘスアニ 鉱山は探鉱坑道約 120m 掘進して 2002 年に中断している。石英は坑口にもズリ中にも認められない。探鉱小屋とコンプレッサー 1 台が残されている。

地区南東部には、幅約 3 km に亘って、NW 方向の酸化・褐鉄鉱化帯が分布している。イスカンワヤ (Iskanwaya) 遺跡北東約 500m の地点ではフェロクリート様を呈する。この変質帯の北西延長部の沢 (10478AT) には酸性水が流出しており、沢の合流点では酸化鉄が沈殿しているが、北西延長方向の分布は植生とアクセス不良で不明である。

頁岩に挟まれた砂岩は珪化作用を被り、網状石英脈や黄鉄鉱鉱染を伴っている。

アウカパタ集落近傍の層厚 80cm の珪化砂岩 (10280MH) は、X線では石英の他に少量の滑石や微量の絹雲母、緑泥石を伴っており、鉱石鉱物として鏡下では黄鉄鉱の他に微量の閃亜鉛鉱が認められる。化学分析結果では弱い金鉱化作用 (Au0.85g/t) が確認された。

同じ珪化砂岩でも、地区中央南部の道路のカッティング (10268MH, 10269MH) では金品位は極めて低い。周囲の頁岩は強い珪化と緑泥石化を被っている (10270MH)。

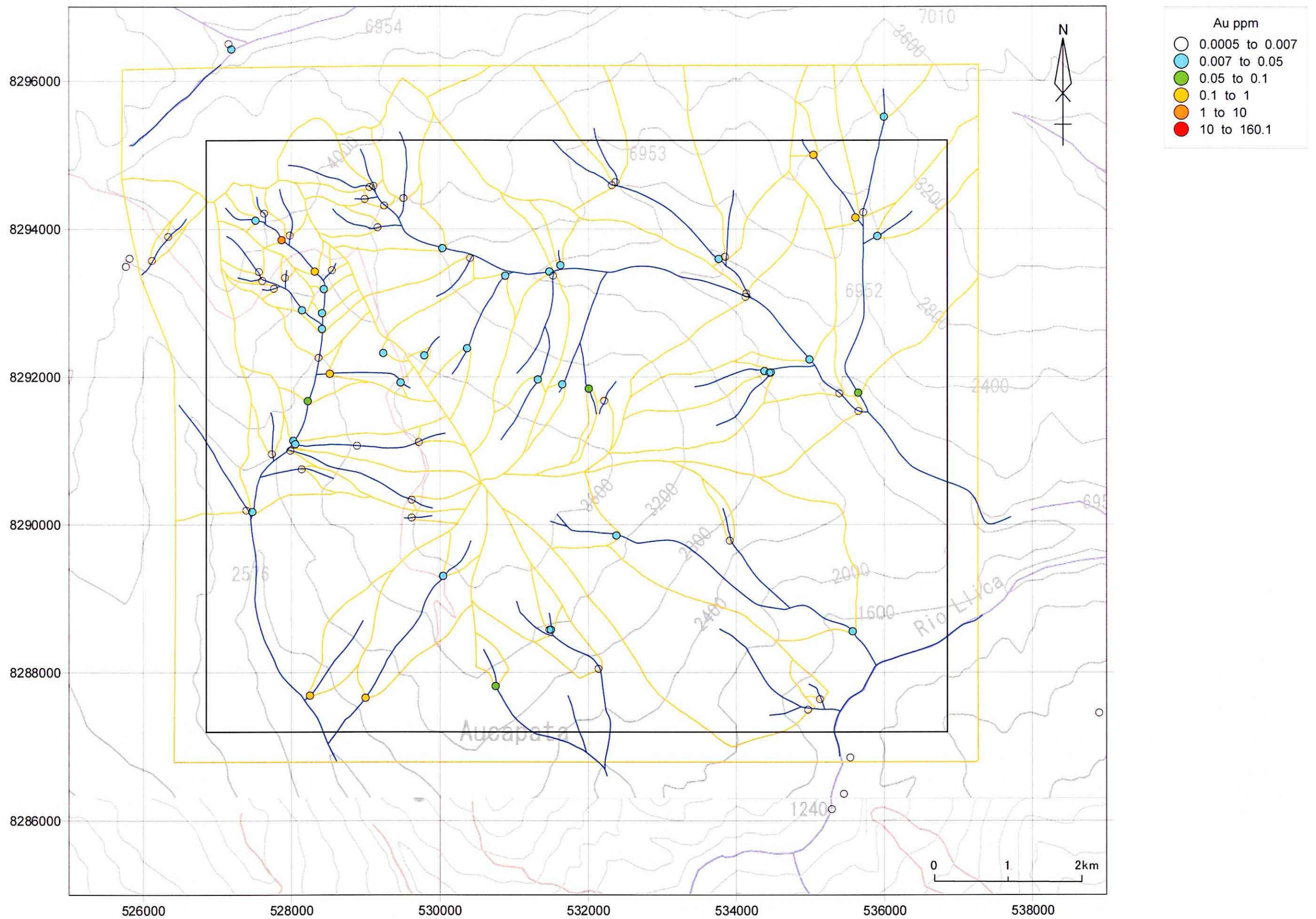
石英中の流体包有物の均質化温度と NaCl 相当塩濃度の測定結果は以下のとおり。

第 5 表 アウカパタ地区流体包有物測定結果

Sample No.	Type	Fluid Inclusion		structure		Assay		Remarks
		Homo. Temp. Ave (°C)	Sal. (wt%)	Strike	Dip	Au (g/t)	Ag (g/t)	
10997FMS	vein	199	14.3	N15-20W	90	0.008	0.02	
10998FMS	vein	181	11.1	N20W	90	<0.005	0.06	Small Inc.
10278MH	vein	218	15.2	N-S	35E	0.198	0.57	Old adit
10268MH	stock	199	9.2	N-S	80-85W	0.007	0.14	sil-ss
10269MH	stock	199	15.9	-	-	<0.005	0.15	sil-ss
10272MH	vein	283	13.8	N50E	35NW	7.58	6.84	Suamani
10274MH	manto	226	20.7	N50W	40NE	0.012	0.06	Suamani
10275MH	manto	270	15.5	N70W	60NE	0.097	0.52	Suamani

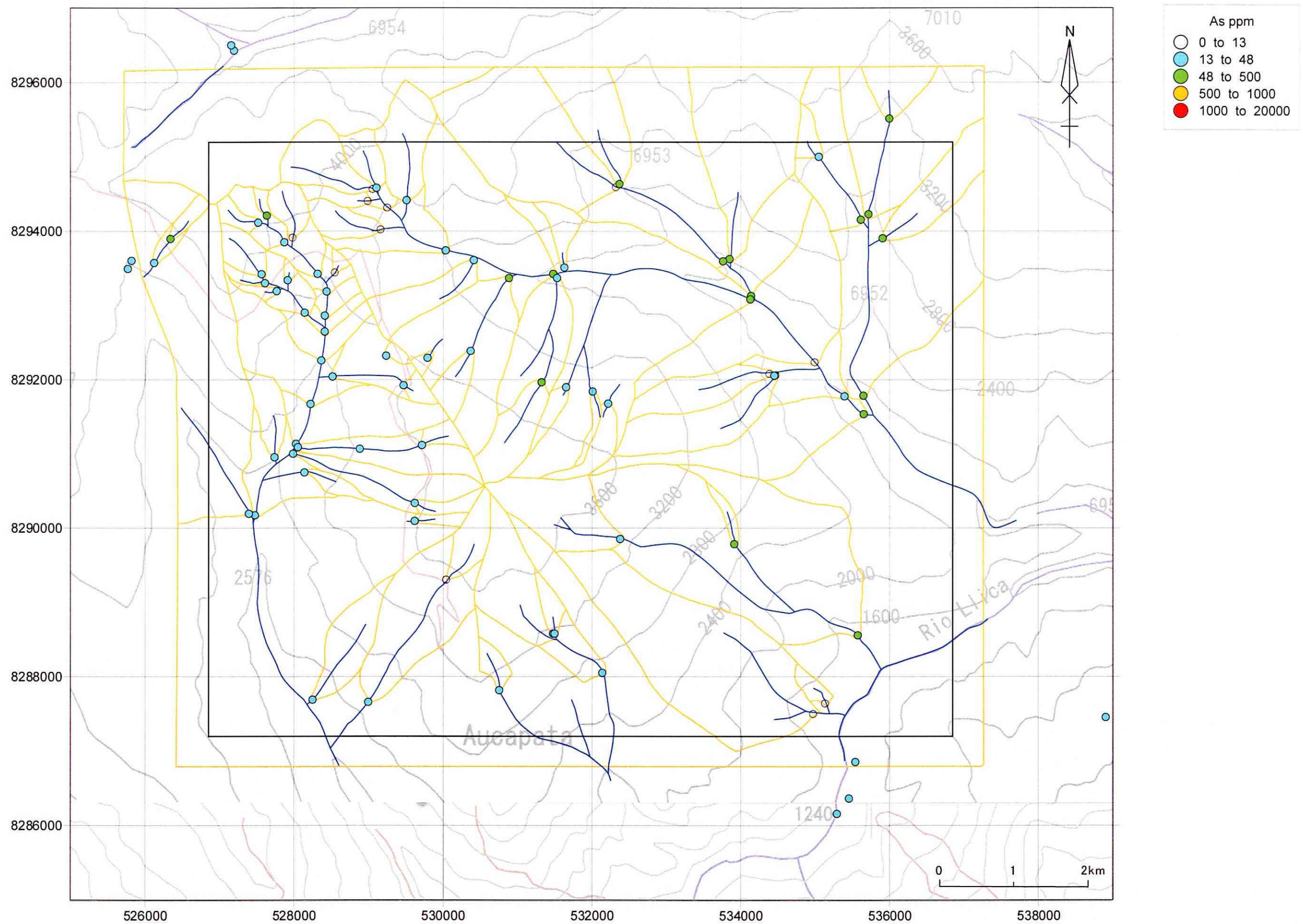
試料 10272MH、10274MH および 10275MH はスアamani 鉱山の試料で、10272MH は金 7.58g/t を含有している。試料 10278MH は金 0.198g/t を示している。

