

Fig. II - 8(2) Geochemical Map of The Palma Area (Zn, Cu and Mo)

第4章 ペーニャ・ブランカ地区

4-1 地質調査・地化学探査

4-1-1 調査目的

本地区は“チンチッペ総合計画”により抽出された河川堆積物による地化学異常帯の分布する地区であり、ペーニャ・ブランカ部落上流域に捕捉されたペーニャ・ブランカ地化学異常帯及びアンガシ部落上流域に捕捉されたアンガシ地化学異常帯を包含する地区である。

本地区では第2年次調査にてこれらの地化学異常の根源を探り、鉱化示徴を抽出する事を目的として岩石地化学探査を併用した地質準精査が実施された。

4-1-2 調査結果

(1) 地質調査 (Fig. II-9)

本調査地区は、結晶片岩、千枚岩、変火山碎屑岩、雲母質砂岩等より成る弱変成岩類を基盤とし、これを不整合に覆う石灰岩層とこれらと断層で接して安山岩質ないし石英安山岩質の火山碎屑岩類が出現する。更にこれらを通り貫き閃緑岩～花崗閃緑岩、花崗岩、モンゾニ岩～モンゾニ斑岩、石英斑岩～流紋岩及び安山岩が分布する。

弱変成岩類は調査地区中央部を北東-南西の伸張方向を有して広大な分布をなす。千枚岩は主として西部域に、変火山碎屑岩及び雲母質砂岩は主に東部域に分布する。結晶片岩はアンガシ部落北方を流れるヌエバ・エスペランサ (Nueva Esperanza) 川の河床部にて観察された。これらは岩相より判断すればサラス層群に対比される。層厚は 1,400 m 以上と推定される。

石灰岩類は調査地区東部域の山稜部において、南北ないし北東-南西の伸張方向を有し分布する。岩質的には石灰岩から苦灰岩までの変化をなし、かつ一部には変成作用を受け大理石化した部分も認められる。更に裂罅に近接する部分では透輝石、灰礬柘榴石、ベスブ石等のスカルン鉱物を伴うほか、珪化変質あるいはマグネシウムの添加作用が一般的に生じている可能性がある。下位層であるサラス層群とは平行不整合にて接し、不整合面は古土壌様暗褐色粘土帯を 20~30 cm 挟在する (ヴィスタ・アレグレ; Vista Alegre 西方)。本石灰岩類は、下位層と平行不整合である事及び変成作用を受けている事よりレーチェ累層に対比されるものと考えられる。層厚は 100 m 以上と推定される。

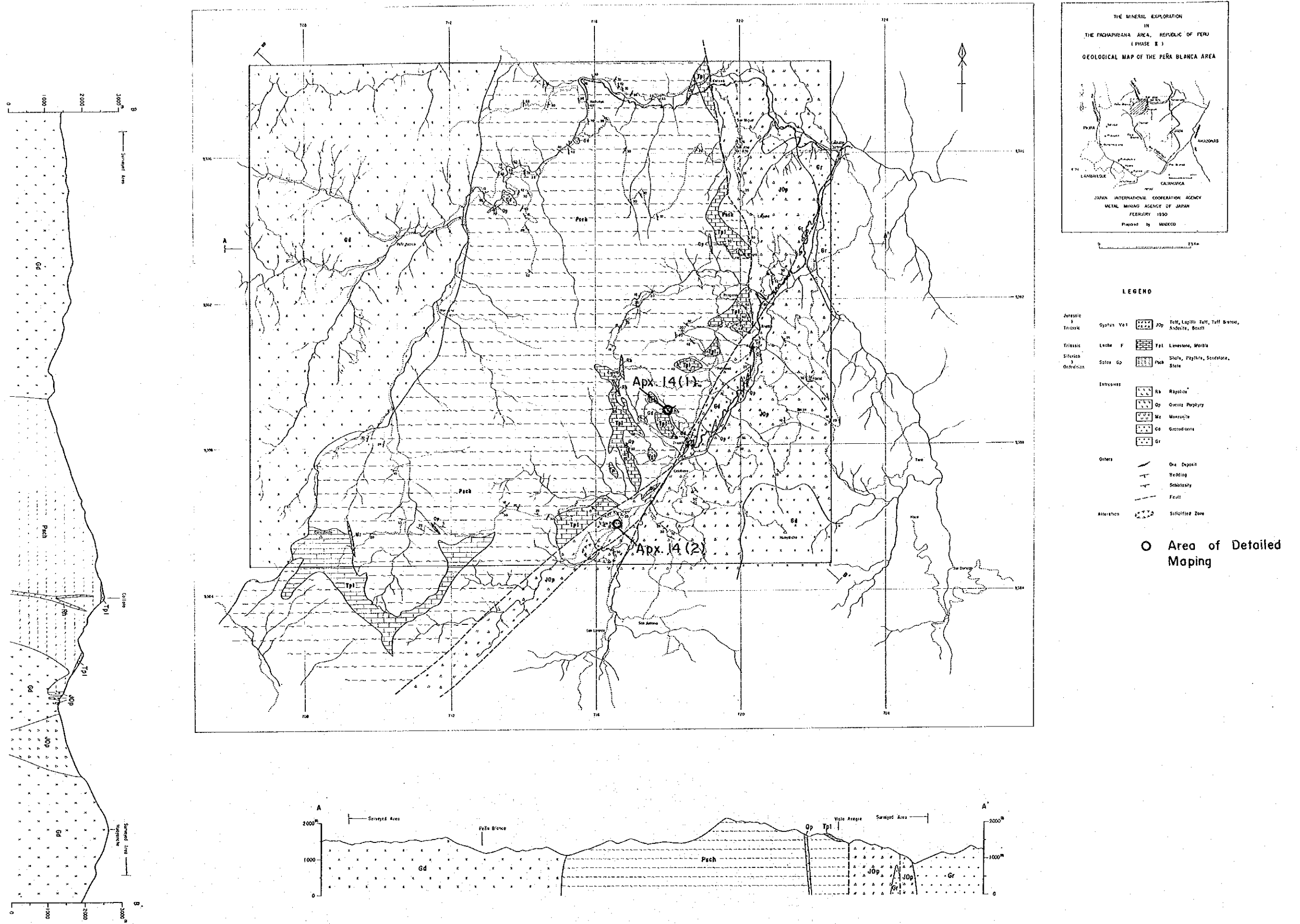
火山碎屑岩類は調査地区東縁部及び南部において前二者とは南北及び北東-南西系の断層にて接して分布する。南部延長部はチョンタリ地区に分布する火山碎屑岩類に連続しておりオヨトゥン火山岩類に対比される。本地区で特筆すべきは自破碎組織を有する

玄武岩質溶岩の出現である。本岩は、調査地域北東部のコチャラン (Cochalan) ~ アンガシ間及びコチャラン ~ サン・ホセ・デ・アルト (San Jose de Alto) 間にみられる。鏡下では曹長石化作用、炭酸塩化作用、絹雲母化作用、緑泥化作用等の変質作用により原構造が破壊されてはいるが、ガラス基流晶質組織を示しかつ全体として自破碎状組織が認められ、多孔質であることより、水中噴火堆積物の可能性を示唆する。層位的にはオヨトゥン火山岩類の上部層に相当する。下部層相当部はチョンタリ地区と同様、石英安山岩質火山礫凝灰岩に富む火山砕屑岩を主体とし、安山岩質溶岩の薄層を挟在する。

貫入岩類のうち、閃緑岩 ~ 花崗閃緑岩は、調査地区西部に北東 - 南西の伸張方向を有し広く分布する岩体と調査地区東南部のワヤンチ (Huallanchi) 山を構成する岩体とが主たるものであり、そのほかアンガシ川沿いに北東 - 南西の伸張方向を有する小規模な岩体が観察された。西部区域に分布する岩体は、モードによる区分では石英閃緑岩の領域にプロットされ、K - Ar 法による絶対年代は本調査地域の中では最も古い 122 ± 6 百万年 (前期白亜紀) の値を示す。ワヤンチ山に分布する岩体は、モードでは花崗閃緑岩の領域にプロットされる。アンガシ川沿いの岩体は、モードでは石英モンゾニ閃緑岩からトナル岩の領域にプロットされる。この石英モンゾニ閃緑岩の K - Ar 法による絶対年代は 16.4 ± 0.8 百万年 (中期中新世) と本調査地域で最も若く、他の地区での深成岩の貫入順序とは不調和である。ただし本岩体は北東 - 南西系の大断層に接して貫入しており、比較的新しい火成活動が本区域に存在した事は間違いのない事実であろう。

花崗岩類は、調査地区北東部のアンガシ部落を中心として分布する。モード的には花崗岩の領域にプロットされ、K - Ar 法による絶対年代は 102 ± 5 百万年 (前期白亜紀) の値を示し、花崗岩類としては本調査地域の中では最も古い値を示す。本岩体は調査地域東部域を南北に縦断する貫入岩体の一部を構成する。この南北に伸張する岩体は主に花崗閃緑岩質岩より成るが、鏡下では石英モンゾニ閃緑岩の領域にプロットされ、かつ K - Ar 絶対年代も 88.8 ± 4.4 百万年 (後期白亜紀) と、初年度の観察結果とは逆の関係 (花崗岩質岩が古く、閃緑岩質岩が若い) を示しており、花崗岩質岩の貫入時期については現地調査を含め今後再検討してゆかなければならない。モンゾニ岩類は本地区では極めて小規模な岩脈として産するのみである。コルコバード (Co. Corcobado) 山付近に貫入するモンゾニ斑岩岩脈はモード測定の結果、石英モンゾニ閃緑岩の領域にプロットされた。

石英斑岩 ~ 流紋岩は極めて小規模に各所に岩脈として産するが、出現頻度は東部域的に高い。東部域のコヨータ (Collota) 山に分布する流紋岩は、一部角礫化した部分もみられ、鏡下では珪長質鉱物の微粒状集合体より成る岩片 (流紋岩) 及び岩片を膠着する



石英を主体とする珪長質基質より成る。化学分析ではシリカ成分が95%にも達しており、角礫化作用に加え珪化作用を被っていることを示している。安山岩も極めて小規模に各所に岩脈として産するが、その出現頻度は石英斑岩～流紋岩岩脈よりも低い。

本調査地区の断層裂罅系は、北東-南西、東北東-西南西及び南北～北北西-南南東系の3系統が東部域及び南部域においてみられる。これら3系統の断層裂罅系のうち、北東-南西系断層はチョンタリ地区において予想された北東-南西系の断層裂罅系に連続する比較的大規模な裂罅系であろうと推定される。後2者はこの大規模断層裂罅系から派生した副次的断層裂罅系であろうと推定される。

変質作用は調査地区東部域に分布するレーチェ累層の石灰岩類及びオヨトゥン火山岩類において特徴的にあらわれる。レーチェ累層の石灰岩類にみられる変質作用は接触変成作用あるいは気成作用に伴うものを主体とし、これに熱水変質を若干伴う。そのため本節のレーチェ累層の項でも言及した如く石灰岩類はスカルン鉱物を伴うと共に、珪化石灰岩には石英の添加のみならずマグネシウムも添加され、アンケライトを生成している事が確認された。従って小規模に認められる苦灰岩あるいはマグネシウムに富む熱水溶液による変質作用の産物である可能性も存在する。一方オヨトゥン火山岩類中に認められる変質は全て熱水作用に伴うものであり、肉眼的には他地区においてみられる変質帯とほぼ同じ産状を示す。しかしながら本調査地区では石英脈の発達が非常に乏しく、珪化変質帯の規模も小さく粘土化変質が主体をなす。

(2) 地化学探査 (Fig. II-10)

本調査地区における地化学探査結果を各分析成分の平均値でもって概観すれば、チョンタリ準精査区域より銅、亜鉛、鉛が若干高いという傾向が認められた。

地化学異常の分布をみれば、銅は小規模かつ連続性に乏しくまとまりが悪いが、強いて言えば、北東-南西系断層及びその近辺に貫入する貫入岩の周辺に分布する。亜鉛は小規模であるが連続性が若干良く、北東-南西系断層沿いの、特に石灰岩分布域にまとまる傾向が認められる。鉛は小規模かつ連続性に乏しくまとまりが悪いが、主に北東-南西系断層沿いに現われる貫入岩の周辺部に分布するとみる事が出来る。金、銀及びモリブデンについては非常にスポット的で連続性に極めて乏しい。

調査地区全域を概観しても各成分間の位置関係は雑然としておりこれといった特徴を把握する事はできないが、上述した群小地化学異常は北東-南西系断層周辺に集中しているといえる。強いて前述の変質帯との関係を求めれば、スカルン型変質帯では銅及び亜鉛地化学異常を中心とし、その外縁部に小規模かつ連続性の悪い銀及び鉛地化学異常

が配列するとみる事が出来、熱水変質帯では金及び鉛地化学異常を中心とし、その外側部に銅及び亜鉛の地化学異常が分布するとみる事が出来よう。

4-2 考 察

本地区内の北東-南西系断層にはこれにほぼ平行する小規模な花崗閃緑岩の貫入が認められており、この貫入岩は基盤岩を不整合に覆うレーチェ累層の石灰岩に変質を与えスカルン帯を形成すると共に、このスカルン帯中に硫化物の鉍染鉍化を惹起している。またこの北東-南西系断層の南西延長部はチョンタリ地区の鉍化変質帯形成に重要な役割を果たしたと推定したチョンタリ部落南方を通る北東-南西系断層に連続する。更にこの北東-南西系断層とこれより派生したサン・パトリシオ(San Patricio)部落北方の東北東-西南西系断層との間に分布するオヨトゥン火山岩類中には珪化変質帯が認められる。

これらの変質帯は鉍石分析結果により各々金・銀・銅及び金・鉛・亜鉛に富む鉍化作用により特徴付けられるとされたが、両者とも明瞭な地化学異常は伴わない。

オヨトゥン火山岩類中の鉍化変質帯はチョンタリ地区では西部域に分布する花崗岩質岩にその成因を求めたが、本地区の鉍化変質帯も時代的にほぼ同一時期に形成されたと仮定すれば、スカルン鉍化帯形成の時期とはかなりの時代のギャップが存在することとなる。すなわち、地化学異常の不規則性は時代の異なる二つの鉍化変質作用が互に干渉し合った結果の産状であると推定することもできる。従って各成分の異常値の分布が小規模かつ不規則というものの、鉍石分析結果にて推定された鉍化作用が北東-南西系断層を中心として存在する可能性は高いと判断される。

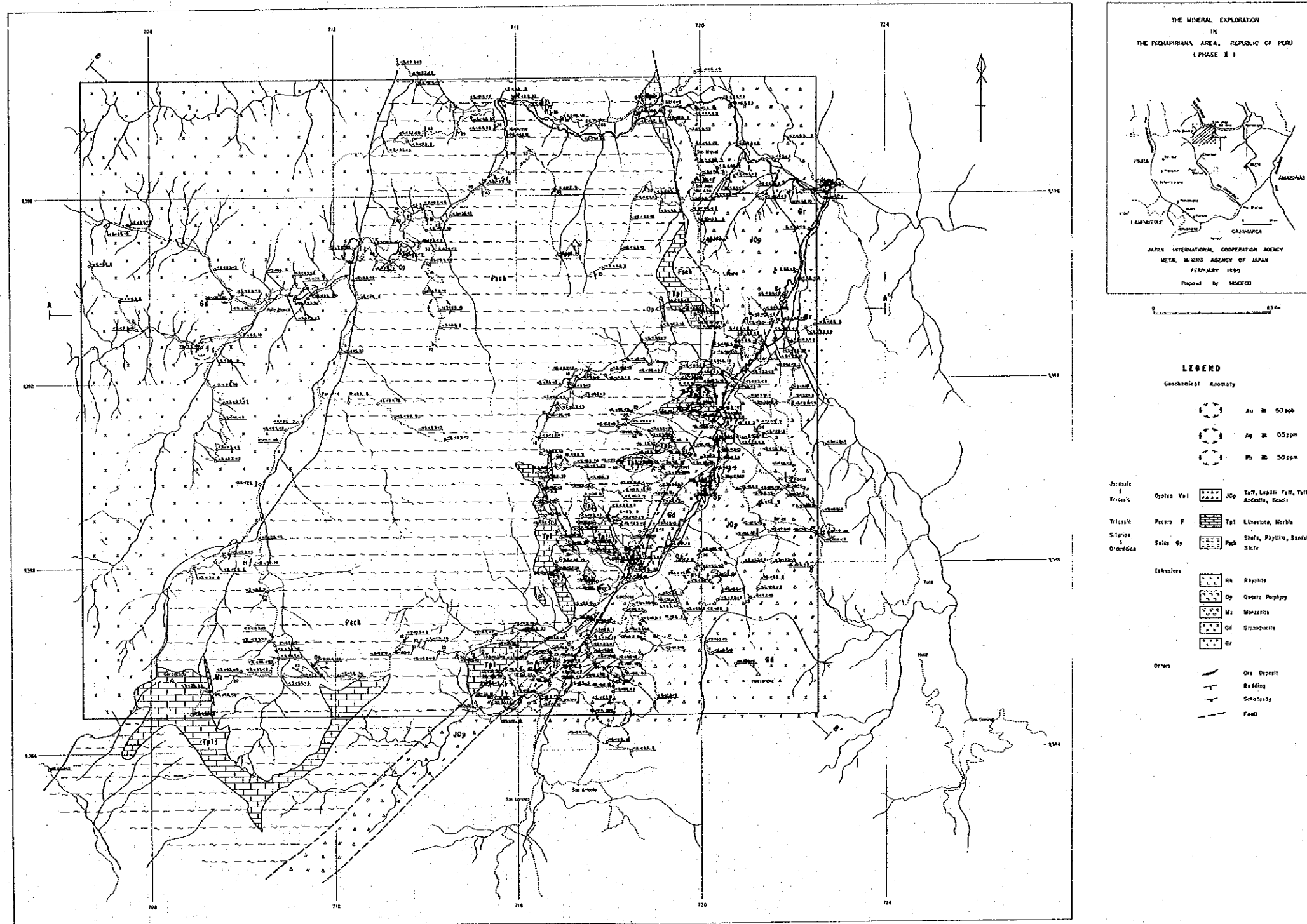


Fig. II-10(1) Distribution of Geochemical Anomaly in the Peña Blanca Area (Au,Ag and Pb)