地区中央南部の道路のカッティングに認められた珪化・粘土脈 (10271MH: 走向 N30W 傾斜 50NE、



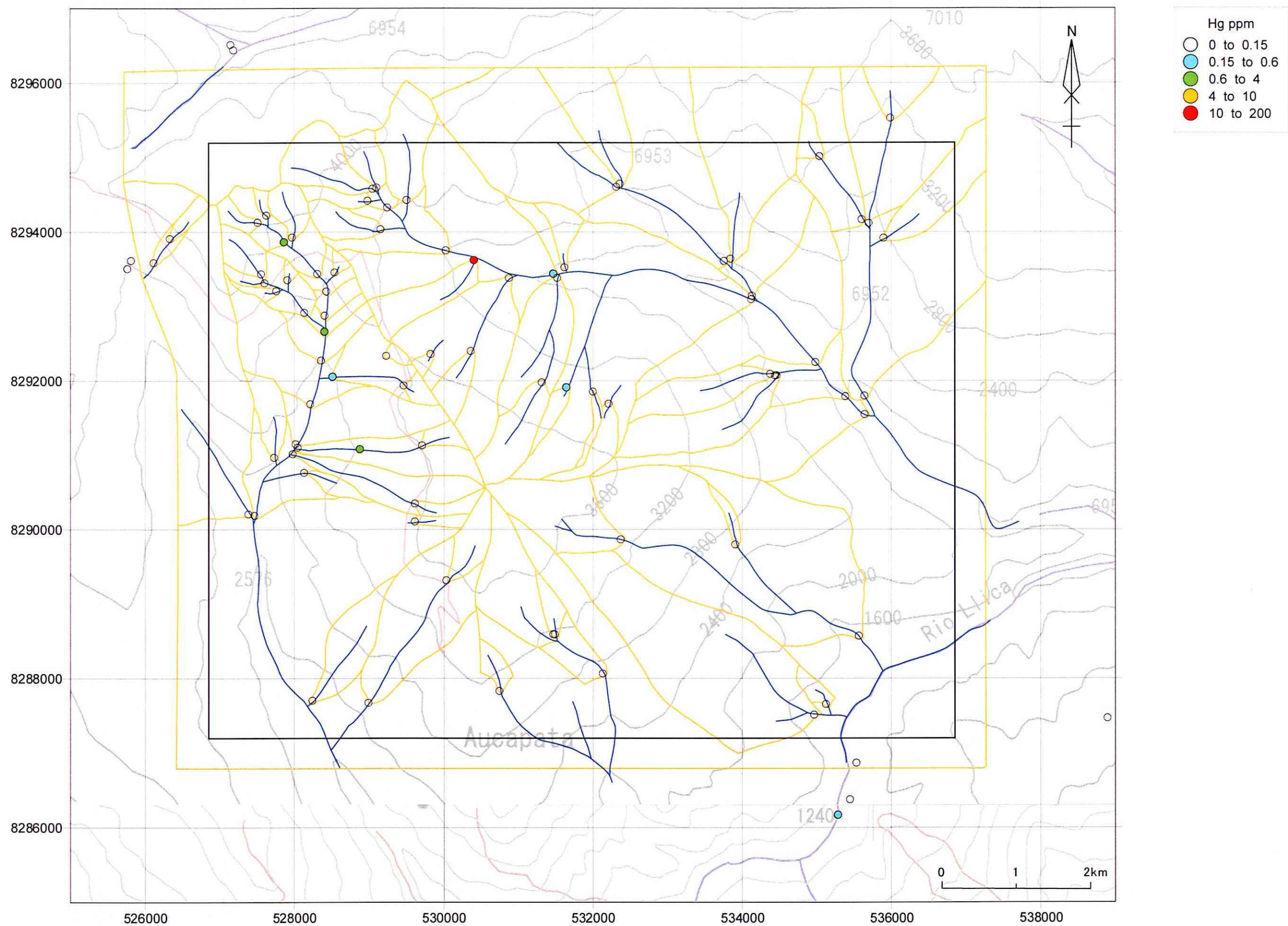
第 13-1 図 アウカパタ地区沢砂地化学異常図 (Au) (縮尺 5 万分の 1)

Fig.13-1 Mapa de anomalía geoquímica (Au) de sedimentos de corriente (Aucapata)



第 13-2 図 アウカパタ地区沢砂地化学異常図 (As) (縮尺 5 万分の 1)

Fig.13-2 Mapa de anomalía geoquímica (As) de sedimentos de corriente (Aucasapata)



第 13-3 図 アウカパタ地区沢砂地化学異常図 (Hg) (縮尺 5 万分の 1)

Fig.13-3 Mapa de anomalía geoquímica (Hg) de sedimentos de corriente (Aucapata)

幅 60-90cm)の年代測定結果は、 $289.3 \pm 15.8\text{Ma}$ (石炭紀後期～ペルム紀前期)を示す。

1-3-3 沢砂地化学探査結果

地区北西部と南西部の小沢に比較的高い金品位(最高金 0.968g/t)が確認された(第 13-1 図)。

特にパンニング試料では、北西部の沢(10140RT)で金 4.72g/t、南西部の沢(10449MH, 10451MH)で金 1.805g/t および 5.08g/t が得られている。スアマニ鉱山試料では金 149.5g/t と高い値を示す。

金の異常以外の砒素や水銀の異常は弱い(第 13-2 図、第 13-3 図)。

1-3-4 考察

西部のルクマヨ川の谷に沿って北西(～北北西)系の構造線(背斜軸、断層?)が存在し、谷に沿って鉱化示徴が優勢に認められる。この構造線に沿う弱線帯が本地区の金鉱化作用に何らかの働きをしたものと解釈できる。

スアマニ鉱山の流体包有物の均質化温度は、平均で $221 \sim 283^\circ\text{C}$ を示し周辺の石英脈より高い値を示す。これは、鉱化作用の時期の違いを表しているものと考えられ、化学分析結果と合わせると低温の浅熱水期には金鉱化作用は弱かったと考えられる。

珪化作用を伴う粘土脈は、アンデスの一般方向(NW-SE 方向)を有しており、年代が $289.3 \pm 15.8\text{Ma}$ を示す。これは、ヤニ周辺のサン・シルベストレ(San Silvestre)鉱山の示す脈方向と脈中の白雲母の K-Ar 年代(227Ma : M. Fornari et al, 1991)に近いことから、アンデスの一般方向を示す鉱脈はバリスカン造山運動後期頃に形成されたものと思われる。

1-4 タカコマ地区

1-4-1 地質・地質構造

全域を頁岩が占める(第 14 図)。

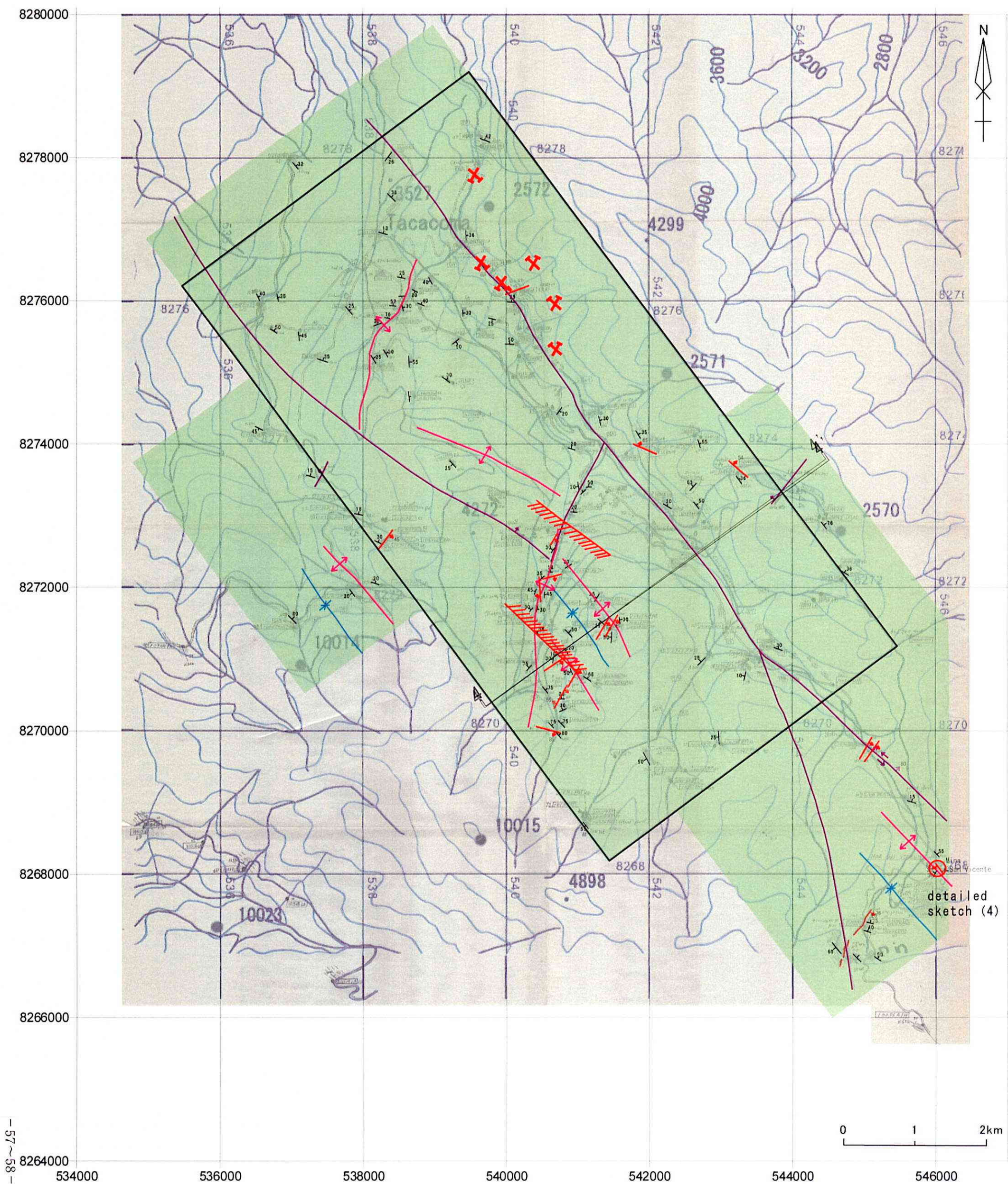
チフチンパヤ(Chijchimpaya)川右岸は単純な構造を示すが、左岸は複雑に褶曲しており、谷に沿って N50W 方向の構造線(断層?)が考えられる(第 8 図)。

地区中央部のチフチンパヤ川左岸の支谷には幅 1.5m の断層破碎帯を伴う NE 系の断層および背斜軸が、また南部の谷には NW 系の左横ずれ断層が存在し、さらに調査地南方には NNE 系の断層が推定される。

1-4-2 鉱化・変質作用

チフチンパヤ川右岸の崖沿い中腹に 3 鉱山(詳細不明、1 鉱山は少なくとも 4 レベルの坑道を開削)が存在するほか、川に沿って共同体経営で砂金を採掘している。南部の地区外近傍にはサン・ビセンテ(San Vicente)鉱山(別添図 7: スケッチ 4 参照)が操業しているほか、サン・ホルヘ(San Jorge)鉱山(詳細不明)が知られている。

サン・ビセンテ鉱山は、現在は鉱山労働者 12 人が就労中で、8 年前頃は金品位 300-400 g/t



第14図 タカコマ地区地質図（縮尺5万分の1）

Fig.14 Mapa geológico del distrito Tacacoma

(脈幅 10-40cm)の鉍石を採掘し約 10kg/月の金を生産していた。しかし、現在の生産量は 1.2kg/月となっている。スペイン植民地時代に幅 50cm の鉍脈を堅坑で地表下 40m まで採掘し、現在は地表下 80m まで堅坑が掘削されている。金鉍化作用は石英脈およびマント状石英で、石英脈は NW 系方向を示し、マント状石英は背斜軸部の緩傾斜層理面に発達している。マント状石英は一部に層理を切る箇所も認められる。

各所に脈状石英、網状石英、マント状石英が存在する。その 1 つが San Vicente 鉍山南西約 1km にある最大幅 15m、延長約 800m の NW 系石英脈 (局部的に黄鉄鉍主体の硫化物随伴) で、触覚的に採取した脈全体 (10264MH) の化学分析結果では、金 <0.005g/t、銀 0.02g/t と低い。しかし、硫化物を随伴する部分 (10265MH : ピースサンプル) では金 1.21g/t のほかに銀を 92.9g/t 含有している。

チフチンパヤ川右岸のコルワビ (Laguna Khorhuavi) 湖周辺には、幅 4m、延長十数m以上の NW 系石英脈が存在し、局部的に微量の硫化物を随伴しているが、顕著な鉍化作用を伴っていない (10190LA : 金 <0.005, 銀 0.05g/t)。

地区中央部の谷には北北東の軸を有する背斜構造が確認され、軸方向の断層に伴う幅 2 m の石英脈や網状脈がある。これらの脈も顕著な鉍化作用を伴っていない (6265MH : 金 <0.005, 銀 0.01g/t)。

大部分の石英脈は走向 NE-SW 乃至 NNE-SSW を示し、金鉍化作用は微弱である。鏡下ではほとんど硫化物を含んでなく、わずかに微量の黄鉄鉍と針鉄鉍を確認したにすぎない (6263MH)。

石英脈の周辺の頁岩は著しい珪化、緑泥石化と絹雲母化を被っている (10267MH, 10508LA, 10266MH)

石英中の流体包有物の均質化温度と NaCl 相当塩濃度の測定結果は以下のとおり。

試料 6267MH、6268MH および 10262MH はサン・ビセンテ鉍山の試料であるが、今回の化学分析結果では 6267MH 試料が 0.327g/t を示したにすぎない。試料 6264MH は転石であるが、金 1.4g/t を含有している。

第 6 表 タカコマ地区流体包有物測定結果

Sample No.	Type	Fluid Inclusion		structure		Assay		Remarks
		Homo. Temp. Ave (°C)	Sal. (wt%)	Strike	Dip	Au (g/t)	Ag (g/t)	
10504LA	vein	224	9.4	N75E	75NW	<0.005	0.01	CO ₂ bearing
10968FMS	vein	236	13.8	N40E	45SE	—	—	
6263MH	Vein	220	17.0	N40E	60SE	<0.005	0.01	
6264MH	vein?	244	10.0	—	—	1.4	1.38	float
6265MH	vein	236	11.5	N30E	70SE	<0.005	0.01	
6266MH	vein	230	7.1	N60E	80SE	<0.005	0.01	
10960FMS	vein?	154	8.7	—	—	<0.005	0.03	float
6267MH	manto	346	8.4	N25E	30NW	0.327	0.19	San Vicente
6268MH	manto	343	12.6	N25E	30NW	<0.005	0.01	San Vicente
10262MH	vein	289	14.2	N40W	85SW	<0.005	0.01	San Vicente

1-4-3 沢砂地化学探査結果

チフチンパヤ川沿いの川砂中には金が認められるが、右岸の沢には異常がみられない(第15-1図)。左岸では金の濃集は顕著でないが、南部の沢に0.102-0.337g/tの金が確認されている。

金の異常部の一部に砒素と水銀の異常が重複している(第15-2図、第15-3図)。

1-4-4 考察

チフチンパヤ川で確認されている砂金鉱床は、大部分が上流のサン・ピセンテ鉱山、サン・ホルヘ(San Jorge)鉱山およびワイジャ・ハウイラ(Huaylla Jahuirra)鉱山からの供給とみられる。本流に近い箇所の支流に認められる金の異常は、大半は谷沿いに付着している金を含有する古い段丘堆積物によるものと考えられる。ジャチャニ(Llachani)部落北の対岸(右岸)の鉱山は、この段丘堆積物を採掘しているようである。

チフチンパヤ川左岸の支谷にはNE系の2本の背斜軸が確認され、アンデスの一般方向を乱している。この方向に断層や石英脈が発達しており、パリスカン造山運動後の活動によるものと解釈出来る。

サン・ピセンテ鉱山の石英中の流体包有物の均質化温度は、平均で289~346℃を示し中熱水鉱床の温度領域を示すが、他の箇所の石英のそれは154~244℃で浅熱水鉱床の温度領域である。この差は、温度分布から、鉱化作用の時期の違いを表しているものと考えられる。化学分析結果と合わせると低温の浅熱水期には金鉱化作用は弱かったと思われる。