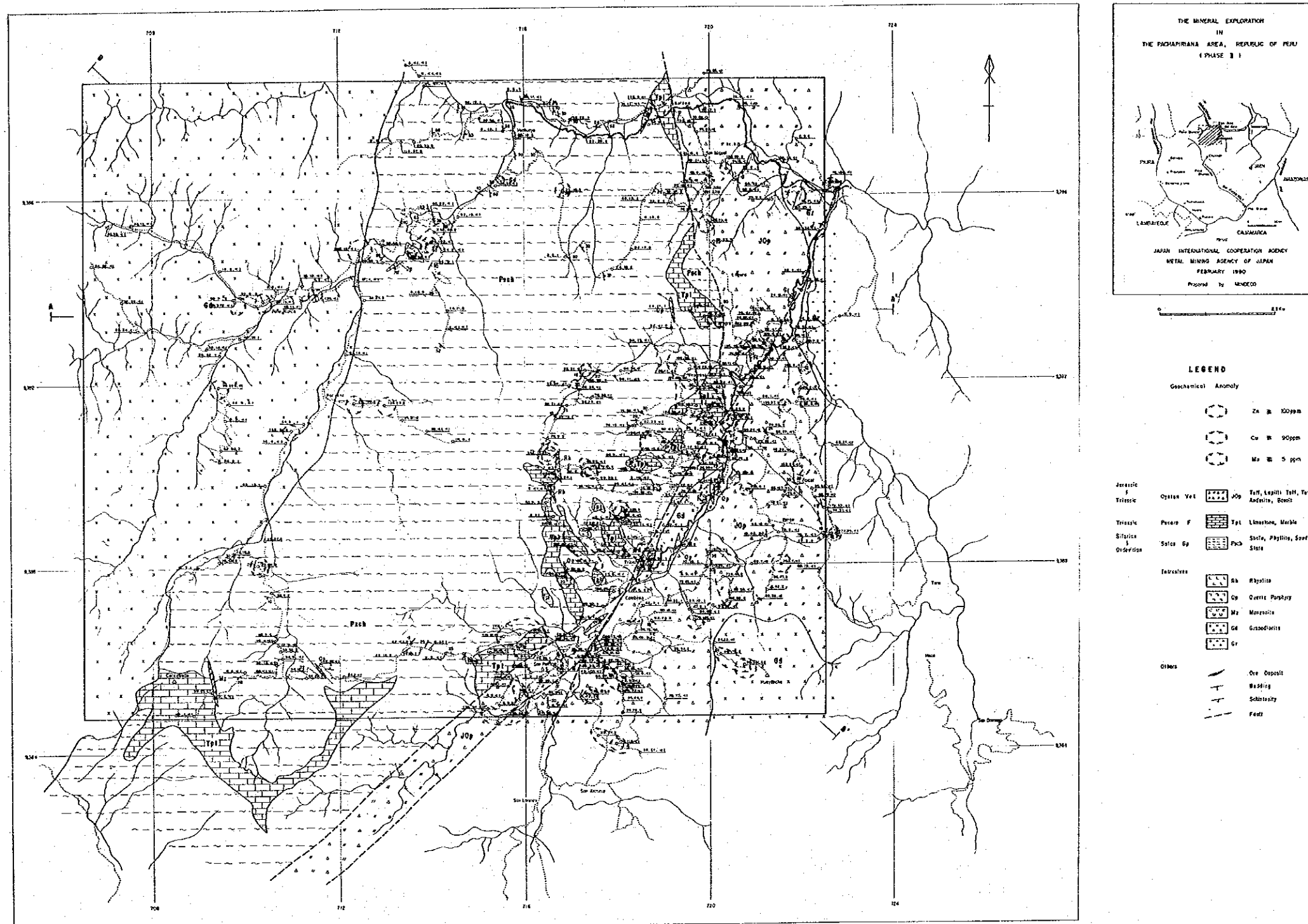


Fig. II-10(2) Distribution of Geochemical Anomaly in the Peña Blanca Area
(Zn,Cu and Mo)

第5章 ヘワマルカ地区

5-1 地質調査・地化学探査

5-1-1 調査目的及び調査経緯

本地区は、“北部地化学探査計画”により抽出された地化学異常に対するフォロー調査により捕捉された鉱徴地で、地質鉱物冶金研究所では縮尺1/2,500の地質精査までの調査を完了していた。第1年次調査では前記地質精査の再評価を目的として岩石地化学探査を併用した地質精査を実施すると共に、CSAMT法による物理探査により地下深部の比抵抗構造解析を行なった。その結果、地質調査により推定された鉱化作用に密接に関係するとされる珪化変質帯は、地下深部に“きのこ状構造”を有して潜在する可能性が指摘された。

第2年次調査では、予想された“きのこ状構造”及び本地区で最も高い地化学異常値を示した珪化角礫岩の鉱化状況の把握を目的としてボーリング調査を実施し、本地区には三種の鉱化帯が存在する事が明らかとなった。すなわち①珪化変質帯は予想通りの構造を有しかつ、低品位卑金属鉱染鉱化作用を伴う、②この珪化変質帯の中には層状の石英帯が高品位卑金属鉱化作用を伴って存在する、③珪化角礫岩中には金・銀鉱化作用が存在する。

第3年次調査は、高品位鉱化帯賦存の可能性のある石英帯及び珪化角礫岩の鉱化状況の把握を目的としたボーリング調査及びボーリング調査精度に対応するより精度の高い地質図を作成する事を目的とした、縮尺1/2500の地質調査、更に珪化帯及び珪化角礫岩の分布及び産状確認のためのトレンチ調査を実施した。

5-1-2 地質概要

調査地区周辺は広域的にはオヨトゥン火山岩類を基盤とし、その上位に不整合にポルクーヤ火山岩類が分布する(Wilson, 1984)。調査地区は安山岩ないし石英安山岩質凝灰角礫岩及び火山礫凝灰岩を主体とし、凝灰岩、溶結凝灰岩及び凝灰質頁岩～シルト岩を挟在する広義の火山碎屑岩類により特徴付けられる。これらの火山碎屑岩類は緩やかな波状構造を有するものの、大局的には北西-南東の一般走向を有し、南西へ緩やかに傾斜する同斜構造をなすとみる事もできる。

断層・裂罅としては一般走向にほぼ直交する北東-南西系の急傾斜の裂罅系が顕著に認められ、更に北北西-南南東ないし北西-南東系の小規模な裂罅系が北東-南西系の裂罅系の橋渡しをなす様にして出現する。これらの裂罅系はいずれもほとんど地質構造を乱しておらず、支配的裂罅系(例えばサジケ(Sallique)断層など)に由来する副次的裂罅系であろうと推定される。

本地区に認められる変質作用はいずれも前述裂罅系を通路として発達したものと考えられ、裂罅密集帯にほぼ円形の外形を有する珪化粘土化変質帯、更にその外側に、粘土化帯又はプロピライト化帯がとりまくという変質帯の帯状分布が認められる。更に変質帯の外縁部では粘土化変質帯の中に層理面に調和的な産状を示す小規模な珪化変質帯が随所に観察されており、変質作用の層準規制も存在するものと解析された。

本地区の鉍化作用は、地化学探査解析結果から類推し、北東-南東方向の裂罅系を通路とし、珪化変質帯に種々鉍種の鉍化作用が集中したとされ、特に金鉍化作用にその傾向が強いと解析された。

5-1-3 調査結果

1) 地質調査 (Fig. II-11, 12)

本調査地区には、凝灰質頁岩層を挟む石英安山岩質火山砕屑岩類及びこれらを通る安山岩及び流紋岩の岩脈類が分布する。

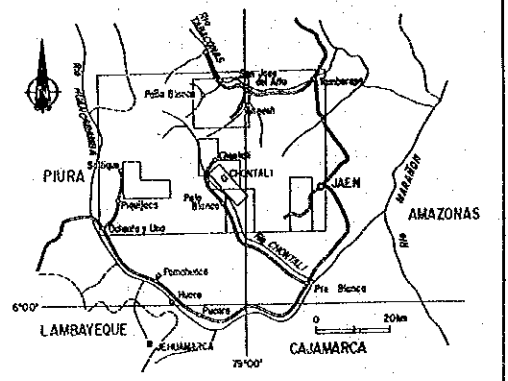
火山砕屑岩類は、ポルクーヤ火山岩類に対比され、石英安山岩質の火山礫凝灰岩を主体とし、凝灰岩及び極くまれに凝灰角礫岩を挟む。凝灰質頁岩層は調査地区南西部に連続性良く分布する。凝灰岩は試錐コアにおいても確認されたが、連続性はあまり良くなく膨縮著しいものと判断される。凝灰角礫岩は局所的で連続性は認め難い。火山礫凝灰岩としたものの中には鏡下では比較的粗粒の砕屑構造を有するものやガラス質で葉理構造を有するものなどが認められるが、いずれも絹雲母化作用及び珪化作用により著しく変質している。

安山岩は調査地区南西部にほぼ層状に分布しており、岩床状貫入をなしたものと解される。鏡下では完晶質斑状組織を有し、斜長石及び絹雲母と緑泥石により完全に交代され形骸化した角閃石、一部黒雲母を斑晶とし、短冊状自形結晶を示す斜長石、不透明鉍物、アパタイト及び変質鉍物である緑泥石・絹雲母を石基鉍物として有する。流紋岩は、調査地区北東部及び南西部において小規模に岩脈状ないし岩床状に分布する。鏡下では陰微晶質で流理構造を有し、0.1~0.3 mm程度の間隔を有する縞状構造が認められる。

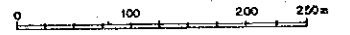
断層裂罅系は北西-南東系及び北東-南西系の2系統が確認された。いずれの裂罅系も転移量は数m~10数mと小規模であり、また連続性も悪い。従ってこれらの裂罅系はいずれも広域的な構造を規制する様な大規模な裂罅系ではなく、支配的裂罅系より派生した二次あるいは三次的な構造を反映しているものと解される。

変質作用は調査地区全域において、珪化作用、粘土化作用、緑泥石化作用が認められる。変質帯の平面的分布の特徴を要約すれば次の通りとりまとめることができる。

THE MINERAL EXPLORATION
IN
THE PACHAPIRIANA AREA, REPUBLIC OF PERU
(PHASE II)
Geological Map
of the Jehumamarca Area

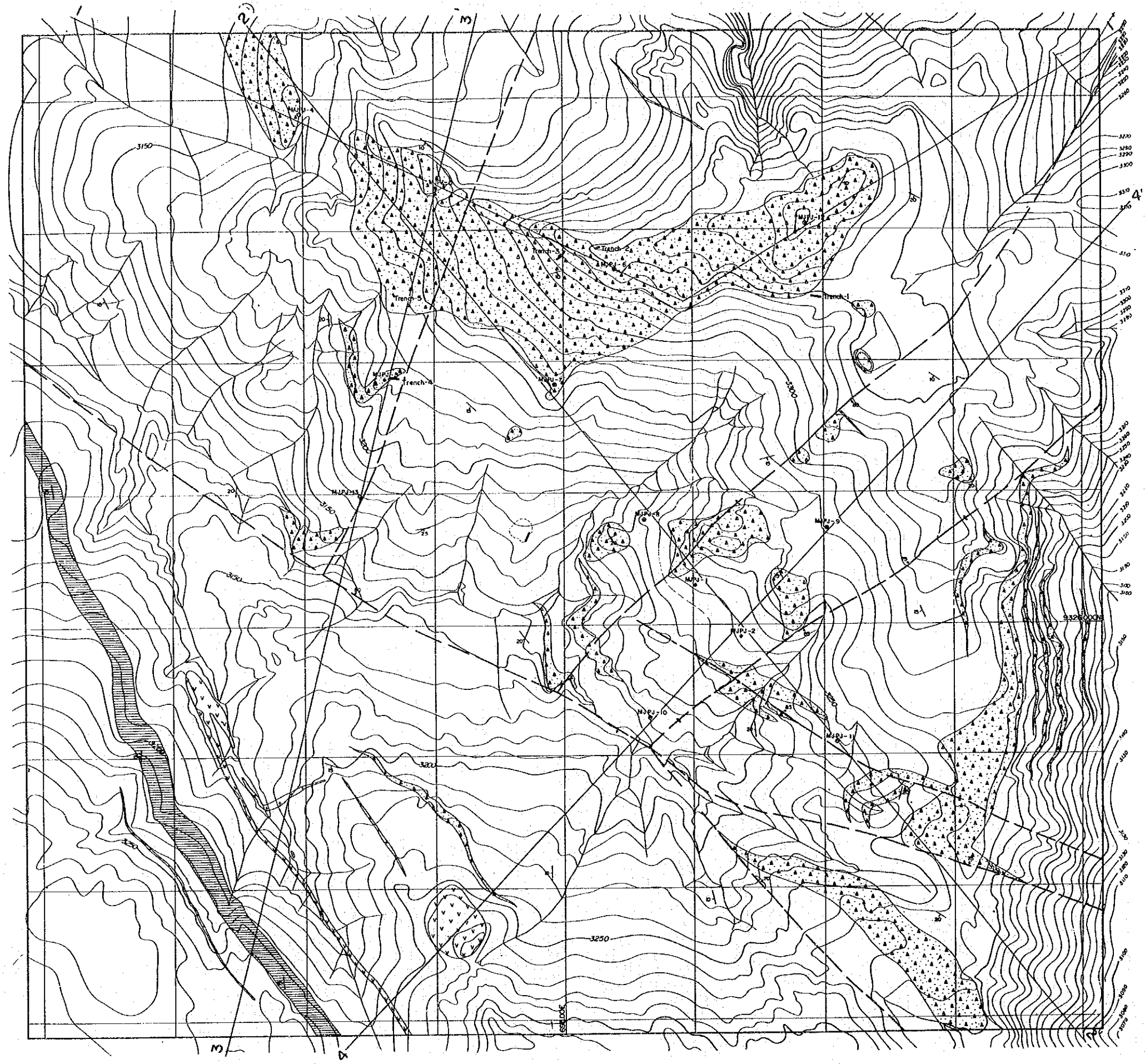


JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN
FEBRUARY 1991
prepared by MINDECO



LEGEND

- Pyroclastics
- Silicified Breccid
- Shale and Tuffaceous Shale
- Andesite
- Rhyolite
- Bedding Plane
- Fault
- Drilling Site in 1989
- Drilling Site in 1990
- Trenching Site