この地区では南部の谷から既知鉱山にかけてマント型鉱床が期待できる。

1-5 チュチュ・ハウイラ地区

1-5-1 地質・地質構造

地区東部(チュチュ・ハウイラ川下流部)をソンゴ-ヤニ(Zongo-Yani)花崗岩類が占め、西部を頁岩主体の堆積岩類が占める(第16図)。

堆積岩の構造は、一部に微褶曲が認められるものの、全体の走向はほぼNW-SEでNE傾斜の単調な構造を示している(第8図)。

1-5-2 鉱化・変質作用

花崗岩接触部の頁岩はホルンフェルス化変質を被っている。

数箇所では黄鉄鉱鉱染を伴う弱い珪化作用を確認した。その中の1試料(10091ATH)で化学分析が行われたが顕著な濃集は認められない(金<0.005g/t)。

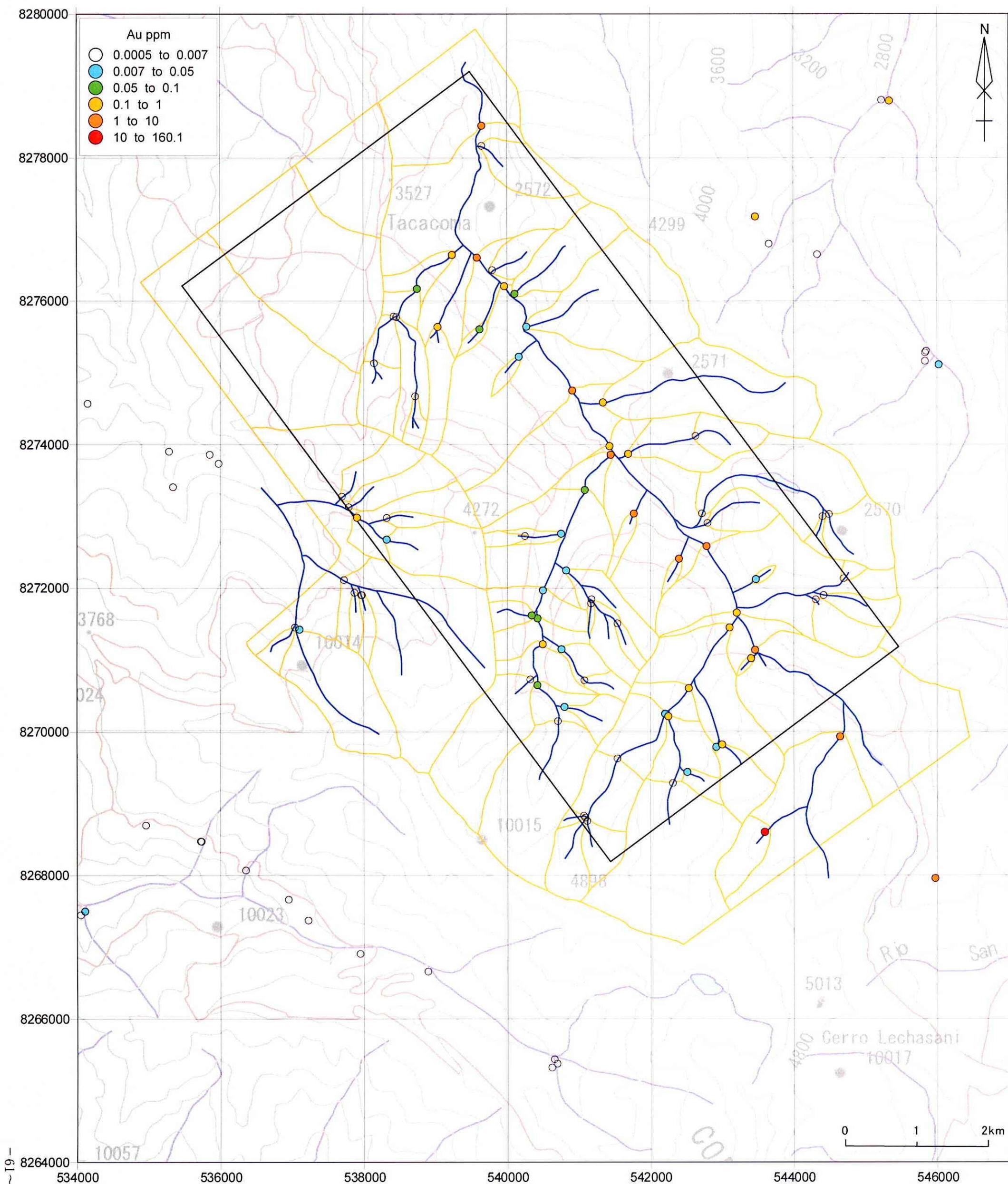
参考のために調査地区北方約10kmにあるリピチ(Lipichi)鉱山周辺で採取された2試料のうち、黄鉄鉱鉱染の強い試料(10044LA)は金0.204g/tを示し、1%以上の砒素を含有している。

1-5-3 沢砂地化学探査結果

花崗岩分布域で金は最大3.67g/t(SERGEOMIN採取)を示し、特に堆積岩類との境界部でやや高い値を示すものが多い(第17-1図)。

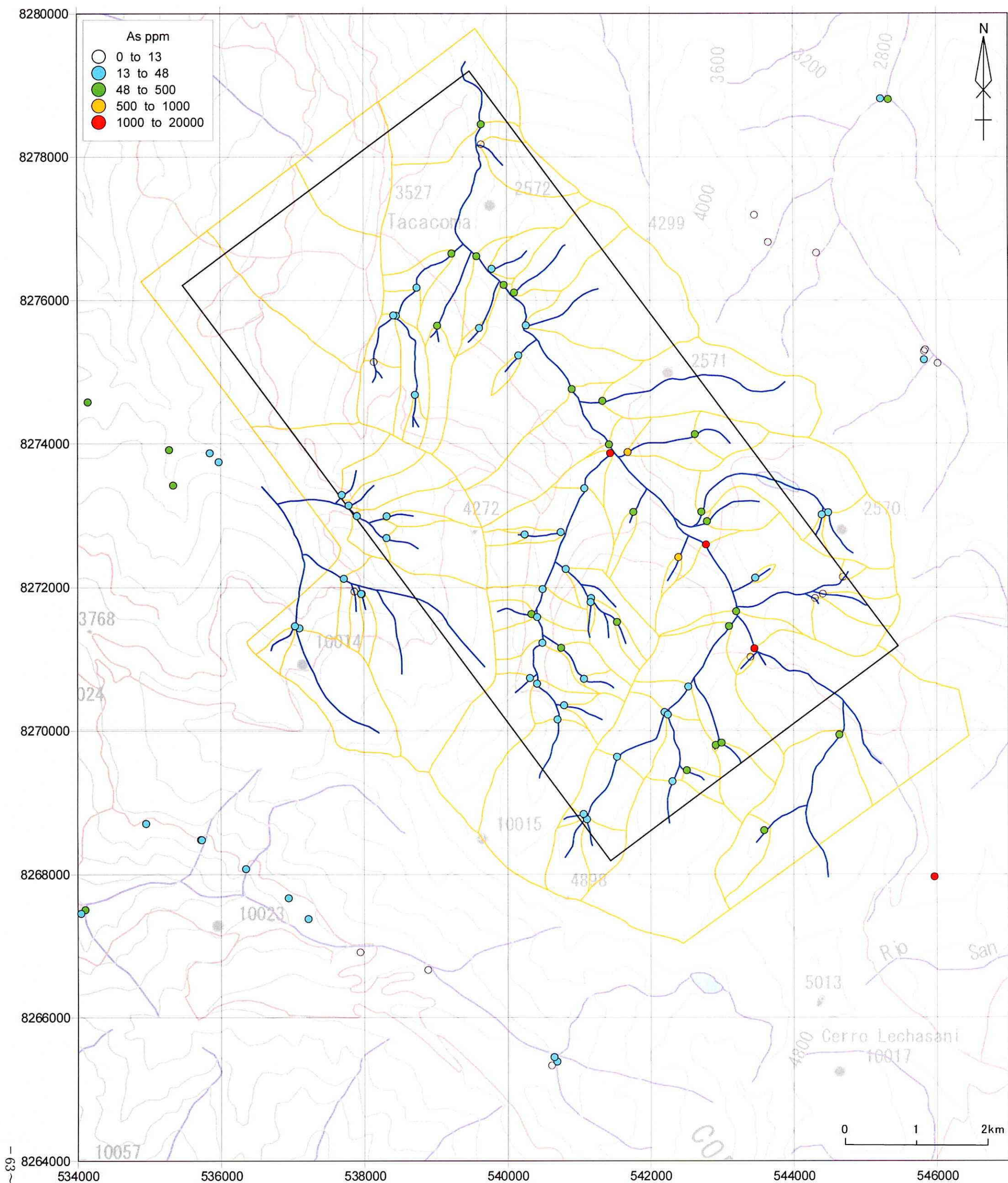
チュチュ・ハウイラ川上流部では顕著な濃集は見られない。

金以外では顕著な異常を示す元素はなく、砒素、水銀も異常を示さない(第17-2図、第17-3図)。



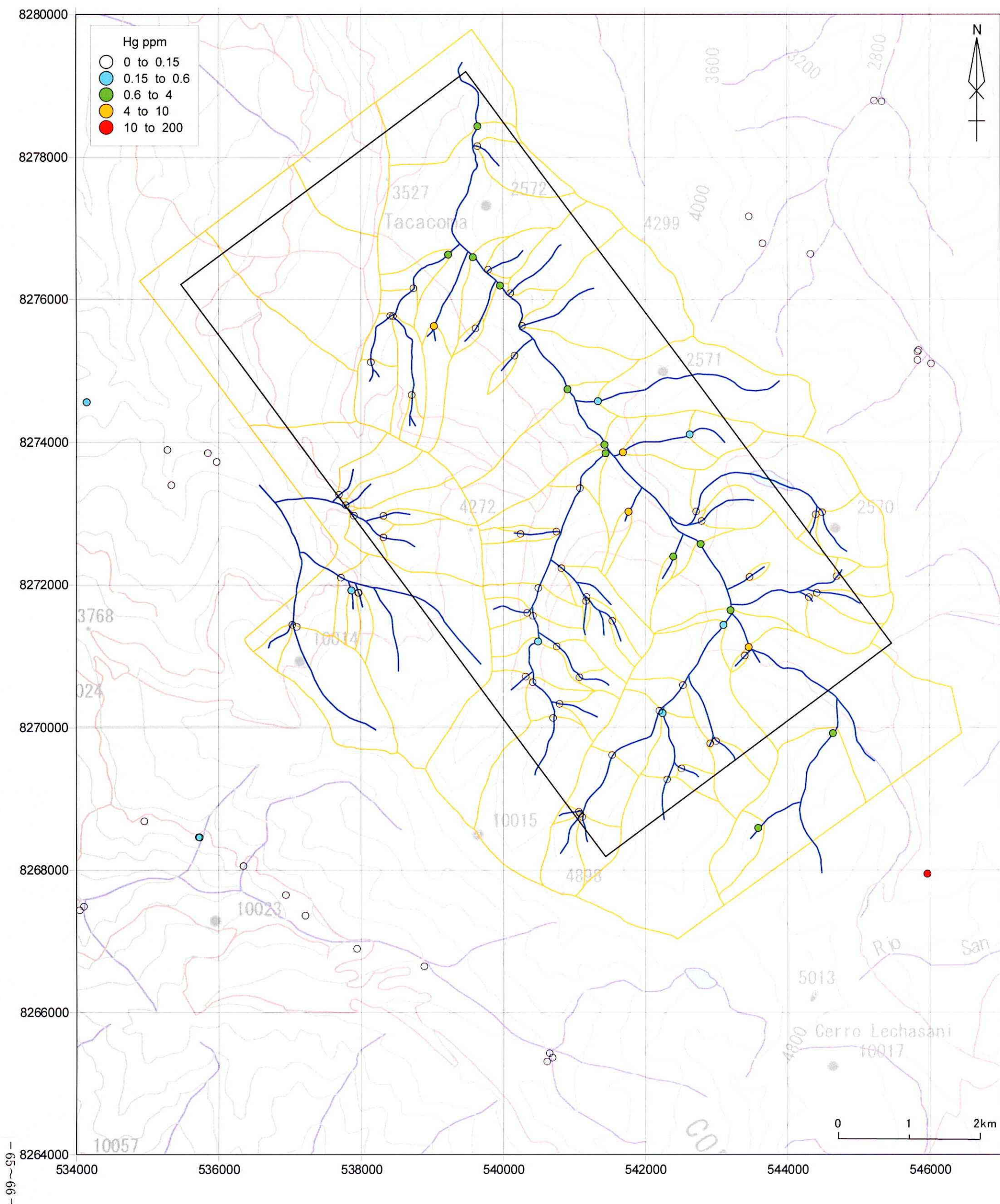
第 15-1 図 タカコマ地区沢砂地化学異常図 (Au) (縮尺 5 万分の 1)