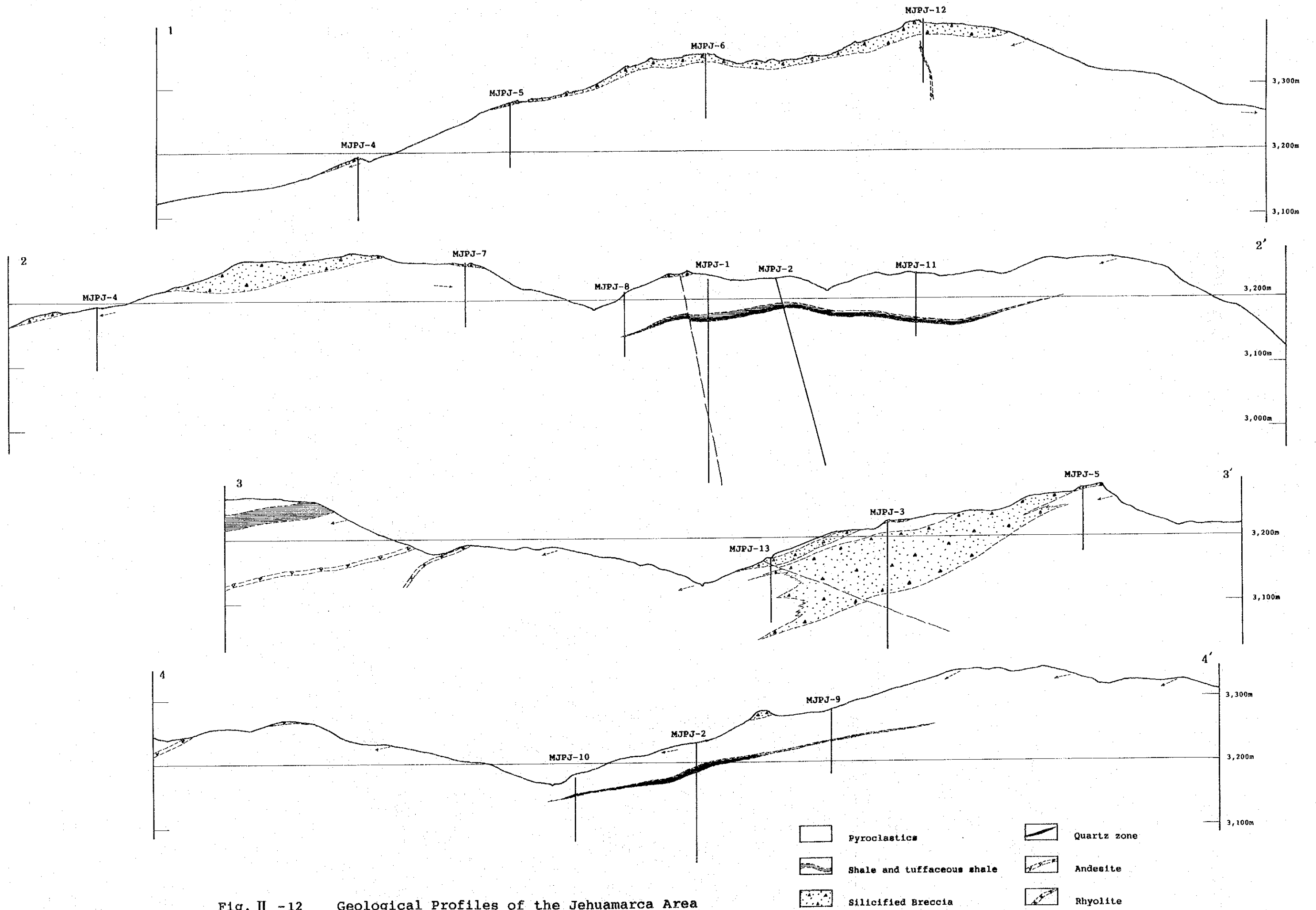
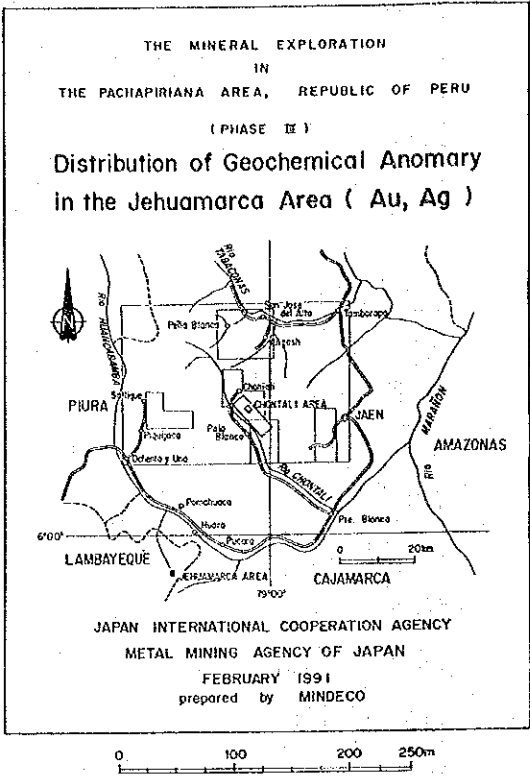
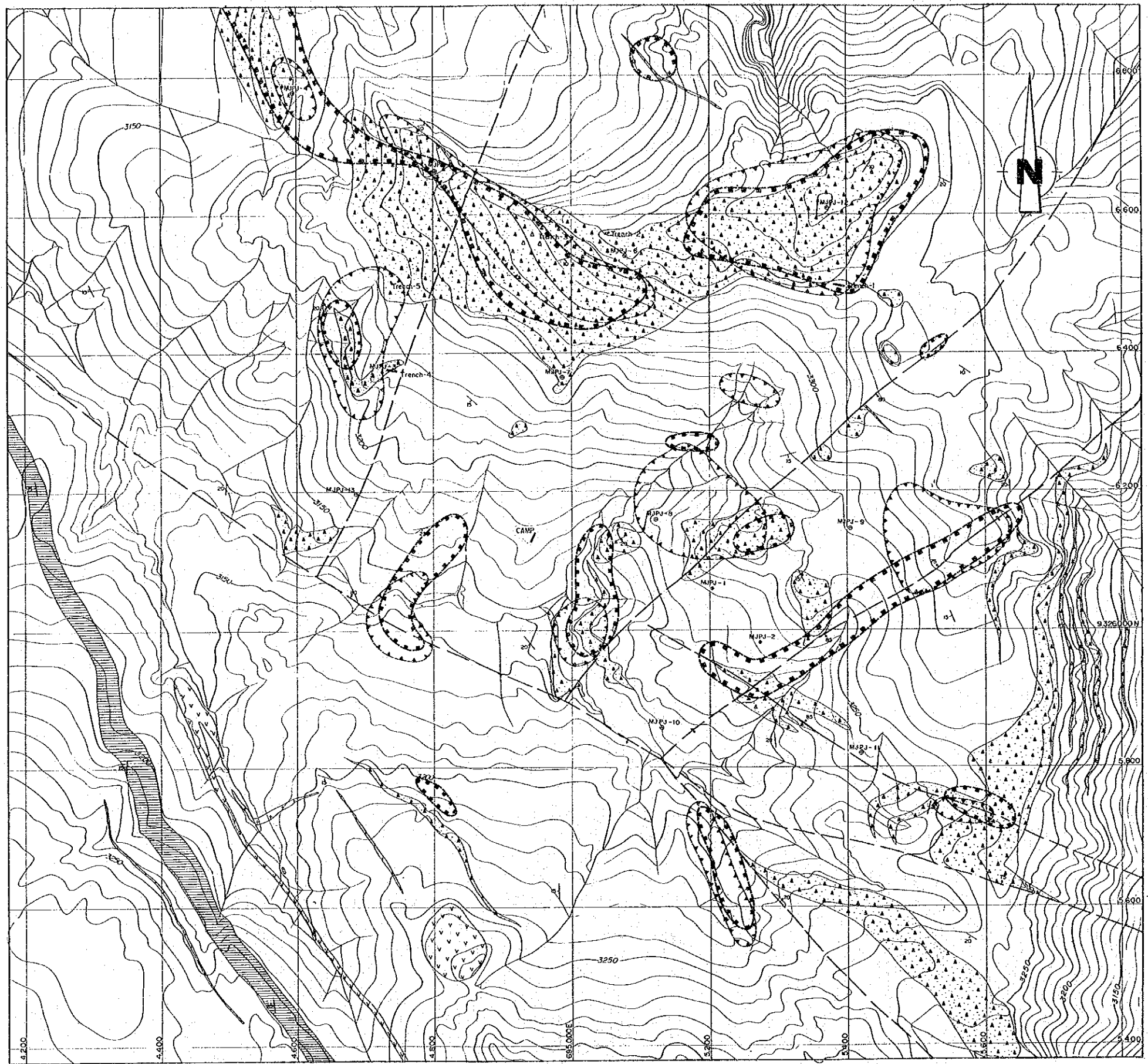


Fig. II -12 Geological Profiles of the Jehuamarca Area



LEGEND



-  Au anomaly
-  Ag anomaly

Fig. II - 13 (1)

Distribution of Geochemical Anomaly in the Jehuamarca Area (Au,Ag)

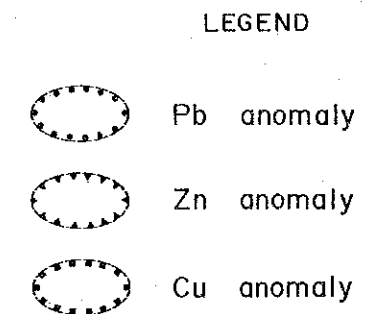
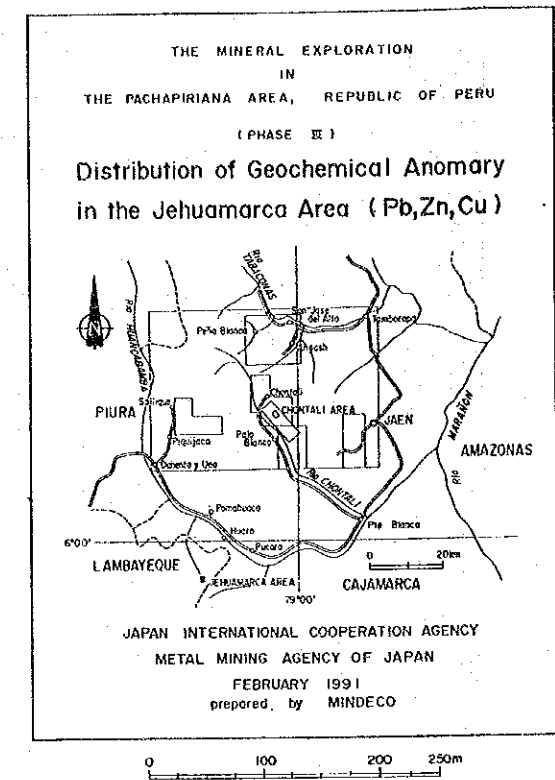
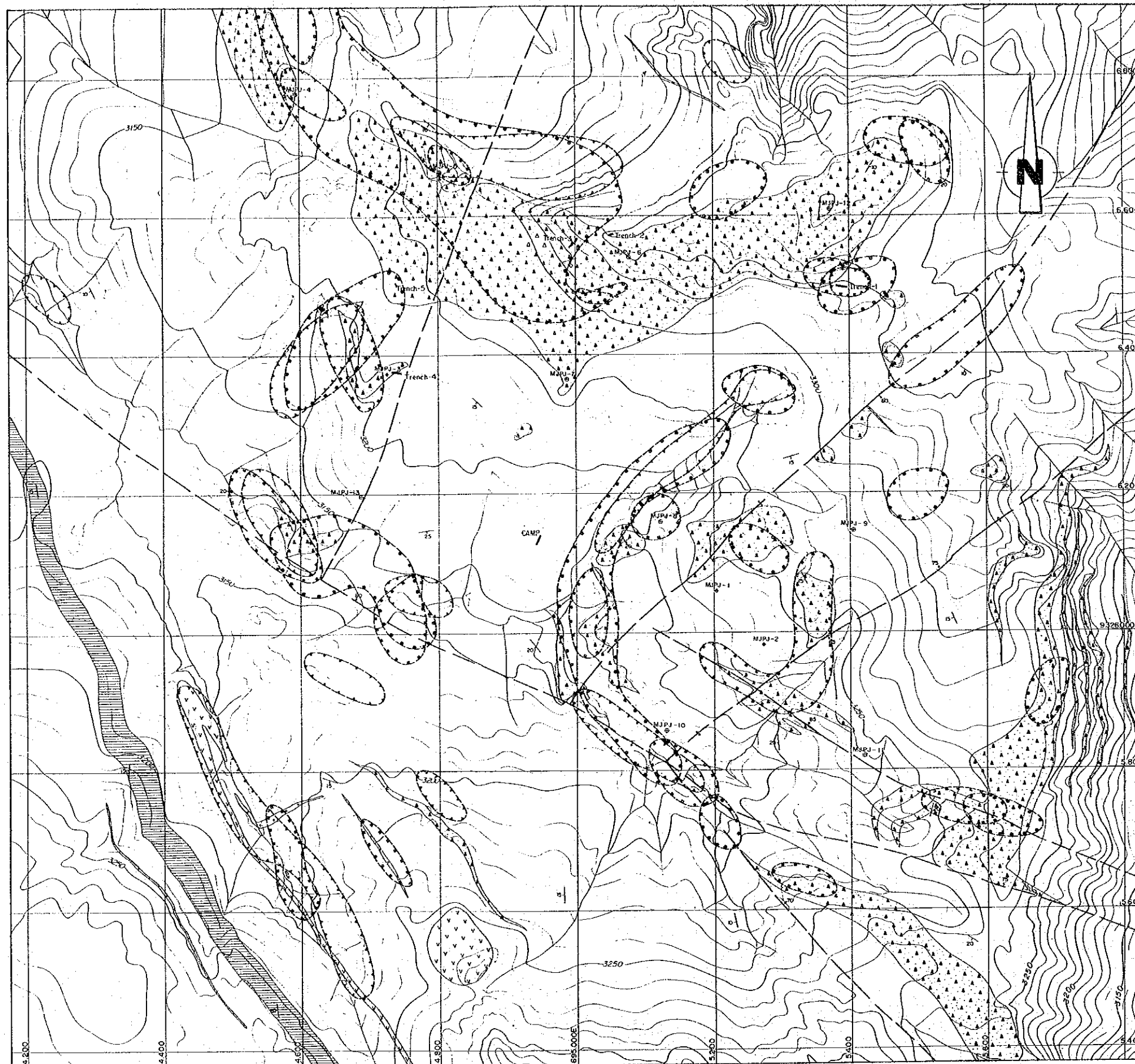


Fig. II - 13 (2)

Distribution of Geochemical Anomaly in the Jehuamarca Area (Pb,Zn,Cu)

1. 広域的には、中心部に珪化帯、その外側を珪化粘土化帯及びプロピライト化帯がとりまく様な帯状分布が認められる。
2. 珪化粘土化帯中の粘土鉱物は、セリサイトであり、そのポリタイプはすべて1Mである。これは本帯が低温かつ中～アルカリ性の変質環境にあった事を示している。
3. 珪化帯特に珪化角礫岩中の粘土鉱物はセリサイト・スメクタイト混合層鉱物である。また珪化角礫岩近接部及び石英に充填された裂隙では鉄明ばん石が確認された。従って本帯は比較的低温の酸性環境で生成したと考えられる。

珪化角礫岩の形態、成因については当初貫入角礫岩 (intrusive breccia) との考えが提起されていたが、今回の調査により特定層準に発達する層準規制の考えと一部には断層運動に由来する可能性のある事も指摘された。第3年次の地表調査及びトレンチ調査では、母岩の構造に調和的に生成している珪化角礫岩が確認された。

トレンチNo. 1においては、高品位鉛・亜鉛鉱体 (推定層厚4 m, 確認延長10m, Au 0.83 g/l, Ag 483.9 g/l, Cu 0.41 %, Pb 0.77 %, Zn 9.85 %) が、母岩に調和的に産する事を確認した。これはボーリングにて捕捉した高品位卑金属鉱化作用を伴う石英帯と同様の鉱化作用の産物であると考えられる。

2) 地化学探査 (Fig. II-13)

本調査地区における第3年次の地化学探査の各成分の分析値の平均値を同じ分析所で分析した第2年次の地化学探査 (チョンタリ, チョンタリ南部, ペーニャ・ブランカ, ヘワマルカ) の平均値と比較してみると次の通りである (鉱石品位該当分は除外)。

	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
ヘワマルカ平均	19.83	2.905	157.0	34.95	33.22
平成元年度調査全平均	21.34	0.47	47.88	107.91	53.86

全平均値で見れば、Auについては両者共ほぼ同程度であるが、Ag及びPbはヘワマルカが高く、Zn及びCuはヘワマルカが低い。ただし第2年度の地化学探査は、金鉱床賦存の可能性の高いチョンタリ地区の試料の値が、Au平均値を押し上げたと判断する事もできるのでヘワマルカのAu品位も比較的高いとみる事ができる。

地化学異常の分布を概観すれば、金の地化学異常は調査地区中央部から北部ないし東部に分布し、珪化角礫岩あるいは石英脈を伴う裂隙沿いにまとまる傾向を示す。銀異常はほぼ金異常に重複してあらわれるが裂隙による影響はより強い。鉛異常は前2者とほぼ同

様の分布を示すが、若干外側にシフトし連続性に乏しくなる。亜鉛異常は鉛異常と重複するものも多いが、更に外側にシフトする。調査地区南西部に分布する亜鉛異常は、近傍に貫入する安山岩岩床に由来する可能性がある。銅異常は前4者と重複するものもあるが連続性は極めて乏しく孤立したものが多い。

5-2 物理探査

5-2-1 調査概要

変質作用に伴う鉍染鉍床型及び鉍脈鉍床型の鉍化変質帯の地表徴候に対し、地下深部の比抵抗構造解明を目的とし、第1年次にCSAMT法による電磁探査を4km²の範囲に31測点実施した。

調査では10周波数の見掛比抵抗分布を得、これを調査地区内で採取した代表的岩石試料の室内での比抵抗測定値と対比しつつ、断面解析及び平面解析を行った。

5-2-2 解析結果

1) 比抵抗構造断面 (Fig. II-14)

D-D', E-E' 断面共に3層構造として解析された。

第1層は地表付近に解析された極く薄い低比抵抗層で100Ω・m以下である。第2層は第1層の下位層で、比較的厚く、全域に解析された高比抵抗層で、おおよそ200~900Ω・mの値を持つ。測点No.88付近を中心として、本比抵抗層は深部まで連なる形状を示している。第3層は最下層として解析され、70Ω・m以下の低比抵抗層である。