Fig. 15-1 Mapa de anomalía geoquímica (Au) de sedimentos de corriente (Tacacoma)



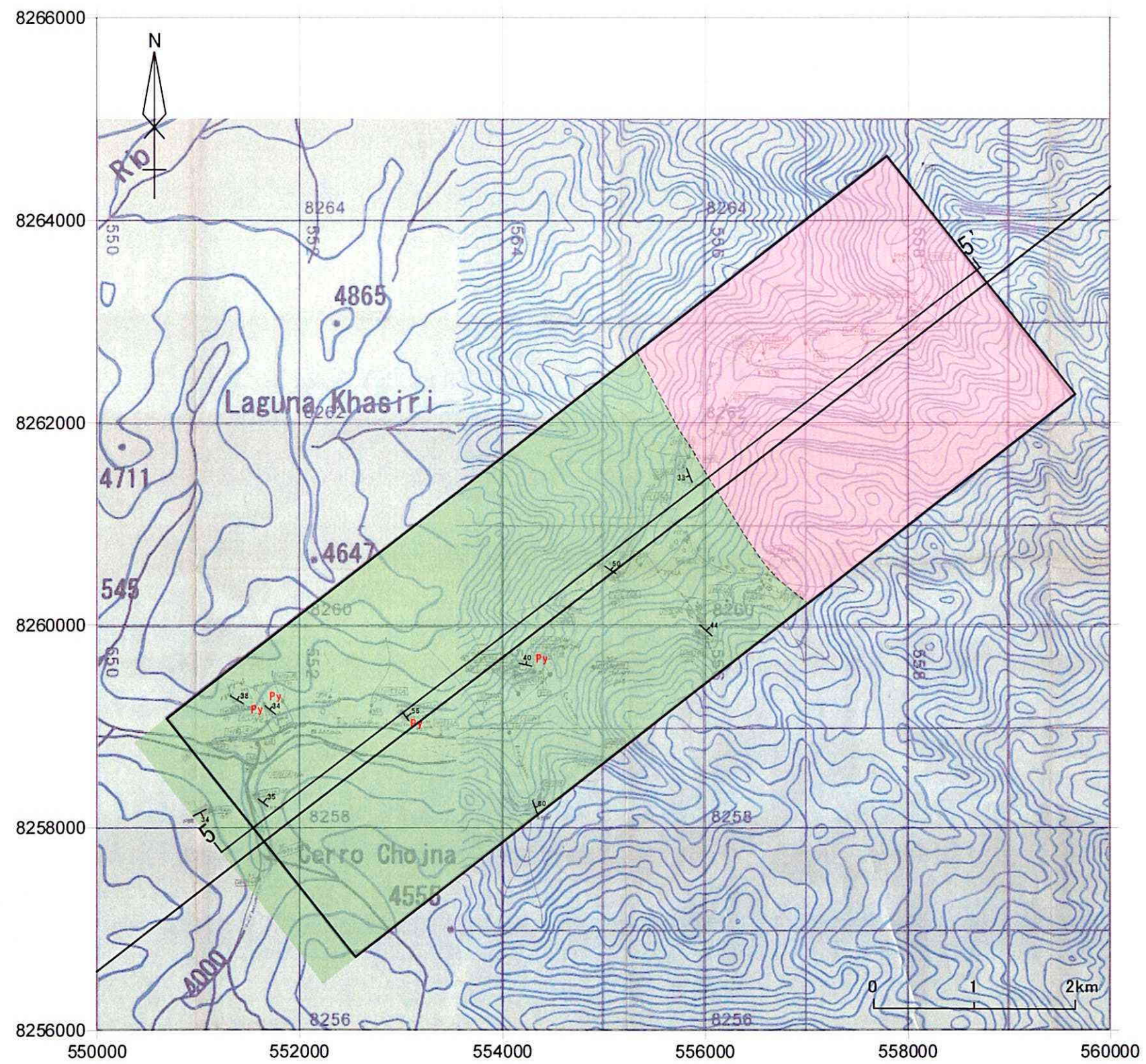
第 15-2 図 タカコマ地区沢砂地化学異常図 (As) (縮尺 5 万分の 1)

Fig.15-2 Mapa de anomalía geoquímica (As) de sedimentos de corriente (Tacacoma)

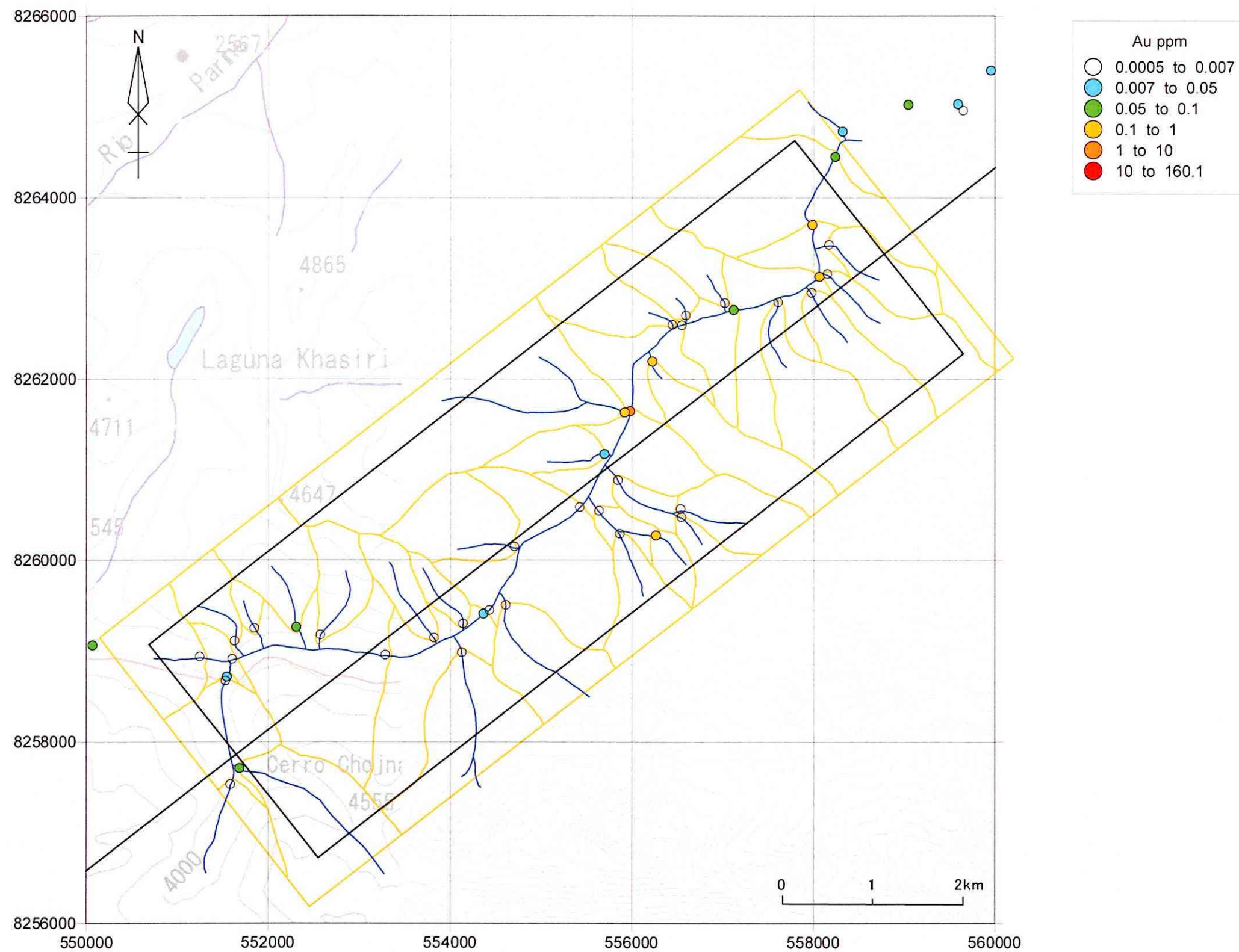


第 15-3 図 タカコマ地区沢砂地化学異常図 (Hg) (縮尺 5 万分の 1)

Fig.15-3 Mapa de anomalía geoquímica (Hg) de sedimentos de corriente (Tacacoma)