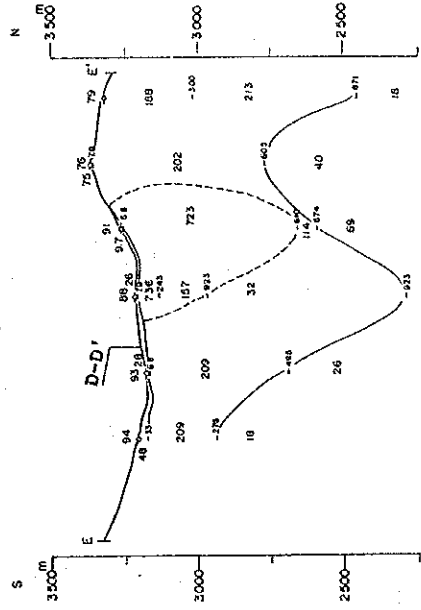
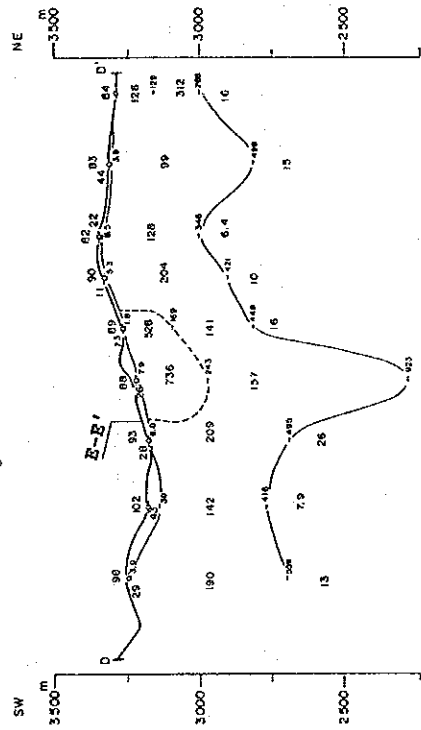
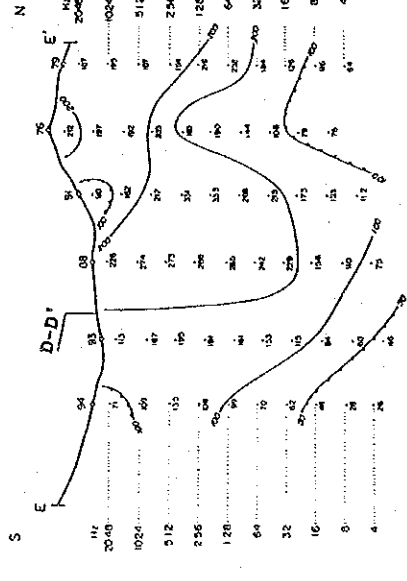
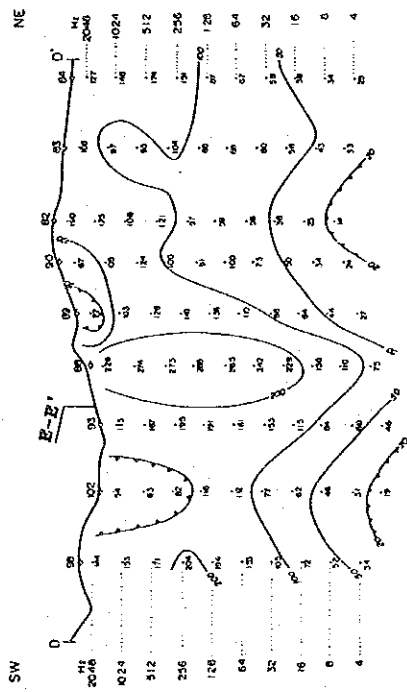
2) 比抵抗構造平面 (Fig. II-15)

本調査地区では、標高2,900m準並びに2,700m準について、比抵抗構造平面図を作成した。両平面図共、第2層と第3層の平面的分布を示すものである。

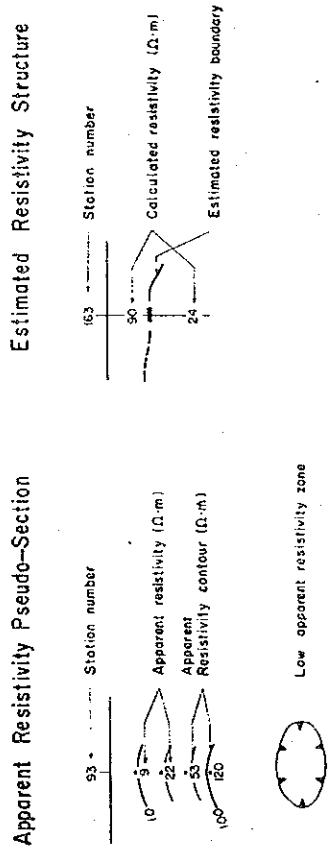
①2,900m準では第2層が広く分布し、その中に500Ω・m以上の高比抵抗層が存在する。低比抵抗な第3層が4Hzで捕捉された低見掛比抵抗分布を中心に3か所に分れて分布する。

②2,700m準では、第2層の分布が小さく局部的になり、ほとんどが第3層の分布となる。本地区の地質は、火山碎屑岩が全面に分布している。この中に北東から南西方向の裂隙が数多く発達し、これこれを充填する形で珪化帯が発達している。粘土化変質帯は地域全体に広く分布している。

第1層は低比抵抗で地表付近に浅く解析されているもので、地表全体に広がる湿潤した粘土化帯に対応する。



LEGEND



1 : 25,000

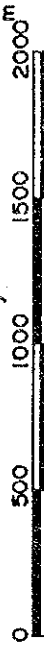
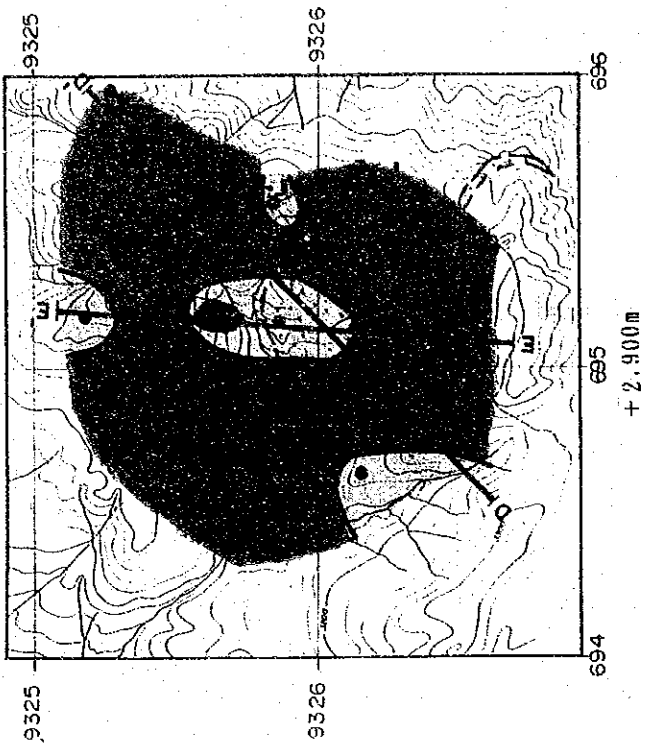
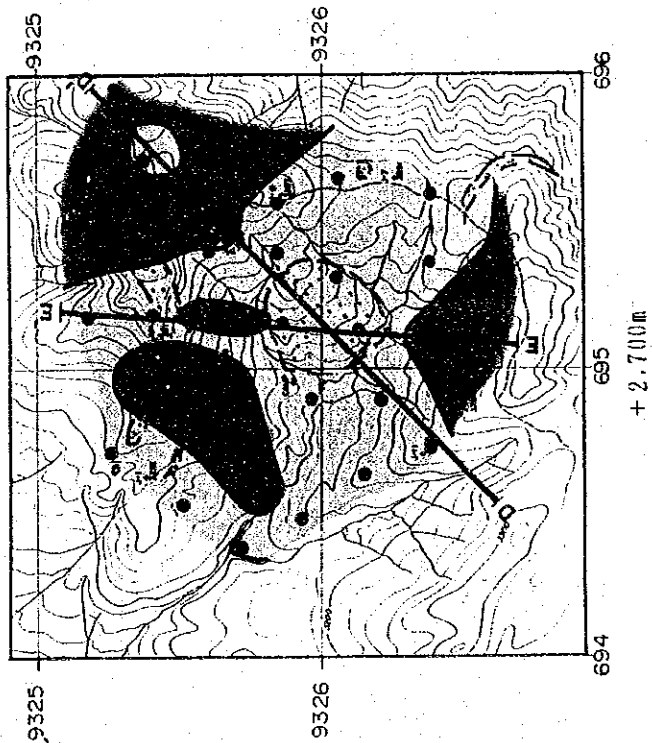


Fig. II - 14

Apparent Resistivity Pseudo-Section with Estimated Resistivity Structure of The Jehuamarca Mineralized Area



L E G E N D

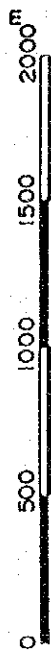
● CSAMT Station

D—D' Cross Section

▨ Silicification Zone

Division of Apparent Resistivity

100 500 ($\Omega \cdot m$)



1 : 25,000

Fig. II -15 Resistivity Structure Map of The Jehuamarca Mineralized Area

第2層は中央部に $500\Omega \cdot m$ 以上の比抵抗層が測点 No. 88~89付近の深部に塊状にまとまって解析され、これは深部に至る形状を示している。地表における珪化岩体との関連から、その根源部を示すものと考えられる。 $500\Omega \cdot m$ 以下の第2層は、全域に分布する粘土化した凝灰岩の分布に対応する。

3) 解析結果のまとめ

本調査地区の比抵抗構造は3層構造をなすと解釈される。第1層は地表付近に浅く分布する低比抵抗層で、地表付近全域に広がる湿地帯と珪化変質帯の下位に潜在する粘土化変質帯に対応するものと考えられる。第2層は $200\sim 800\Omega m$ の比抵抗値を有する比較的高比抵抗を示す層であるが、中央部の珪化粘土化変質帯下部に $500\Omega m$ 以上の比抵抗を示す部分が地下深部にまで連続していると解析される。すなわち換言すれば、第2層の高比抵抗層はその中央部に地下深部に達する根を有すると解釈することができる。最下位層である第3層は $70\Omega m$ 以下と極めて低い比抵抗値を有する。

これらの解析結果を考察すれば、本調査地区は浅熱水性鉍化変質作用により特徴付けられ、珪化変質帯を示唆していると思われる、“きのこ状構造”を有する第2層高比抵抗帯が鉍床胚胎の場を形成している解釈される。

5-3 ボーリング調査

5-3-1 調査目的

第1年次調査で鉍化作用に密接に関係するとされる珪化変質帯は、CSAMT法による物理探査により地下深部に“きのこ状構造”を有して潜在する可能性が指摘された。

第2年次のボーリング調査は、前記“きのこ状構造”を有して潜在する可能性のある珪化変質帯の具体的鉍化状況を探ると共に、鉍化変質作用をもたらした溶液の通路となったと推定される裂隙系の鉍況把握及び本地区で最も高い地化学異常値を示した珪化変質帯の鉍化状況の把握を目的とした。

第3年次のボーリング調査は、第2年次調査により確認された三種の鉍化帯のうち珪化帯に伴う低品位卑金属鉍染鉍化帯は非常に大規模であるが、現状ではスケールメリットを考慮しても経済性は無いと判断されたので、石英帯に伴う高品位卑金属鉍化帯及び珪化角礫岩に伴う金・銀鉍化帯の具体的拡がりを確認する事を目的とした。

5-3-2 調査概要

掘さく工事はペルー現地業者 GEOTEC S. A. を起用して実施した。

掘さく工事に必要な資機材は、運搬通路が不備のため空軍のヘリコプターをチャーターし

て運搬した。消耗物品を含む補給物品は、馬・ロバ等により2日かかりで搬入した。

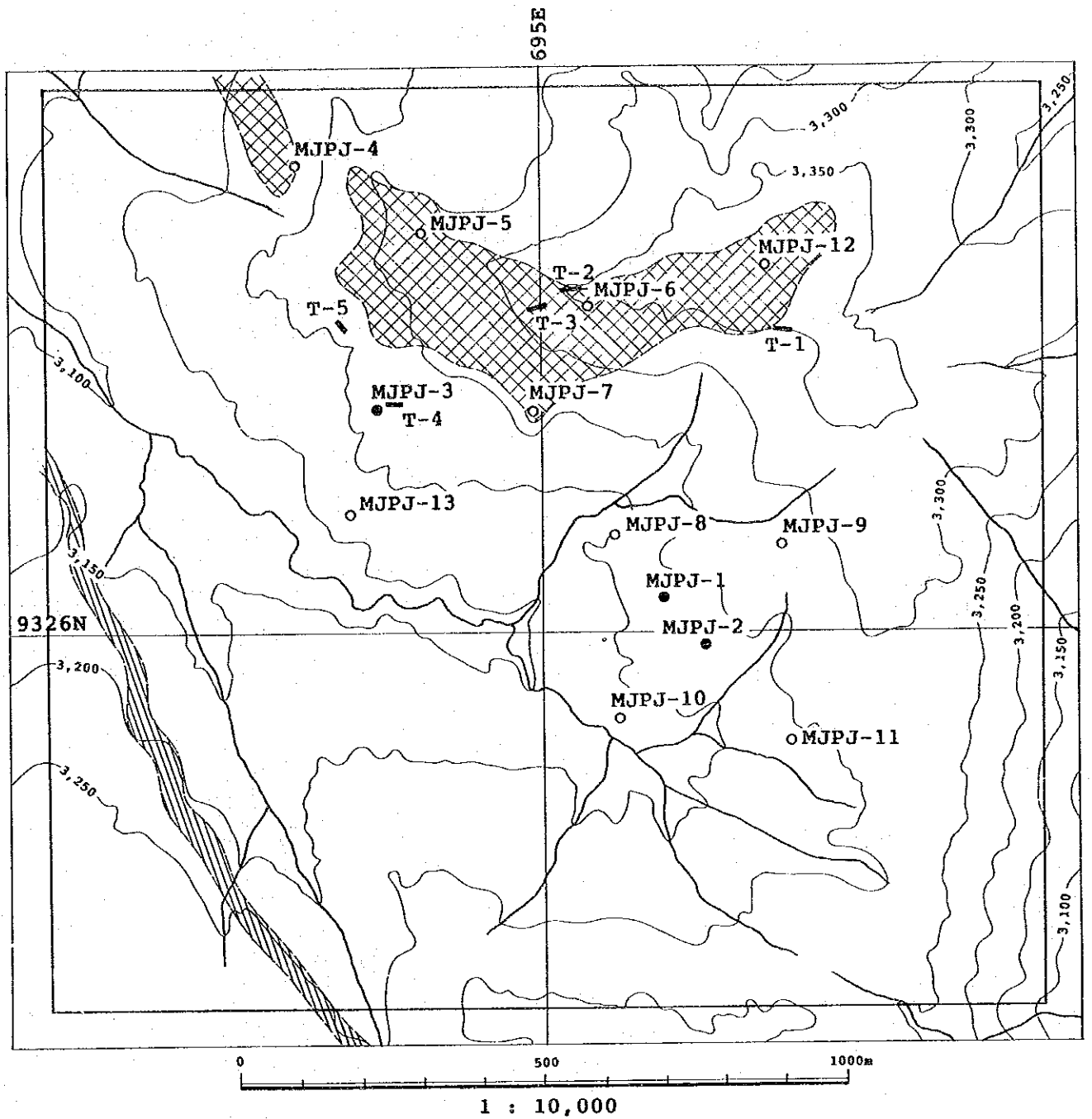
各ボーリング孔の掘さく実績は、次の通りである。掘さく位置はFig. II-16 に示す。

孔名	方向	傾斜	掘さく長	位置		標高
				N	E	
MJPJ-1	—	-90°	316.25m	9,326,058	695,205	3227.32m
MJPJ-2	135°	-75°	300.00m	9,325,980	695,274	3233.95m
MJPJ-3	—	-90°	200.00m	9,326,373	694,727	3231.39m
MJPJ-4	—	-90°	100.00m	9,326,776	694,594	3195.28m
MJPJ-5	—	-90°	100.00m	9,326,663	694,804	3274.87m
MJPJ-6	—	-90°	100.00m	9,326,540	695,080	3351.21m
MJPJ-7	—	-90°	100.00m	9,326,364	694,987	3259.87m
MJPJ-8	—	-90°	100.00m	9,326,159	695,124	3211.70m
MJPJ-9	—	-90°	100.00m	9,326,146	695,406	3280.40m
MJPJ-10	—	-90°	100.00m	9,325,858	695,132	3178.62m
MJPJ-11	—	-90°	100.00m	9,325,820	695,420	3239.81m
MJPJ-12	—	-90°	100.00m	9,326,608	695,172	3402.11m
MJPJ-13	—	-90°	100.00m	9,326,196	694,687	3167.56m

5-3-3 調査結果 (Fig. II-17)

各分析成分につきAu, Ag, Cu, Znのいずれかが各々 1g/t, 85g/t, 0.5%, 1%以上を示す層別試料を鉱徴として抜きだせば次の通りである。

	DEPTH		LENGTH m	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	
	m	m		g/t	g/t	%	%	%	
MJPJ-1	60.9	~ 65.55	4.65	1.59	95	0.05	2.2	7.9	Qtz Zone
	65.55	~ 69.5	3.95	0.52	27	0.03	0.7	2.7	Sil-Chl lp tf
	81.5	~ 82.85	1.35	0.27	87	0.52	0.1	0.1	Qtz Zone Sil-Arg lp tf
	172.55	~ 178.45	5.9	0.13	10	0.03	0.2	1.1	Sil-Arg lp tf
	209.05	~ 215.05	5.2	0.18	6	0.04	0.4	1.2	Sil lp tf
MJPJ-2	43.1	~ 47.15	4.05	1.17	342	2.30	0.5	0.5	Qtz Zone



- Drilling Hole in 1989 (MJPJ-1 - MJPJ-3, 3 holes total length 816.25m)
- Drilling Hole in 1990 (MJPJ-4 - MJPJ-13, 10 holes total length 1,001.55m)
- Trenching in 1990 (T-1 - T-5, 5 trenches total length 73.6m)
- ▨ Silicified Breccia
- ▧ Tuff and tuffaceous shale alternation zone

Fig. II-16 Location of the Drilling and Trenching sites in the Jehuamarca Area

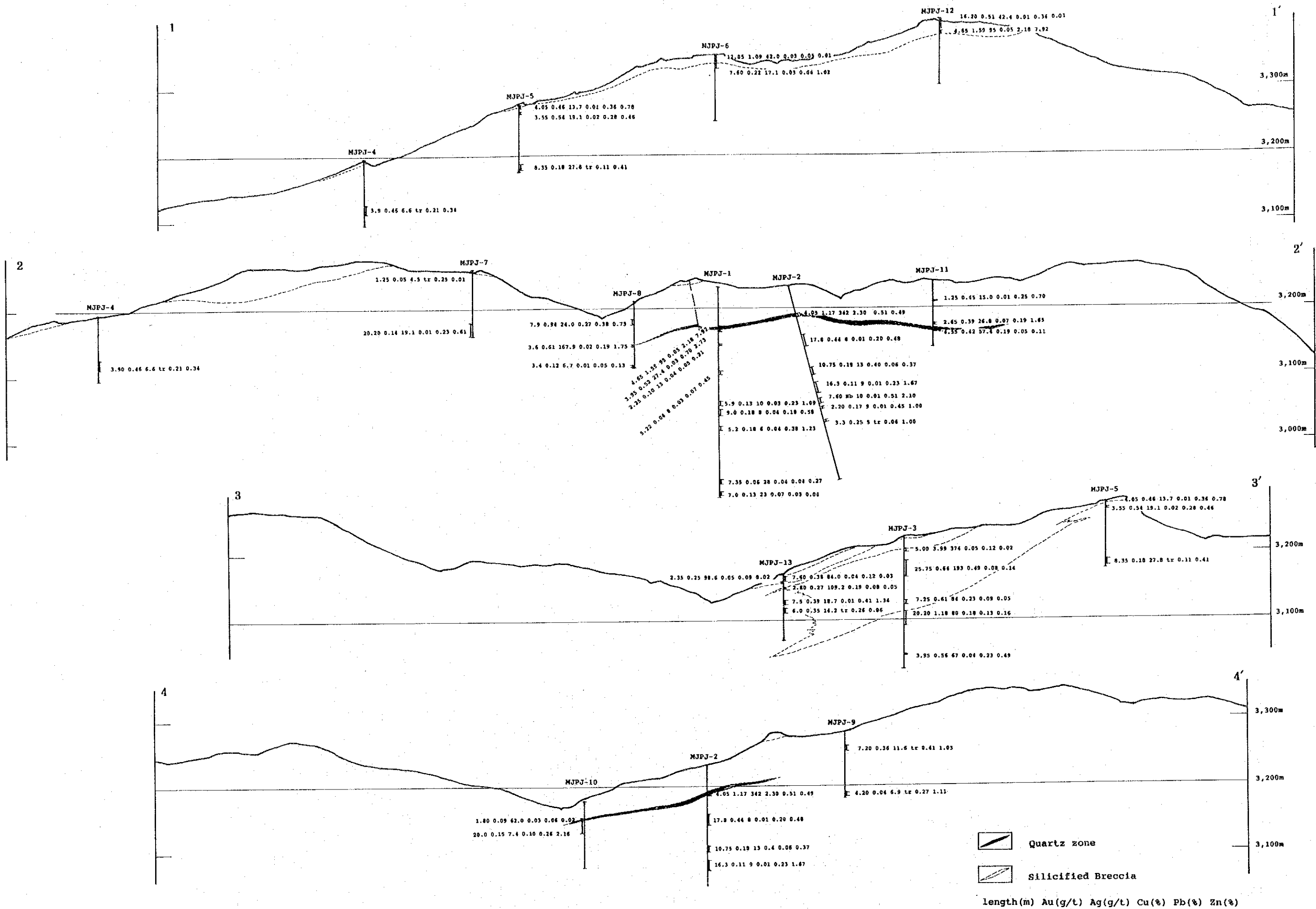


Fig. II - 17 Assay Results on the Profiles of the Drillings in the Jehuamarca Area

	DEPTH		LENGTH m	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	
	m	m		g/t	g/t	%	%	%	
MJPJ- 2	150.1	~166.4	16.3	0.11	9	0.01	0.2	1.6	Sil~St Sil-Arg tf
	175.1	~182.7	7.6	—	9	0.01	0.5	1.9	Sil~St Sil tf
	187.45	~189.8	2.35	0.17	9	0.01	0.5	1.0	St Sil tf
	208.35	~211.65	3.3	0.25	5	—	0.1	1.0	St Sil lp tf
MJPJ- 3	19.15	~ 24.15	5.0	3.99	374	0.05	0.1	tr	leached Sil Br
	25.75	~ 62.0	25.75	0.64	193	0.49	0.1	0.1	Sil Br
	114.25	~134.35	20.2	1.18	80	0.18	0.1	0.2	Sil lp tf
MJPJ- 6	6.1	~ 12.85	6.75	1.81	73.7	0.05	0.1	tr	leached Sil Br
MJPJ- 7	81.75	~ 85.6	3.85	0.65	222.3	0.05	0.1	0.3	Qz Zone w/fault Br
MJPJ- 8	28.95	~ 29.65	0.75	0.75	23.5	1.23	0.1	0.4	Sil Br
	65.65	~ 68.1	2.45	0.25	24.7	0.03	0.1	1.1	Sil lp tf
	68.1	~ 68.4	0.3	2.80	1065	5.11	1.0	9.2	Qtz Zone
	68.4	~ 69.25	0.85	0.90	264.0	1.67	0.2	1.2	Sil lp tf
MJPJ- 9	21.1	~ 28.3	7.2	0.36	11.6	tr	0.4	1.0	Sil lp tf
	92.9	~ 97.1	4.2	0.04	6.9	tr	0.3	1.1	Sil lp tf
MJPJ-10	29.95	~ 47.2	17.2	0.12	5.3	0.05	0.3	2.5	Sil lp tf
MJPJ-11	65.7	~ 68.35	2.65	0.39	26.8	0.07	0.2	1.7	Sil lp tf
MJPJ-13	9.95	~ 12.3	2.35	0.25	98.6	0.05	0.1	tr	Sil Br
	17.2	~ 20.0	2.8	0.27	109.2	0.19	0.1	0.1	Sil tf Br (fault?)
	37.3	~ 44.8	7.5	0.39	18.7	0.01	0.4	1.3	Sil lp tf

鉍石鉍物は黄鉄鉍，閃亜鉛鉍，方鉛鉍がほぼ普遍的に認められ，黄銅鉍，四面銅鉍，碲四面銅鉍，碲碲鉄鉍は局所的に認められる。更に輝銅鉍，銅藍が二次富化帯で局所的に認められる。

ボーリング調査により判明した変質帯の立体的分布の特徴は，次の通り要約することができる。

1. 変質帯の中心部では深部まで強い珪化変質帯が連続し，かつその深部でダイアスポア及びパイロフィライトが捕捉されており比較的高温かつ酸性の変質環境であった事を示

している。

2. 珪化角礫岩の基底部近接部及び珪化粘土化帯中に賦存する石英脈中のセリサイトのポリタイプは2M₁であり、周辺の珪化粘土化帯中のポリタイプ(1M)より高温相である事を示している。
3. 珪化粘土化帯の外縁部では、比較的浅所にてプロピライト化帯に変化する。プロピライト化帯には、菱マンガン鉱の細脈が随所に認められ、低温かつ中～アルカリ性環境に有った事を示している。
4. 石英帯中の粘土鉱物は、セリサイト・スメクタイト混合層鉱物である。

5-4 考 察

本調査地区のポルクーヤ火山岩類は緩やかな波状構造を示し、かつ小裂罅群により若干の転移を生じてはいるが、全体としては構造の擾乱は少なく、北西-南東の一般走向を有し南西へ緩やかに傾斜する同斜構造をなすとみなす事ができる。裂罅系は北西-南東系及び北東-南西系が認められるが、地表調査で確認した裂罅をボーリングコアにて確認する事は少なく、またボーリングコアで断層角礫帯と判定しても地表にてその延長相当部を確認できない事が多く、連続性に極めて乏しい。すなわち本調査地区における断層裂罅系は広域構造(例えばサジケ断層)より派生した副次的構造であると解される。

調査地区の東部の絶壁には、小規模な層状の珪化変質帯が粘土化変質帯中に分布すること、また珪化角礫岩基底部あるいは裂罅帯近辺で高温型のセリサイト・ポリタイプが生じていることから、鉱化変質作用は、これらの副次的裂罅構造及び層理面を通路として波及したと解することが出来る。これはまた、CSAMT法の比抵抗構造にもあらわれており、地下深部に由来する鉱化変質流体が裂罅帯を通路として上昇し、層理面を通路として特定層準に鉱化変質作用が拡散し、珪化変質帯の分布に対応する高比抵抗帯の“きのこ状構造”が形成されたと解される。各変質帯と変質鉱物の関係を総括すればTable 6の如くとりまとめる事が出来る。

本地区にて認められる鉱化形式は、珪化変質帯に伴う卑金属鉱染鉱化、石英帯に伴う卑金属層状鉱化及び珪化角礫岩に伴う金銀鉱化の3種であるが、これらは一連の鉱化作用に由来するものであると解析される。すなわち珪化角礫岩中の金銀鉱化帯は、合金銀卑金属鉱化帯の天水性変質作用による残留鉱床であると解され、石英帯に伴う高品位卑金属層状鉱化帯は、珪化作用に伴う卑金属鉱化作用の典型例とみる事ができる。

Table 6 Correlation between Alteration Zones and Alteration Minerals

	Diaspore Pyrophyllite	Sericite- Smeectite mixed layer	Sericite		Chlorite	Halotrichite	Rhodochrosite
			2M1	1M			
Propylitized Zone					○		○
Argillized Zone				○			
Silicified Breccia Upper part		○					
Basal part			○			○	
Near fault			○			○	
Quartz Zone		○					
Silified Zone Shallow Zone		○					
Deeper Zone	○						

以上を総括し本地区の鉱床生成モデルを構築すれば次の通りとなる。

- 1) アンデス造構運動により広域的な断層構造が生じ、それに伴い付随的な裂隙系が形成された。
- 2) また、構造運動の一部は層理面あるいは特定層準を応力の開放系としたため、堆積構造に調和的な角礫帯層準が形成された。
- 3) 高密度に発達した副次的断裂系を中心とし、構造線あるいは層理面または角礫帯層準基底部を通路とし鉱化変質流体の拡散が始まった。
- 4) 鉱化変質流体は、当初高温かつ酸性環境下で珪化変質帯を形成したが、外側へ拡散するにつれ、温度低下を招来すると共に、中性、アルカリ性へと変化した。
- 5) 珪化変質を招集した酸性環境においては亜鉛鉱化作用が最も卓越し、温度低下に伴い弱酸性となり珪化角礫岩あるいは石英脈中に、金及び銀を比較的多量に沈澱した。
- 6) 弱酸性の鉱化流体の一部は頁岩を帽岩とし、その下部に集積・沈澱し、石英帯を形成した。
- 7) 亜鉛鉱化作用は、アルカリ性環境にまで継続した。
- 8) 造山運動の進行に伴い、隆起・削剥・風化が進行し、珪化角礫岩では溶脱に伴い金及び銀が残留濃集した。

第6章 チョントリ地区

6-1 地質調査・地化学探査

6-1-1 調査目的及び調査経緯

本地区は“チンチッベ総合計画”の一環として地質鉱物冶金研究所により実施された河川堆積物による地化学探査により抽出された地化学異常帯の分布域である。初年度調査では、これらの地化学異常帯のうち北部域に分布する地化学異常帯において岩石地化学探査を併用した地質準精査を実施し、石英脈を多数包含する鉍化変質帯及びこの変質帯に重複する金・銀の地化学異常が確認された。

第2年次調査は、前年度調査により抽出された石英脈を包含する変質帯に対し、石英脈の露頭規模（巾及び延長）、品位及び母岩の変質の種類とその規模の確認のために岩石地化学探査を併用した地質精査を実施した。更に変質帯の地下深部での賦存状況確認の為CSAMT法による物理探査を地質精査範囲に重複させ実施した。また初年度調査地区の南部域に存在する残りの地化学異常帯に対し、初年度抽出された変質帯の南限との関係及び地化学異常の根源を探る目的で、岩石地化学探査を併用した地質準精査を実施した。

第3年次調査は、前年度捕捉したワラタン区域の含金銀石英脈に対し垂直扇形ボーリング調査を実施すると共に、高比抵抗として抽出された基盤構造を把握する為に重力探査を実施した。

第4年度は、前年度のボーリング調査の結果、存在の可能性が指摘された石英脈のプランジを推定し得るデータを得るために、石英脈の構造及び品位分布を知ることを目的として地質調査を実施すると共に水平扇形ボーリング調査を実施した。

6-1-2 地 質

本調査地区はReyes et al (1987)によれば、ジュラ紀のオヨトゥン火山岩類を基盤とし、その上位に下部白亜紀のゴイアリスキスガ層群が分布し、これらを一貫し閃緑岩類が貫入しているとしている。

初年度調査結果によれば、本調査地区はサラス層群に属する結晶片岩ないし千枚岩を基盤とし、これを不整合に覆い、オヨトゥン火山岩類が分布し、その上位にほぼ整合的にゴイアリスキスガ層群に属する珪岩類、更にその上位にインカ累層あるいはチュレック累層に対比される可能性のある石灰岩層が分布し、これらを一貫し、閃緑岩～花崗閃緑岩、花崗岩、モンゾニ岩、石英斑岩～花崗斑岩、安山岩等が分布する。断層裂罅系は写真解析により北東-南西系の線構造が2本抽出され、南に位置する線構造相当部には、結晶片岩のとり込みが認められた事により相当大規模な断層構造であろうと推定され、ゴイアリスキスガ層群の珪岩層

の構造解析により、その垂直転移量を約 500m と予測している。

6-1-3 調査結果

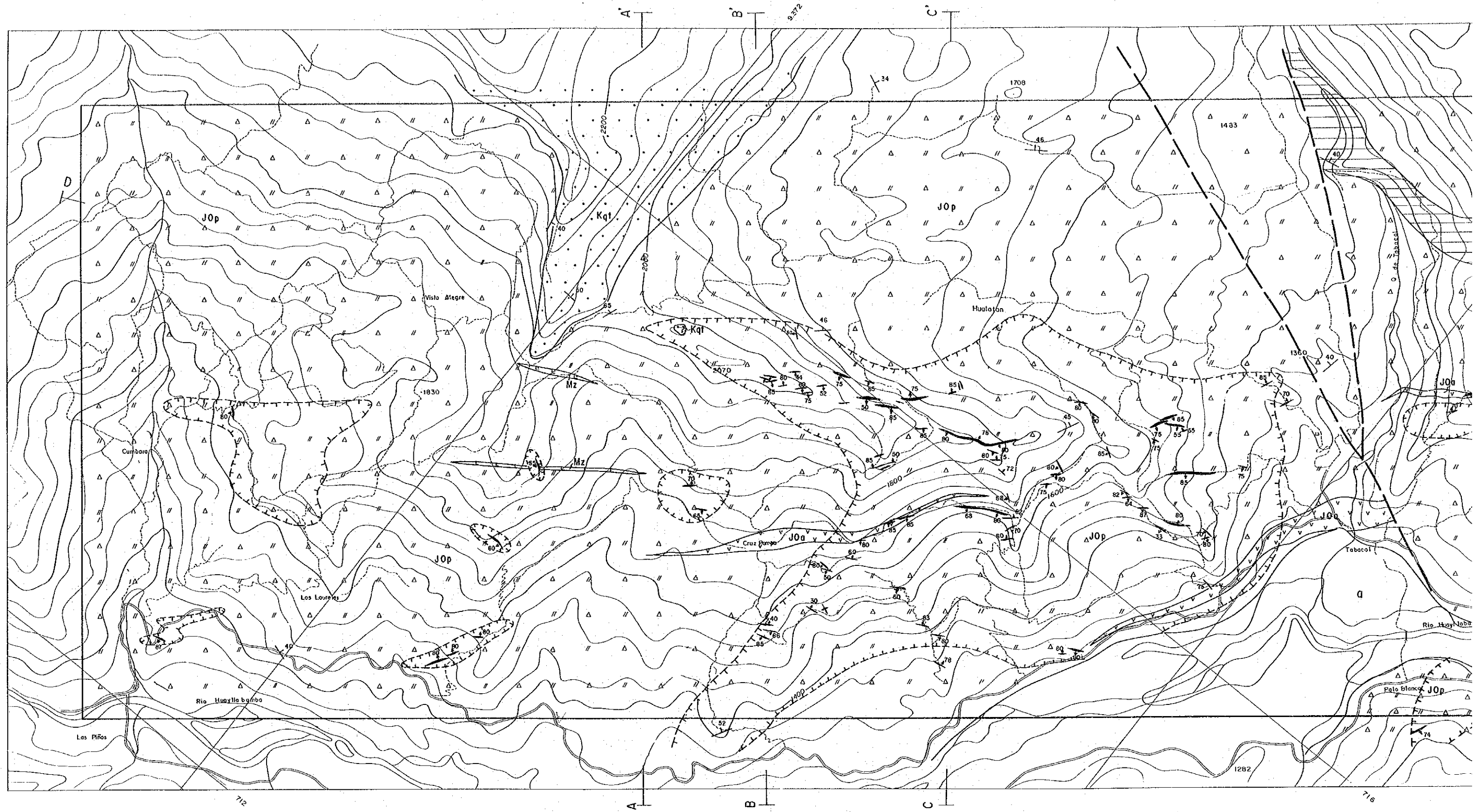
1) 地質調査 (Fig. II-18)