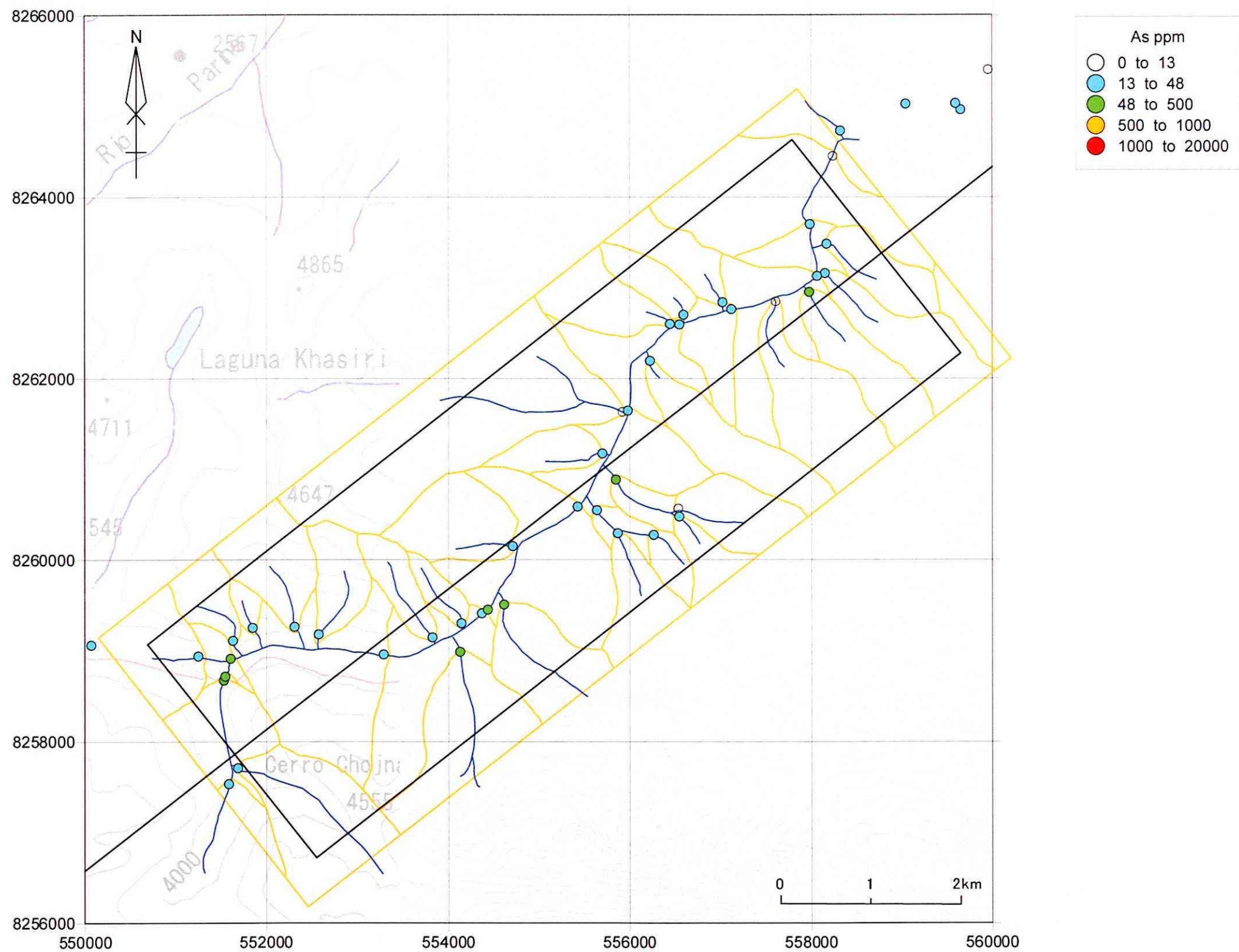


第16図 チュチュ・ハウイラ地区地質図（縮尺5万分の1）
 Fig.16 Mapa geológico del distrito Chuchu Jahuira



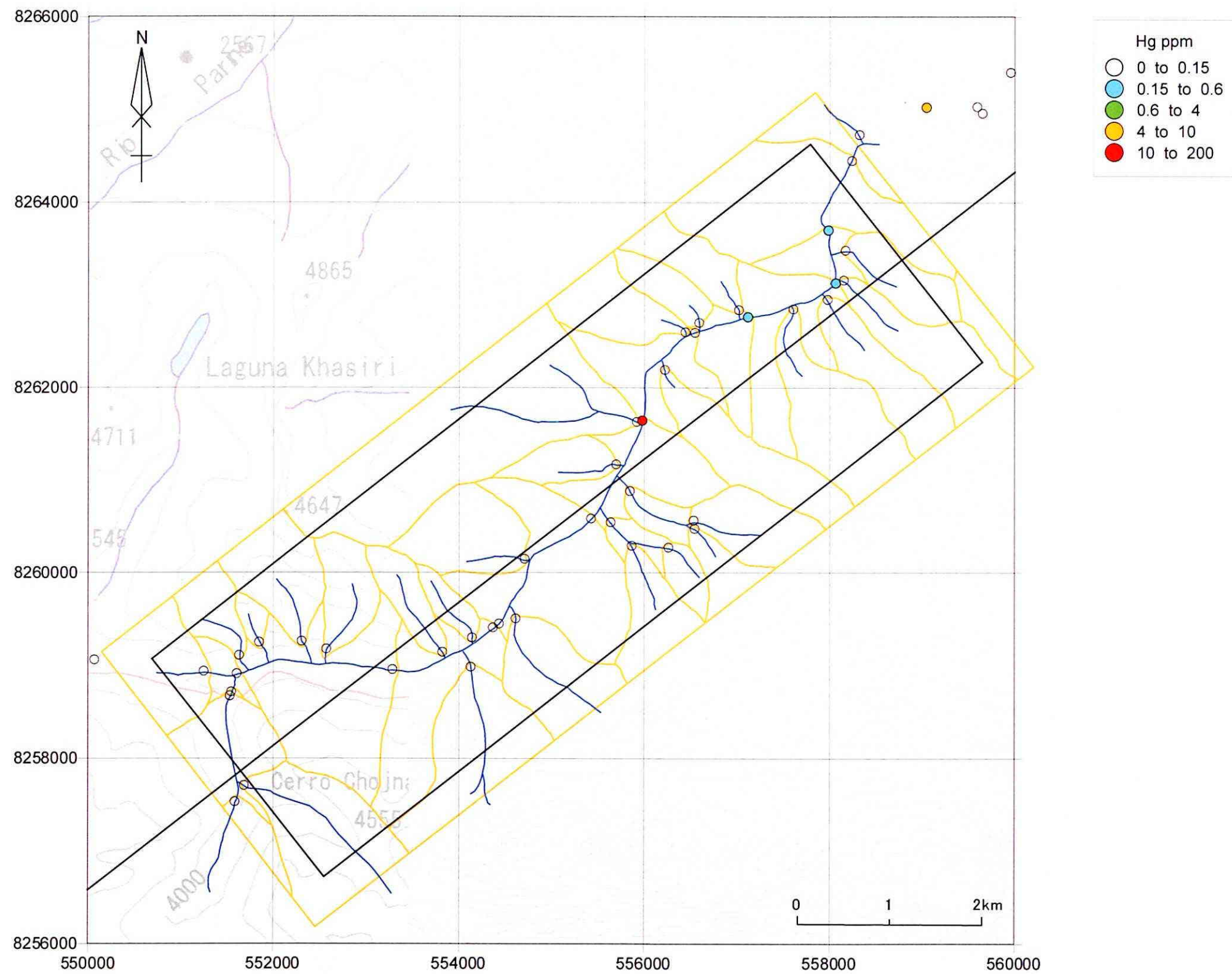
第 17-1 図 チュチュ・ハウイラ地区沢砂地化学異常図 (Au) (縮尺 5 万分の 1)

Fig.17-1 Mapa de anomalía geoquímica (Au) de sedimentos de corriente (Chuchu Jauría)



第 17-2 図 チュチュ・ハウイラ地区地沢砂化学異常図 (As) (縮尺 5 万分の 1)

Fig.17-2 Mapa de anomalía geoquímica (As) de sedimentos de corriente(Chuchu Jauría)



第 17-3 図 チュチュ・ハウイラ地区沢砂地化学異常図 (Hg) (縮尺 5 万分の 1)

Fig.17-3 Mapa de anomalía geoquímica (Hg) de sedimentos de corriente (Chuchu Jauría)

1-5-4 考 察

黄鉄鉱の鉱染した頁岩の存在から噴気性堆積鉱床 (SEDEX) の期待が持たれたが、本地区では、花崗岩と堆積岩類の境界部 (の堆積岩) が金探鉱の対象区域と考えられる。

1-6 総合検討

1-6-1 火成活動

調査地域にはソンゴーヤニ花崗岩、イリャンプ花崗閃緑岩、ウワト花崗閃緑岩およびチャラサニ半深成複合岩体の4つの火成岩体が分布しており (第7表、第18図)、第1年次調査の結果4時期の火成活動乃至熱水活動が確認された。今年次チャラサニ岩体西側部分で2試料が追加され、その結果チャラサニ岩体も活動に幅があることが判明した。

第7表 火成岩体の活動年代

Activity time	Granitic body	Dating data (Ma)		
		Existing	Phase I	Phase II
Variscan orogeny (377-333Ma)	Zongo-Yani granite	157-(40)	(35.3±1.0)	
		225 (U-Pb)		
Mesozoic Intrusion (Up Tri -Low Jura)	Illampu granodiorite	219-204	210.7±5.8	
	Huayna Potosi *	218-205		
	Chacaltaya *	210±6		
Mesozoic Intrusion (Up Jura -Tert)	Huato granite	159.2±6.0	93.4±2.6	
	Charazani complex : { Intrusive rock		94.9±2.6 97.7±2.5	47.1±1.0
				56.8±1.5
Andean cycle	Zongo-Yani granite	(157)-40	35.3±1.0	
	Illimani *	28-19		
	Tres cruces *	26-23.8		