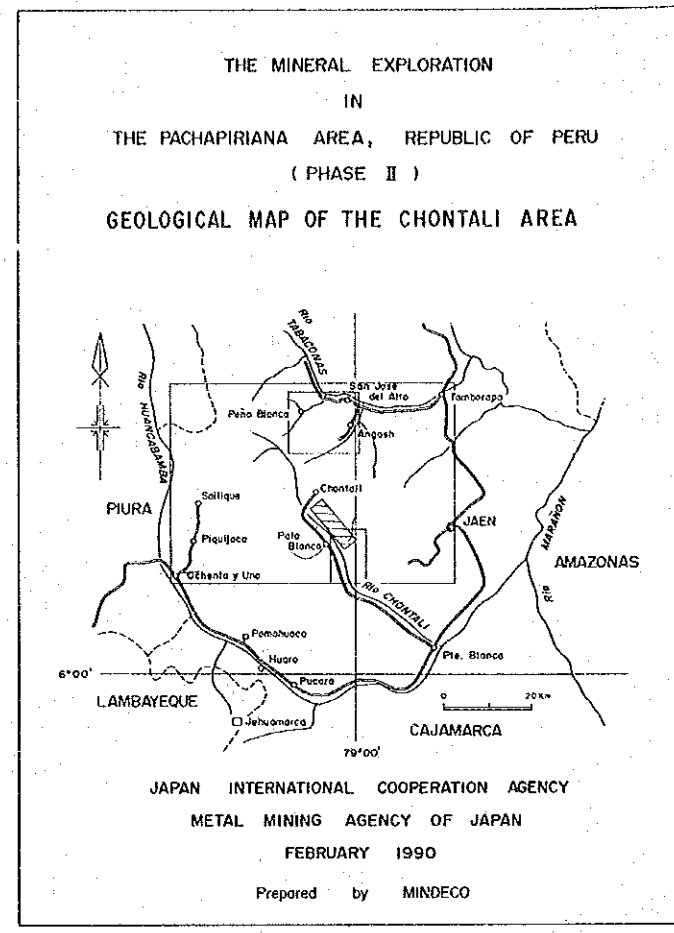
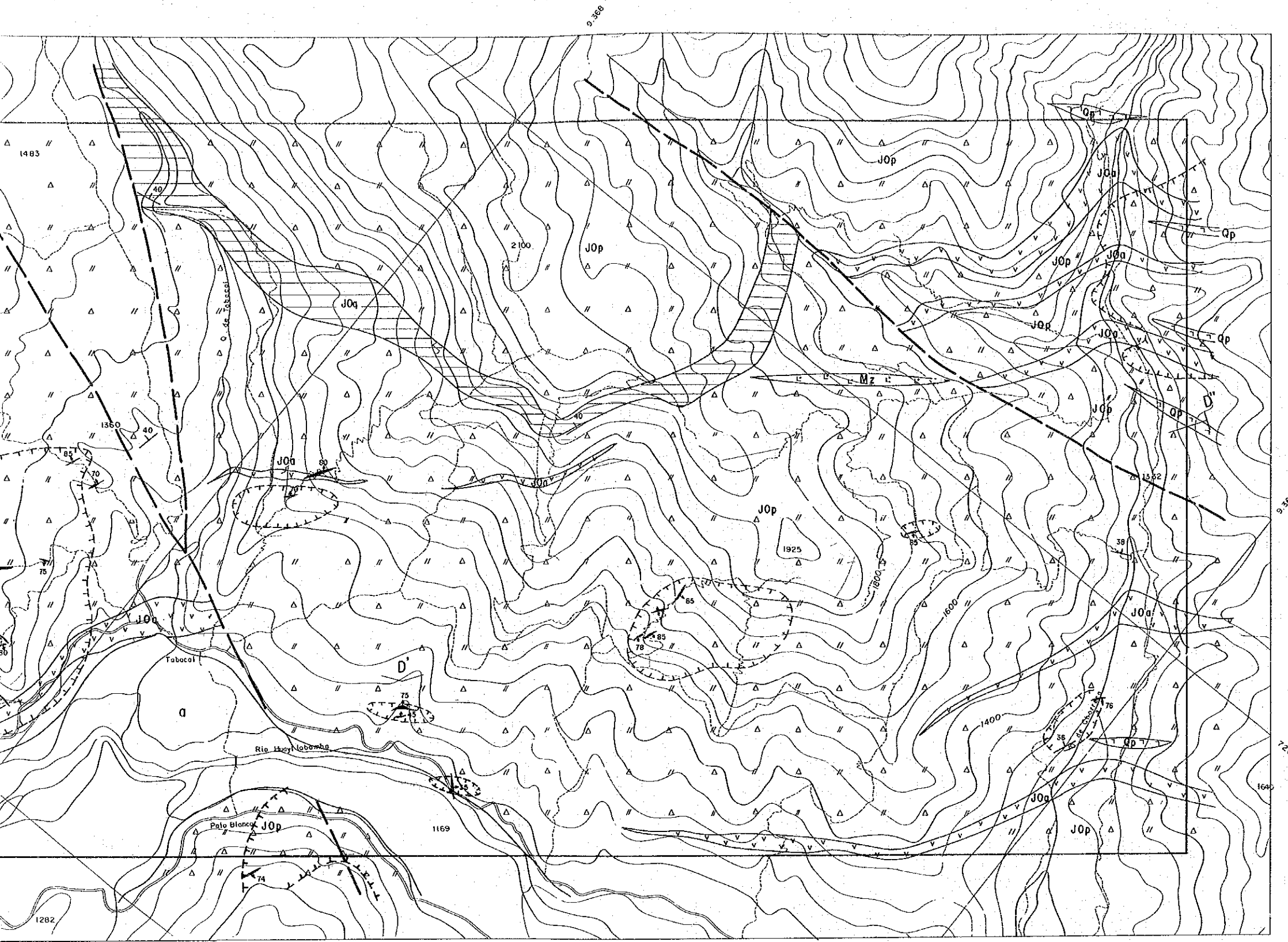
本調査地区は結晶片岩及び千枚岩を基盤とし、これを不整合に覆い火山岩類が分布し、その上位にほぼ整合的に堆積岩類が分布し、更にこれらを買き貫入岩類が出現する。

結晶片岩及び千枚岩は、初年度調査地区西縁に南北ないし北西～南東の伸長方向を有して分布する。結晶片岩は石英・絹雲母片岩、絹雲母・緑泥石片岩より成る。この変成岩分布域には一見未変成のアルコーズ質砂岩ないし珪岩の転石が時に認められる。従ってこれらの変成岩類は砂質岩を挟在する泥質岩起源であろうと推定できる。千枚岩を含む結晶片岩類はほぼ南北の走向方向を有し、西及び東に緩く傾斜する波状構造を示すのみで、あまり強い構造運動はうけていないものと推定される。岩相より判断すれば、サラス層群に対比される。

火山岩類は初年度調査地区以南に北西-南東の伸長方向をもち分布する。岩質的には石英安山岩質凝灰岩、凝灰角礫岩、安山岩質溶岩及び凝灰質頁岩よりなり一部に珪岩を挟在する。凝灰岩質頁岩は、調査地区北西部、タバカル川北岸の低地丘陵地帯及びタバカル川南岸の山頂部付近に珪岩層と共に分布する。安山岩質溶岩は、調査地区南東端に比較的まとまって分布するほかは、極めて小規模な分布をなすのみである。地質構造的には若干のうねりはあるものの大局的には北西-南東の一般走向を有し北東へ緩く傾斜する単純な構造を示す。本火山岩類の等層厚作図法による層厚は約1,600mを示す。本火山岩類の年代は化石の産出がなくかつ絶対年代の測定もしていないため確言できないが、後述する下部白亜系の貫入岩に貫ぬかれること及び産する岩相よりジュラ系オヨトゥン火山岩類に対比し得る。

堆積岩類は調査地区東部域に分布する。下位層であるオヨトゥン火山岩類との関係を直接観察する事はできなかったが、調査地区東縁を流れるタバカル (Tabacal) 川上流域ではほぼ整合的に堆積岩類に変化している様子が読みとれる。また堆積岩の全体的構造も下位層とはほぼ調和的であり、整合的關係にあるとみなし得る。堆積岩類は偽層の発達した珪岩層を基底部に有し、その上位に砂岩頁岩互層、石灰岩と変化する。更に上位は原生林に覆われ露出なく観察し得なかった。本堆積岩類からは化石は採取し得なかったが、オヨトゥン火山岩類を整合的に覆いかつモンゾニ岩に貫かれることより下部白亜系であるゴイアリスキスガ層群及びその上位の石灰質岩層 (例えばインカ累層、チュレック累層) に対比できるものと考えられる。





LEGEND

Quaternary	Alluvium		a	Gravel, Sand
Cretaceous	Goylla-risquizga		GP	Quartzite
Jurassic	Oyotun Vol.		JOq	Sandstone, Quartzite, Shale
			JOp	Tuff, Lapilli Tuff, Tuff Breccia
Triassic			JOq	Andesite
Intrusives			Mz	Monzonite
			Qp	Quartz Porphyry
Alteration				Silicified Zone or Silicified Zone with Argillization
Others				Quartz Vein
				Fault
				Bedding

Fig. II-18 Geological Map of the Chontali Area

ゴイアリスキスガ層群に対比した珪岩層とオヨトゥン火山岩類中の珪岩層とは岩質的には区別はほとんどつかないが、層厚及び上位に位置する地質単元に明瞭な差異があり区別しうる。すなわちオヨトゥン火山岩中の珪岩層は層厚約50mであり、その上位には再度火山砕屑岩類が分布するのに対し、ゴイアリスキスガ層群の珪岩層は層厚約400m以上かつその上位に石灰質岩層を伴うからである。

貫入岩類は調査地区西縁から南西部にかけて分布する。本地区に分布する貫入岩類は大別すればサン・フェリッペ地区と同様、閃緑岩～花崗閃緑岩、花崗岩、モンゾニ岩、石英斑岩～花崗閃緑岩、安山岩に分類することができる。

閃緑岩～花崗閃緑岩は調査地区南西部にサラス層群及びオヨトゥン火山岩類を切って分布する。本閃緑岩質岩はパルマ川沿の予察によりサン・フェリッペ地区パラモ区域に分布する閃緑岩質岩と同一岩体であることが確認された。本岩体の北部域のK/A r法による絶対年代は 119 ± 6 百万年の値を示しており、下部白亜系上部の固結年代を与えるが、南部域では 64 ± 3.2 百万年（前期暁新世）を示し、格段に若い年代を示す。本試料の採取地点は、タバカル川沿いに存在が予想される断層の通過点に近接しており、あるいは断層沿いに新期貫入岩が貫入している可能性もあるが、確認するには至らなかった。

花崗岩は調査地区西縁の2ヶ所にて閃緑岩～花崗閃緑岩体を貫いて分布する。本花崗岩体は肉眼的には非常に粗粒岩であることが特徴的である。本岩のK/A r法による絶対年代は 106 ± 5 百万年（下部白亜系上部）を示し、閃緑岩質岩より若いという現場での観察結果と一致している。

モンゾニ岩は、調査地区の北部域を主体に巾数m～200m、延長数10m～4km程度の規模の岩脈として出現する。石英斑岩～花崗斑岩は、調査地区西部に分布する閃緑岩～花崗閃緑岩及び花崗岩分布域及びその近傍及び南部域に小規模岩脈として出現する。安山岩は調査地区全域に極めて小規模な岩脈として出現する。

本調査地区における断層裂罅系は現地調査時には明確に捕捉することはできなかったが、補助手段として利用した航空写真解析により北北東-南南西、北東-南西及び南北の顕著なリニアメントが調査地区北部、中央部及び南部中央部の3ヶ所に抽出された。北部のリニアメントはペーニャ・ブランカ地域南東部にまで連続する断層裂罅であり、中央部のリニアメントはゴイアリスキスガ層群の珪岩層を明らかに転移（垂直転移量約500m）させている。更にもリニアメント通過地点には構造運動によりとり込まれた岩体と考えられる一般構造と非調和的な小規模結晶片岩が出現していることより、比較的大きな断層構造であると考えられる。南部のリニアメントは地質調査の構造解析によりその

存在が予想され、航空写真解析により確認されたものである。北東—南西系断層はいずれもその南西延長は花崗閃緑岩体に入り不明瞭となるが、K—Ar法による絶対年代測定により、ここに新期貫入岩体が貫入して来ている可能性があり、その結果として弱線部が隠蔽されたとみる事もできる。

変質作用は調査地区全域にわたり認められるが、珪化変質作用及び珪化粘土化変質作用に限定し分布域を抽出すれば、その主要分布域は、タバカル川北岸及び南岸部である。これらの分布域は前述の2つの構造線にはさまれた区域と性格付けられる。これらの変質帯の周辺は粘土化変質あるいは緑泥石化変質が普遍的に認められ、本調査地区全域が広義の変質帯区域であると言える。珪化変質帯及び珪化粘土化変質帯における変質鉱物は石英及び絹雲母を主体とし、試料によりこれらに極く少量のカオリナイト、スメクタイト、ジャローサイト、ルチル、アナターゼ等を含有する非常に単純な鉱物組合せよりなる。

2) 地化学探査 (Fig. II-19)

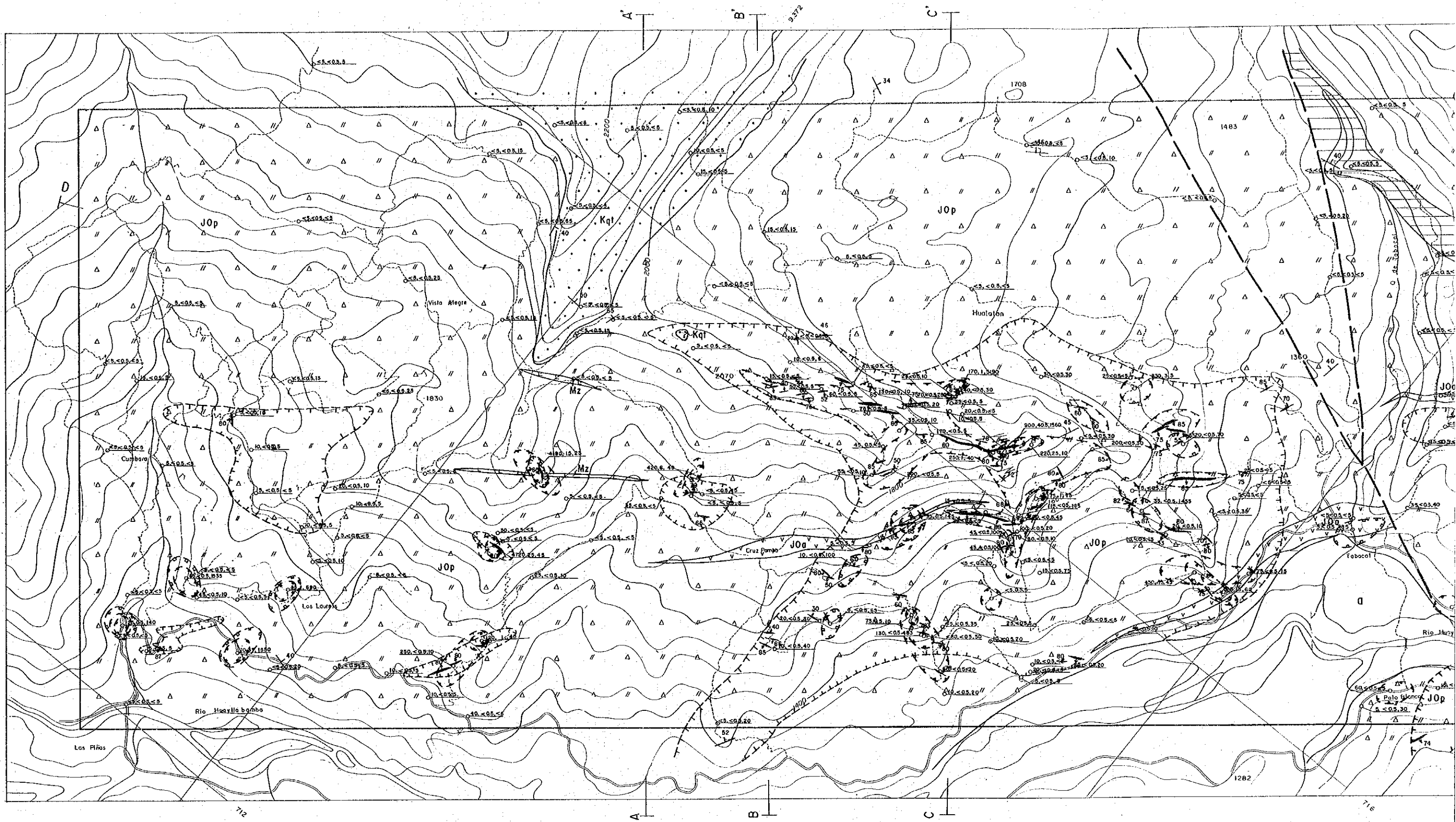
本地区の地化学探査結果を各分析成分の平均値でもって本調査地区を概観すれば、他地区に比し亜鉛品位が比較的高いことで特徴付けられる。各分析成分毎に地化学異常の分布をみれば、金・銀・鉛及びモリブデンについてはまとまりが悪くかつ規模も小さい。亜鉛及び銅については比較的広範に分布するが連続性はあまり良くない。精査区域に限定すれば、全域が金、銀、鉛及び銅の地化学異常帯に属している事が読みとれる。

精査区域内の地化学異常の分布を概観すれば、金はタバカル川北岸の変質帯分布域に重複して大規模な異常帯が分布すると共に、点在する小規模な変質帯に重複あるいはその周辺に小規模かつ連続性に乏しい地化学異常が伴われている。銀は、小規模でかつ連続性に乏しく、その分布は散点的である。鉛も小規模かつ連続性に乏しい。準精査区域では、銀及び鉛は測点に異常値があるのみであり非常に小規模・散点的である。亜鉛は小規模ではあるが比較的連続性がよく、銅及びモリブデンは小規模かつ連続性に乏しく、散点的である。

各成分間の関係をみれば、精査区域においては、金、銀、鉛、亜鉛及び銅は互にほぼ重複して分布するが、準精査区域においては、各々の成分は別々に地化学異常帯を形成しているとみる事が出来る。

3) 石英脈調査

本地区の石英脈の走向傾斜のステレオ投影による極の分布をみれば、石英脈密集帯を形成するワラタン西部の山体東斜面では第I象限に集中し、南部では第I象限を主体とし第III象限に若干現われ、西部では第I及び第III象限にほぼ等量ずつ現われる。北部区



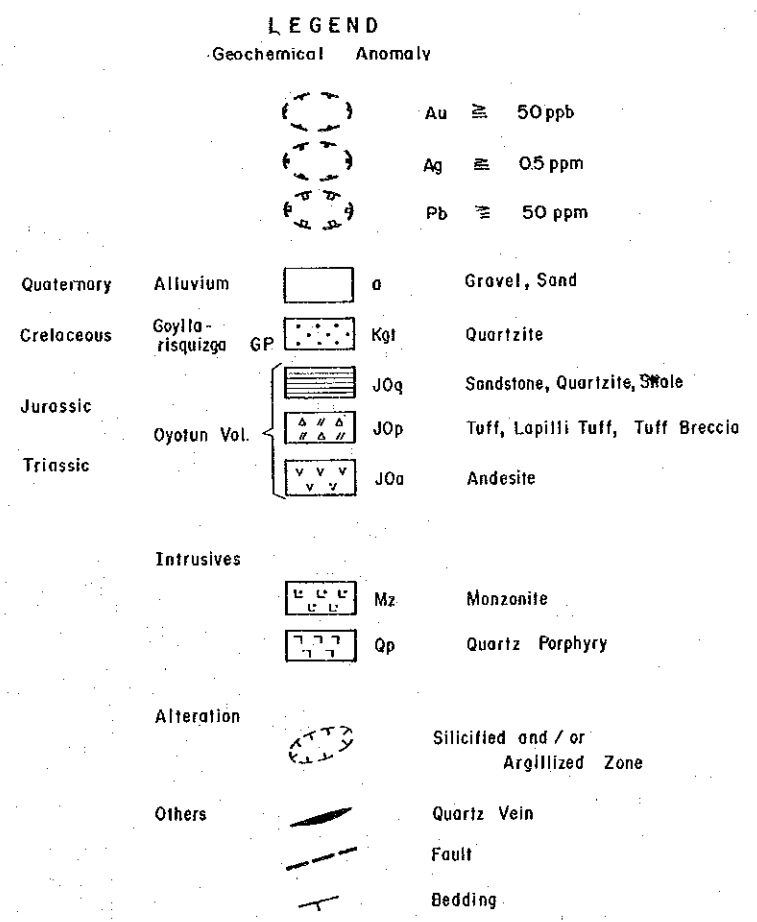
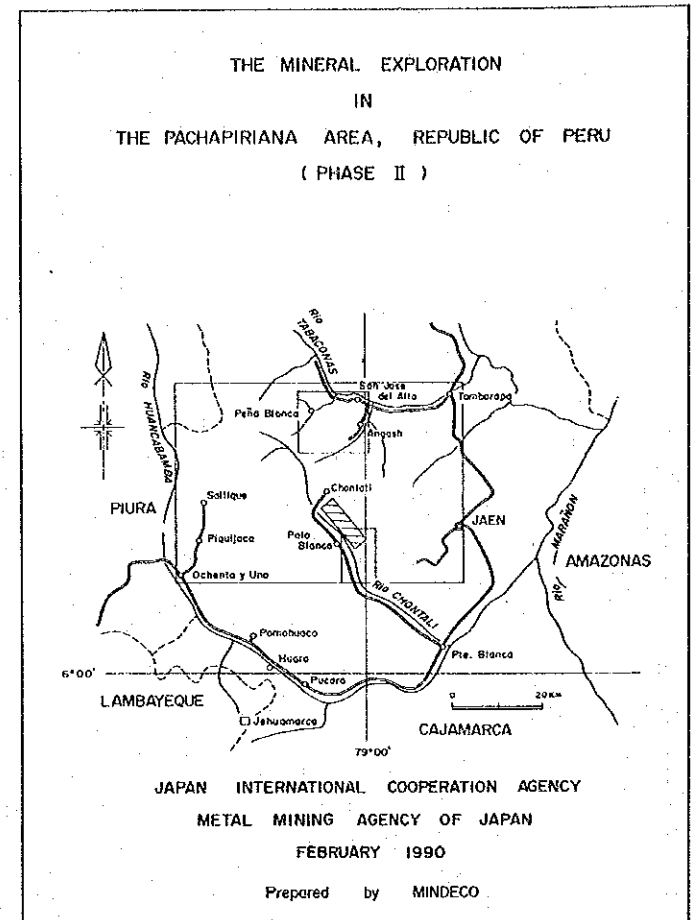
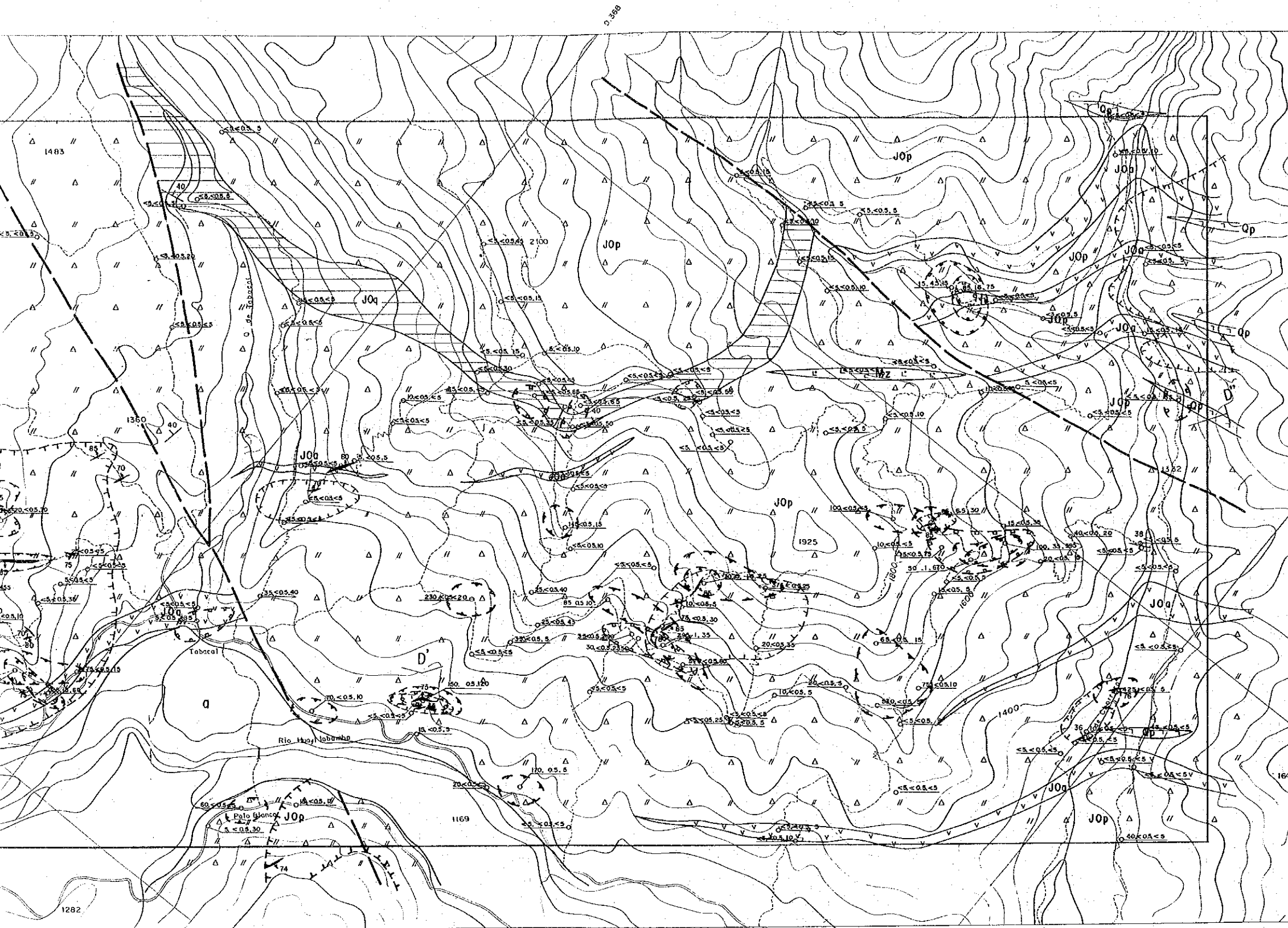
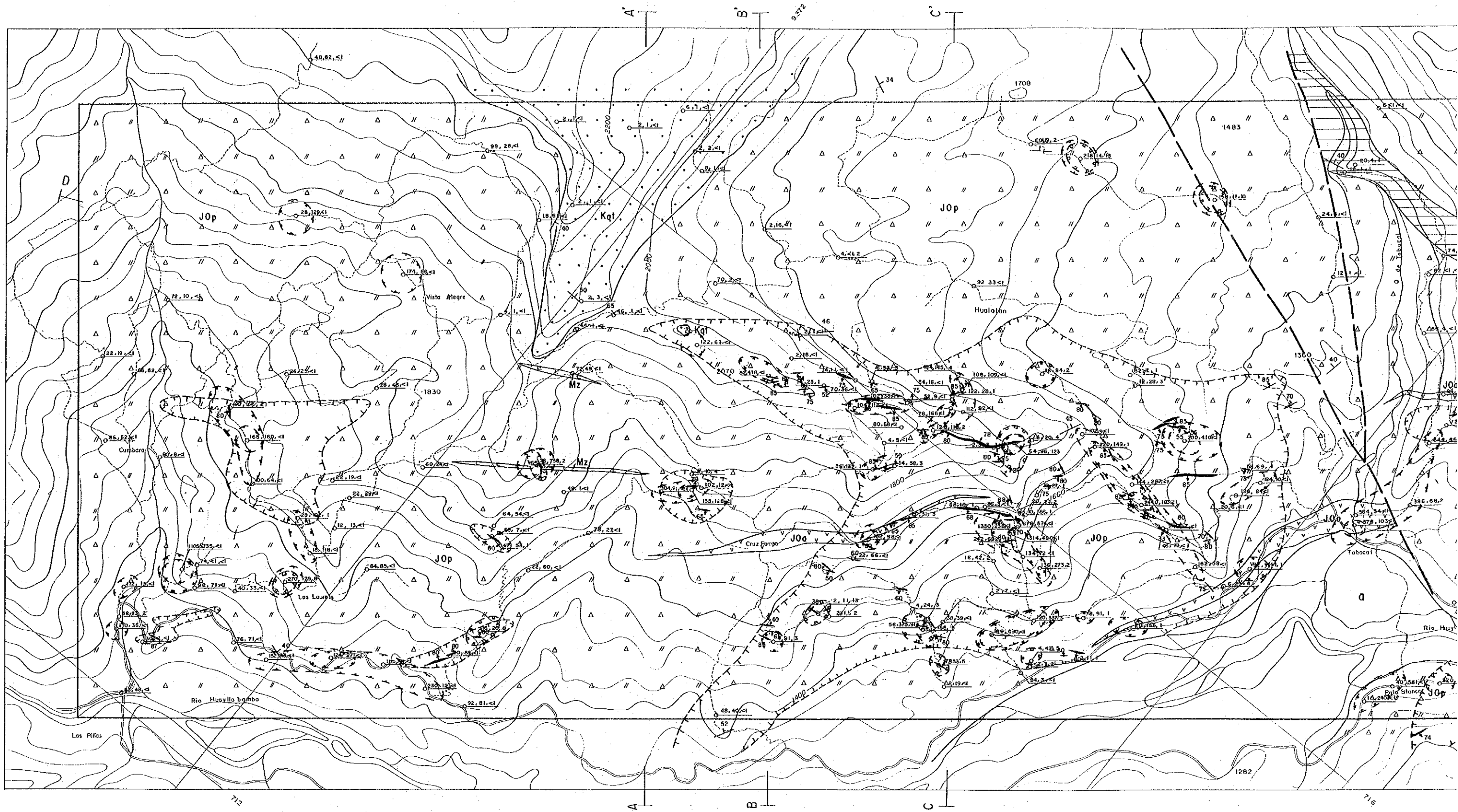


Fig. II-19(1) Distribution of Geochemical Anomaly in the Chontali Area
(Au, Ag and Pb)