注：*は調査地外南部の岩体

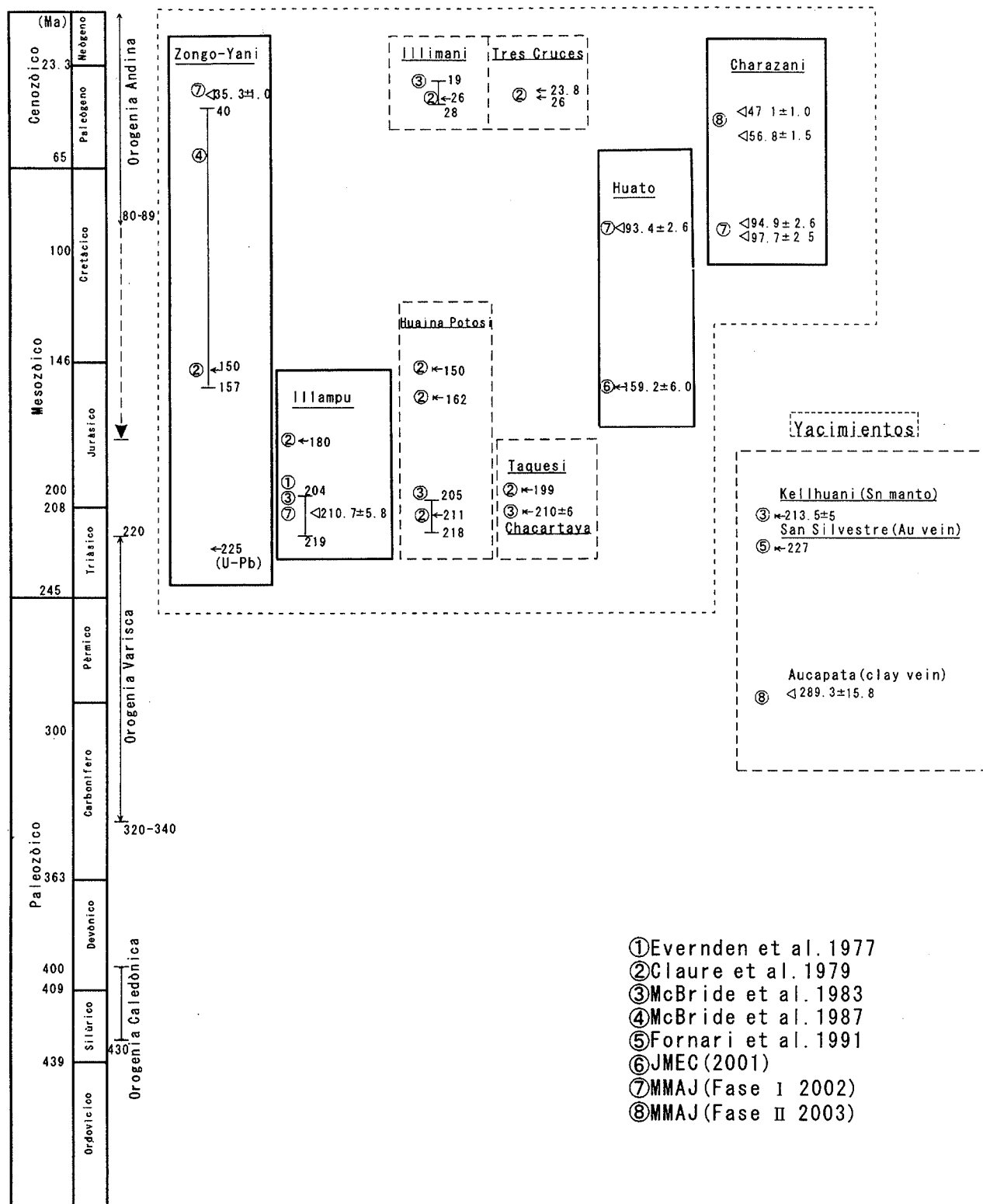
チャラサニ半深成複合岩体は従来新第三紀と推定されていたが、第1年次に東側貫入岩の年代として97.7±2.5Ma および94.9±2.6Ma が得られ、今年次調査では西側の貫入岩 (10649FMS) が47.1±1.0Ma、さらに隣接する火山岩 (10648FMS) が56.8±1.5Ma と前年度より新しい値が得られた。このことから本岩体は白亜紀ガリック世から古第三紀始新世頃の活動であることが判明した。

以上、第1年次に指摘されたように、3期の火成活動期に、新たに白亜紀後期から始新世の火成活動、熱水活動が再度確認された。

また、イリャンプ花崗閃緑岩体以外は、かなり幅を有する火成活動、熱水活動が考えられ、最も新しい火成活動は古第三紀の活動であると見なされる。

これらの年代測定の結果から、熱水活動は長期にわたり繰り返し行われたものと推察される。

Eventos Magmaticos



第 18 図 マグマ活動期と鉱化・変質作用時期

Fig. 18 Períodos de la actividad magmática, mineralización y alteración

1-6-2 鉱化作用

チャラサニ複合岩体の北東側には、アカマニ多金属型鉱徴地が確認されている。この鉱化作用は、チャラサニ南西約十数 km にあるウツト花崗閃緑岩周辺に認められる多金属鉱化作用と類似している。さらにチャラサニ複合岩体の示す古い年代は、ウツト花崗閃緑岩の若い年代と一致していることから、アカマニ鉱徴地やウツト花崗閃緑岩周辺の多金属鉱化作用は、白亜紀中期のガリック世の時期と考えられる。

一方、チャラサニ西部で確認された沢砂中の金の異常は、チャラサニ複合岩体の東側では確認されておらず、チャラサニ複合岩体の西側を占める始新世の火成活動に起因すると考えられる。

地区別、形態別^(注)にみた流体包有物の均質化温度と NaCl 相当塩濃度を第 8 表、第 19 図および第 20 図に示す。

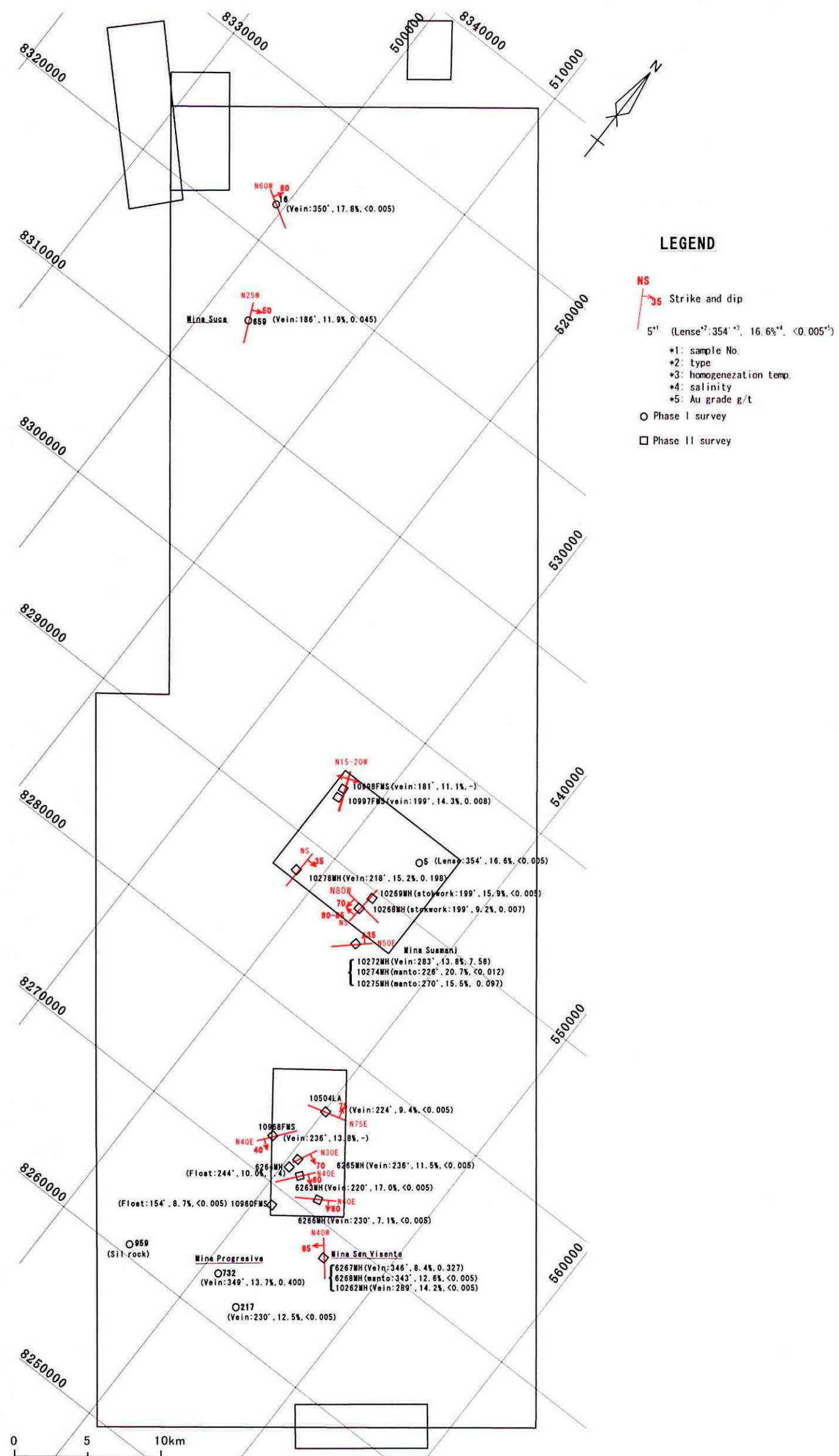
一般にマント型は高い均質化温度を示す。これらの値は Tistl (1985) によるマント型鉱床 (Yani-Santa Barbara) の流体包有物均質化温度 320-450℃に近い。さらに同じマント型鉱床でも北西にあるスアamani鉱床の値はソングーヤニ花崗岩体に近いサン・ビセンテ鉱床の値に比べて低い値を示している。

鉱脈型やストックワーク型の均質化温度はマント型に比べて低温で、脈方向の違いによる差は見られない。しかし、ソングーヤニ花崗岩体に近いタカコマ地区の石英脈型中流体包有物の均質化温度はアウカパタ地区の値に比べ高い。地区内では、マント型鉱床を中較心とする温度の帯状分布も認められない。