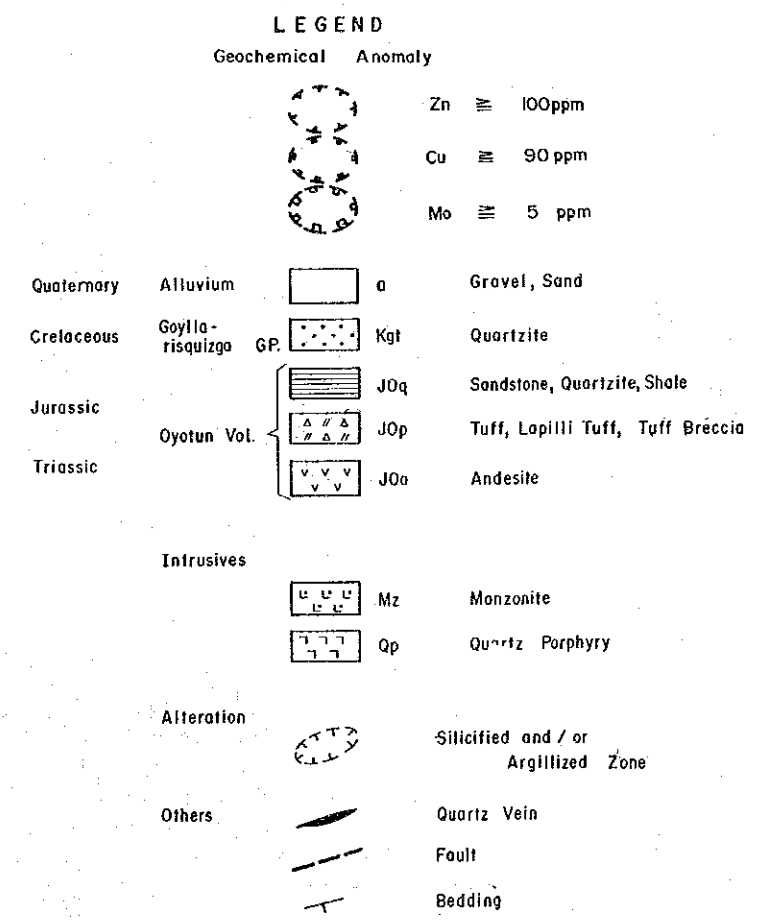
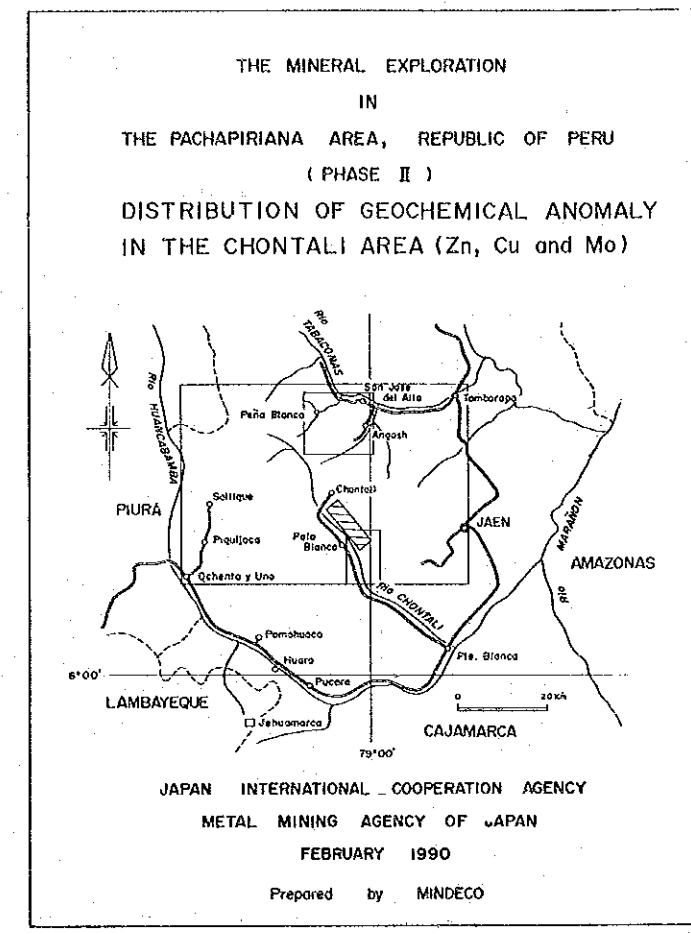
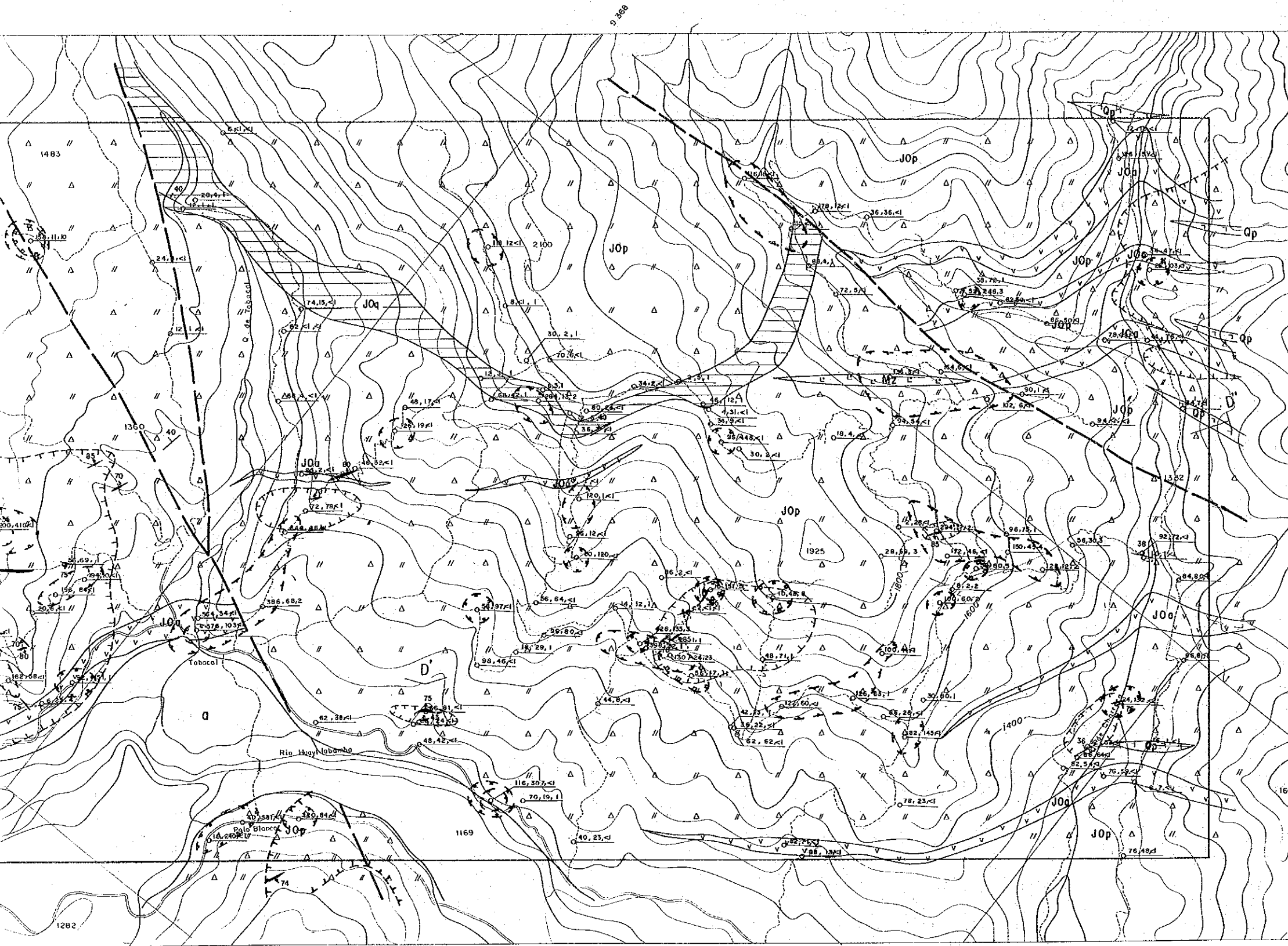
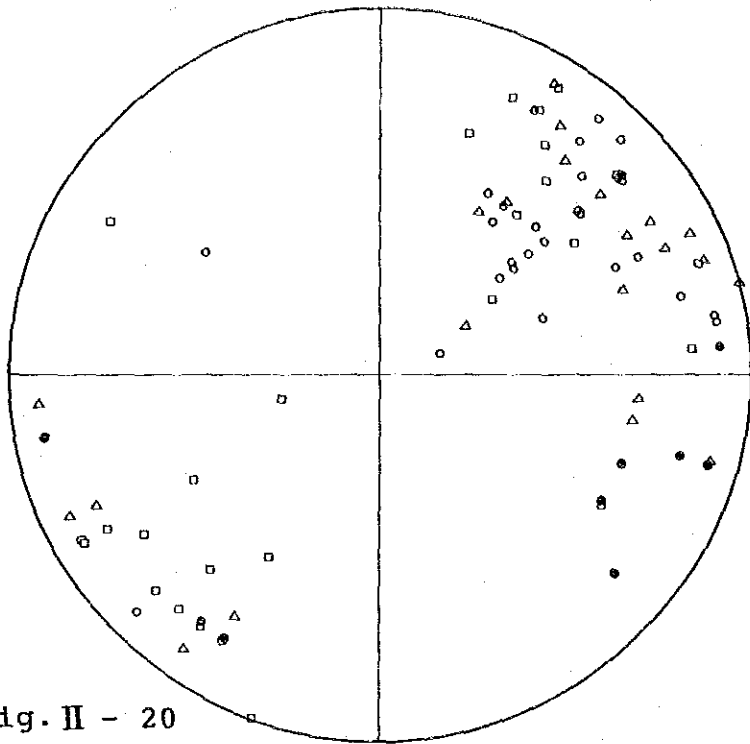


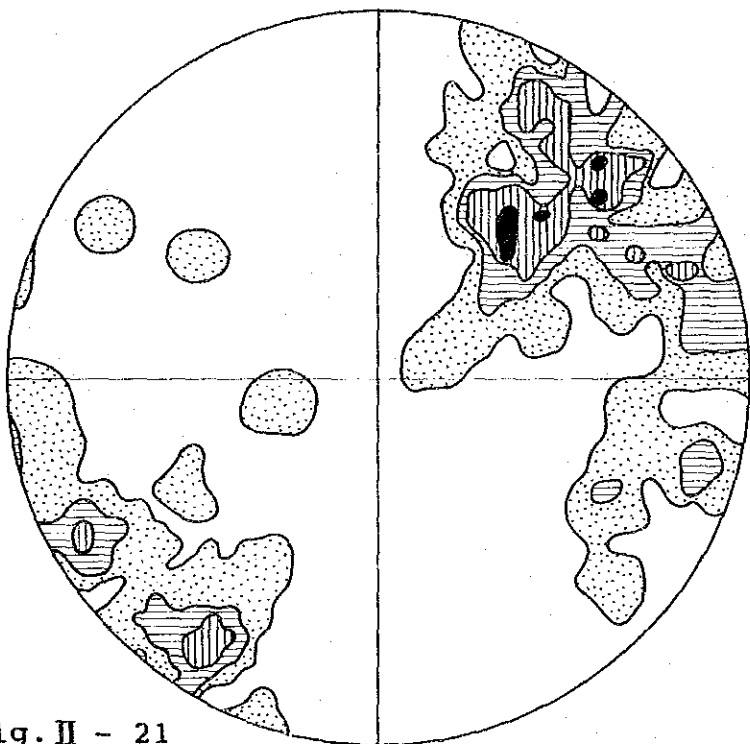
Fig. II-19(2) Distribution of Geochemical Anomaly in the Chontali Area
(Zn, Cu and Mo)



- Eastern Slope (26)
- △ Southern Slope (22)
- Western Slope (29)
- Northern Area (9)

Fig. II - 20

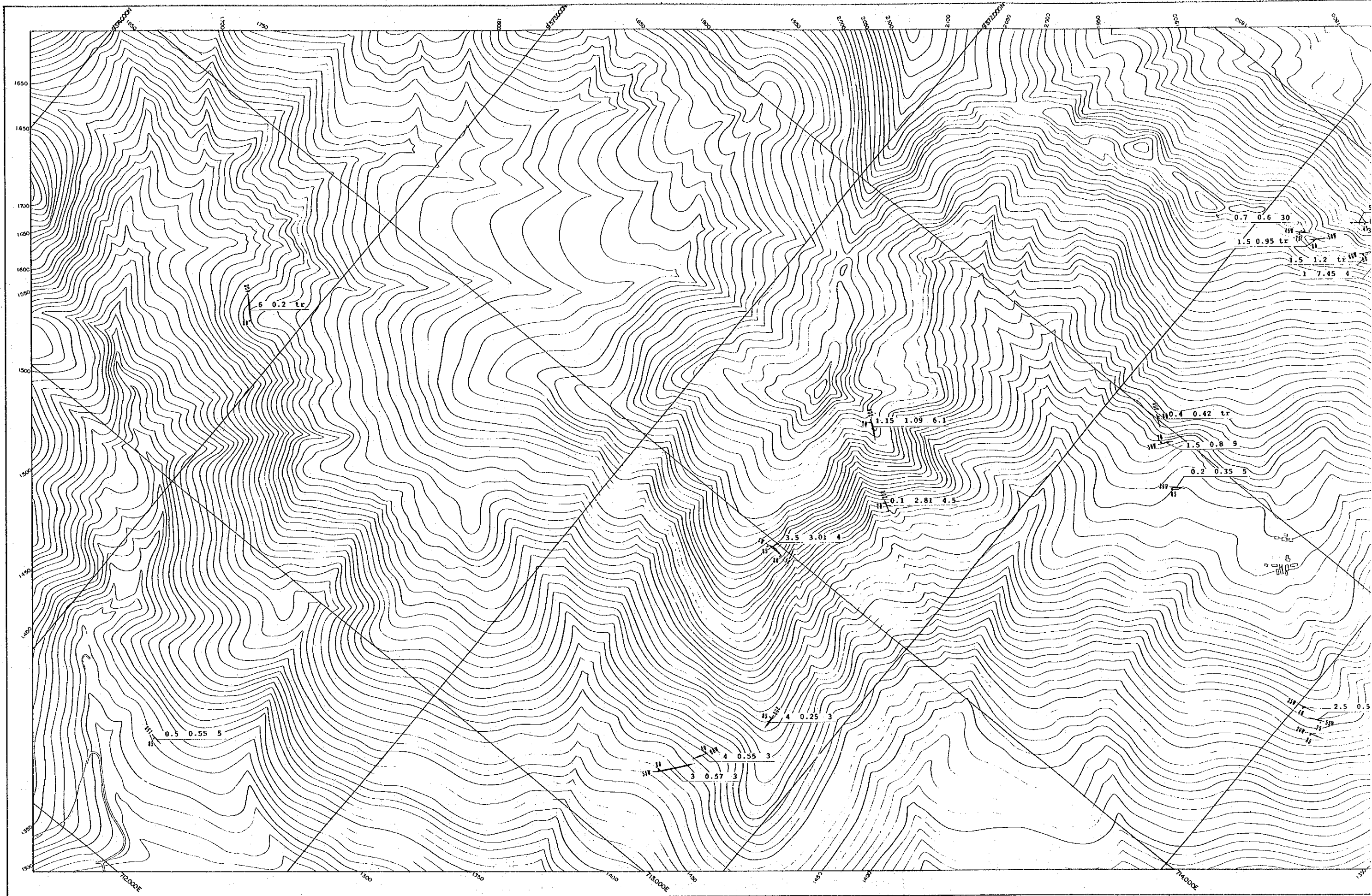
Stereogram of Poles of Quartz Veins



- 8.1 % over
- ▨ 5.8 ~ 8.0 %
- ▧ 3.5 ~ 5.7 %
- ▩ 1.2 ~ 3.4 %

Fig. II - 21

The Projection of the above Stereogram Contoured and Shaded



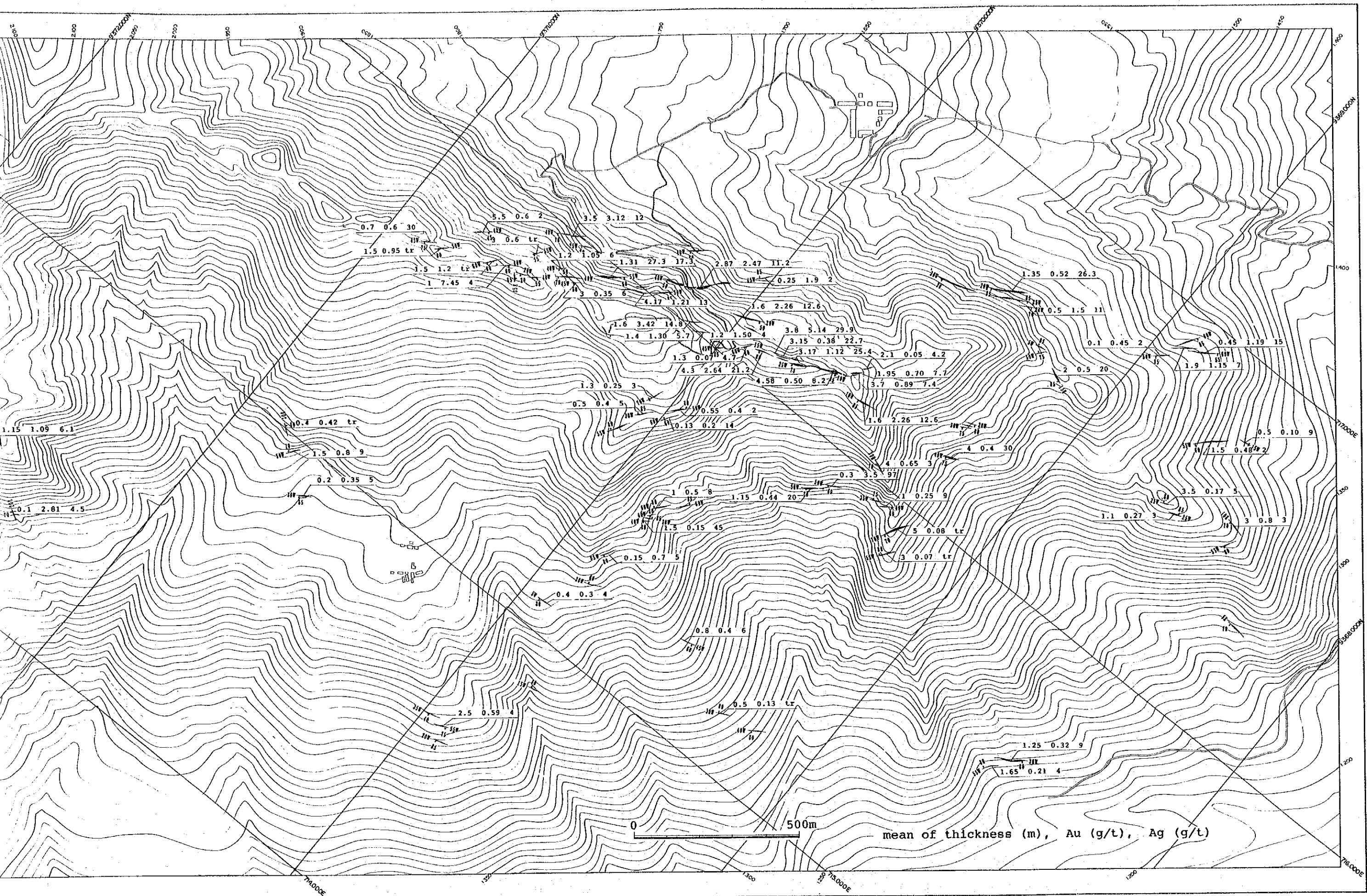


Fig. II - 22

Assay Results of Quartz Vein in the Chontali Area