第 8 表 流体包有物測定結果総括表

Type		Sample No.	Fluid Inclusion				Assay	
			Homo. Temp. (°C)		Salinity (wt%)		Au (g/t)	Ag (g/t)
			range	Ave.				
Manto	Mina Suamani	3	226-283	260	13.8-20.7	16.7	0.097-7.58	0.06-6.84
	Mina San Vicente	3	289-346	326	8.4-14.2	11.7	<0.005-0.327	0.01-0.19
	Average	6	226-346	293	8.4-20.7	14.2		
Stockwork		2	199	199	9.2-15.9	12.6	<0.005, 0.007	0.14, 0.15
Vein	Aucapata	3	181-218	199	11.1-15.2	13.5	0.008-0.198	0.02-0.57
	Tacacoma	7	154-244	220	7.1-17.0	11.1	<0.005-1.4	0.01-1.38
	Average	10	154-243	217	7.1-17.0	11.8		

注：マント型に密接に関係している脈状石英はマント型に含めた



第 19 図 流体包有物均質化温度分布図

Fig. 19 Mapa de distribución de temperatura homogeneizada de inclusión fluida

Stockwork
199°
X

Veta de Cuarzo Au-manto

181° 199° 218° 222° 270° 283°
(Mina Suamani)

Veta de Cuarzo

154°
X

220° 244°

Au-manto

289° 343° 346°
(Mina San Vicente)

Datos actualizados

Datos existentes

Au-manto

320° 450°

Siderita
235° 260°

Casiterita
380° 430°

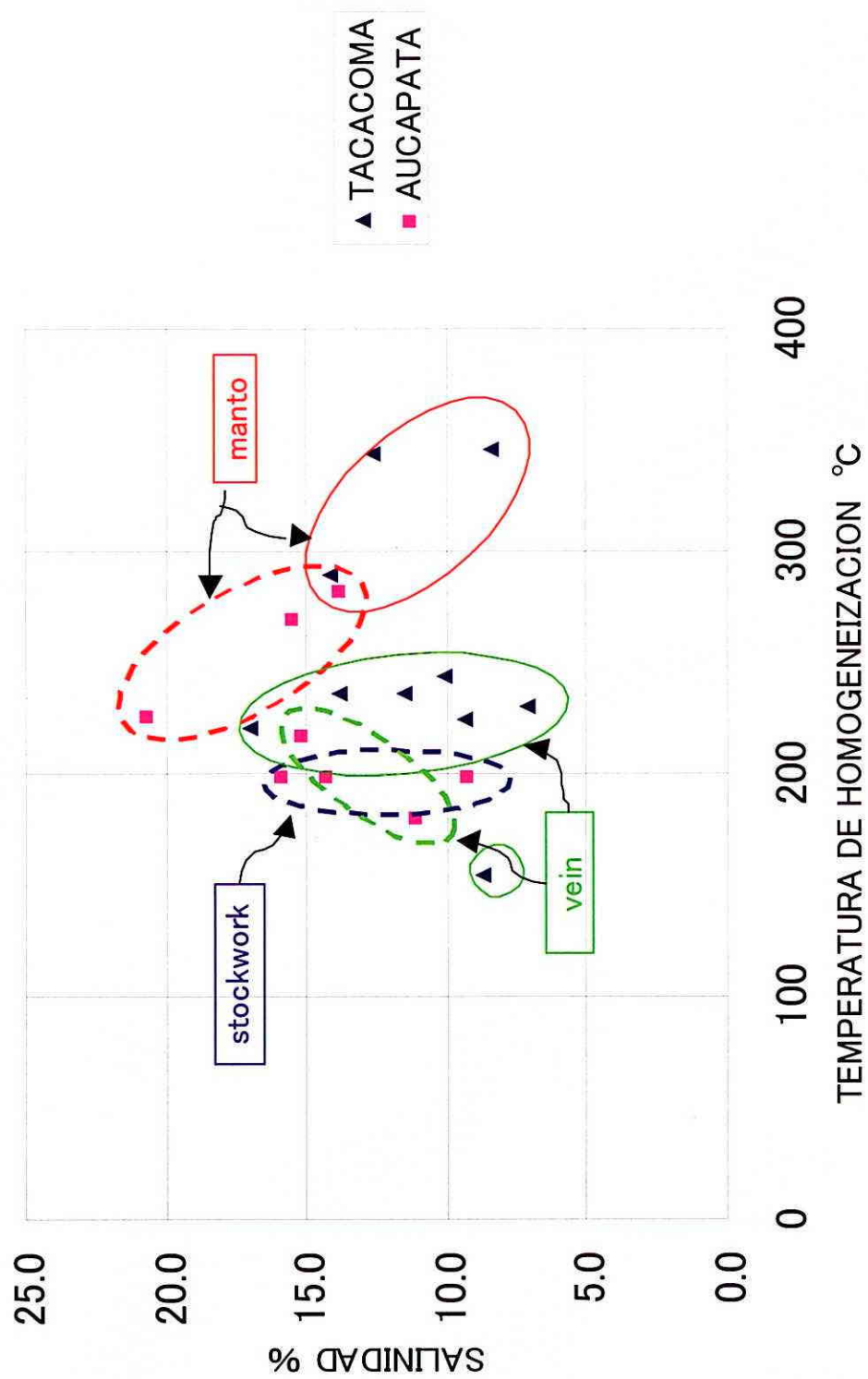
Casiterita

410° 500°

Temperatura: 200°C 300°C 400°C 500°C

第20図 鉱床・鉱種・形態別流体包有物均質化温度分布図

Fig. 20 Distribución de temperatura homogeneizada de inclusión fluida por mineralización



第21図 流体包有物の均質化温度と塩濃度の関係図

Fig. 21 Relacion entre temperatura homogeneizada y salinidad de inclusion fluida

試料が少ないが、マント型鉱床では、ソンゴ-ヤニ花崗岩に近いサン・ビセンテ鉱山試料が比較的高い均質化温度と低い塩濃度を示し、ソンゴ-ヤニ花崗岩から遠いスアマニ鉱山試料が比較的低い均質化温度と高い塩濃度を示す。Tistl(1985)が述べたように、花崗岩体から離れるにつれて均質化温度が低下し、塩濃度が上昇する傾向が見られる。しかし、石英脈では明瞭でない(第21図)。この2鉱山のマント型鉱床と他の石英脈とは生成時期が異なるものと解釈できる。また現地観察からは、NE-SW系の割れ目や石英脈がNW-SE系(アンデス方向)の割れ目を切っているのが観察されていることから、NW-SE系の割れ目の方が生成時期は古いと言える。

鉱化作用や変質作用の時期を直接示すデータは少ない。

今年次は、鉱化作用を直接示す試料が得られなかったため、アウカパタ地区でシリカを伴う粘土脈(NW系:10271MH)の年代測定を行った(第9表)。

第9表 鉱床・鉱徴生成年代

Ore deposits & ore showings		Period (Ma)	
		Existing data	This Study
Silica-Clay v	NW (Muscovite?)		289.3±15.8
Kellhuani manto (Sn)	Muscovite in manto	213.3±5	
San Silvestre v (Au)	Muscovite in NW V.	227(及びPermian)	

今年次の値も既存の値(San Silvestre 鉱山)も、NW系の割れ目の生成年代は錫のマント型鉱床の形成時期とあまり離れていない。この値はバリスカン変動時のソンゴ-ヤニ花崗岩体の活動と深い関係があることを示しているが、古第三紀を示す値は得られていない。

1-7 結 論

マント型鉱床は、地質構造的には背斜軸部に多く胚胎しており、背斜軸の存在が重要である。

脈状鉱床は主にNW系石英脈とNE系石英脈が存在し、NE系はNW系の構造を乱していることから後期の生成と考えられる。化学分析結果ではNW系の石英脈の方に金鉱化作用が認められる傾向にある。

各地区の鉱床賦存の可能性からみた結論は以下の通り。

ケジュワコタ地区:

マント型鉱床は沢砂地化探結果、ヤナ・オルコ鉱床以外に可能性は少ないが、地区外の北東部には可能性がある。

ほかに、アカマニ川上流に多金属鉱床胚胎の可能性が存在する。

硫化物の鉱染した頁岩の存在から噴気性堆積鉱床(SEDEX)の存在が期待されたが、化学分析結果から可能性は低い。

チャラサニ西地区:

地区の西部には沢砂地化探で金異常が広く認められ、オルドビス紀の堆積岩類が分布しない

ことからマント型とは異なる金鉱化作用が期待される。

アウカパタ地区：

西部のルクマヨ川に沿って割れ目の発達し易い背斜軸および構造線が存在し、アンデス山脈形成時と考えられる NW 系の石英脈や、銅を伴う石英脈などの鉱徴も多く認められる。沢砂や岩石の化学分析結果でも金の異常が認められることから、マント型鉱床や脈状鉱床が期待される。

東部にも背斜軸や酸化帯が存在するが沢砂地化学探査では最上流部以外で異常が認められないことから、鉱床胚胎の可能性は低い。

タカコマ地区：

チフチンパヤ川に沿う沢砂の金異常は、上流（南部）のサン・ビセンテ鉱床等からのものと推察され、南部にマント型の鉱床が期待される。

中央部から南部にかけては金を含有する石英が存在するが、NE 系の石英脈が多く、NW 系の石英脈の存在が鍵を握っている。

チュチュ・ハウイラ地区：

黄鉄鉱の鉱染した頁岩の存在から噴気性堆積鉱床 (SEDEX) の存在が期待されたが、分析結果からは鉱床存在の可能性は低い。

沢砂地化探の結果では、ソンゴ-ヤニ花崗岩体と頁岩との接触部に金の弱い異常が認められ、接触部に金鉱化作用が考えられるが、花崗岩に接する箇所では高温変成域で大規模鉱床は期待出来ない。