

第3章 ペーニャ・ブランカ地区

3-1 調査目的及び方法

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。

地質鉱物冶金研究所が実施し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は、第1年次調査ではいずれの地区においても鉱化作用に関係すると思われる変質帯あるいは鉱徴そのものが捕捉された。従って河川堆積物により抽出された地化学異常帯はいずれも有力な鉱化示徴であると結論付けられた。

そこで本年度も河川堆積物による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を220km²の範囲に実施した。

本地区はIGNの地形図は未だ刊行されておらず、調査基本図としてONERN刊の1/100,000スラー写真を1/25,000に拡大延図したものを使用した。スラー写真には道路、部落、山頂部等の地理学的特徴は一切記載されておらず、ただ単にUTM座標と緯経線が表示されているのみである。そこで、調査の基点となる部落をランドサット衛星写真より合成したONERN刊の1/250,000図面中に調査地区近傍で唯一記載されているサン・ホセ・デル・アルト(San Jose del Alto)に設定して調査を実施した。しかしながらUTM座標で712,200E, 9,402,000Nと読図されたサン・ホセ・デル・アルト部落の位置は同じく719,600E, 9395,800Nに修正せねば各部落、山頂部、川筋等がスラー写真に合致しない事が判明した。更にスラー写真に標示されるUTM座標系もチョンタリ地区の河川系で合わせると大略東へ1,300m、南へ300m移動させねばならない。本年度の調査結果は前記修正を加えたUTM座標により報告する。

調査は前述の通り基準地点が不正確であった為、地形を反映したスラー写真の陰影と現地での地形情報が合致しなかったので、調査野帳に歩測とクリノメータあるいはクリノコンパスを利用し踏査ルート概図を描きつつ、かつ要所要所の高度を高度計により計測しながら実施した。主要集落及び山頂部では目視し得る部落及び山頂部の方位を計測し、部落・集落・山頂部の最終的配置の資料とした。調査ルートは部落及び集落を連絡する馬道を主体に選定したが、位置決定の目標としたワヤンチ山(Co. Huayanche)及びコョータ山(Co. Collota)については伐採班を編成し、山頂部及び山頂直下までの踏査ルートを確保した。調査基地はアンガシ部落に設置し、前進基地をポルベニール(Porvenir)に設けた。調査班は最低3班、最高6班の範囲で適宜編成した。

3-2 地 質

本調査地区はReyes et al(1987)によれば、古生層であるサラス層群を基盤とし、これを不整合に覆い、中生層であるレーチェ累層及びオヨトゥン火山岩類が分布する。これらを買き閃緑岩質岩が出現するとしている。サラス層群及びレーチェ累層は調査地区中央部北側区域に、閃緑岩質岩は北東端に分布する(前年度報告書Fig. I-3)。

3-3 調査結果

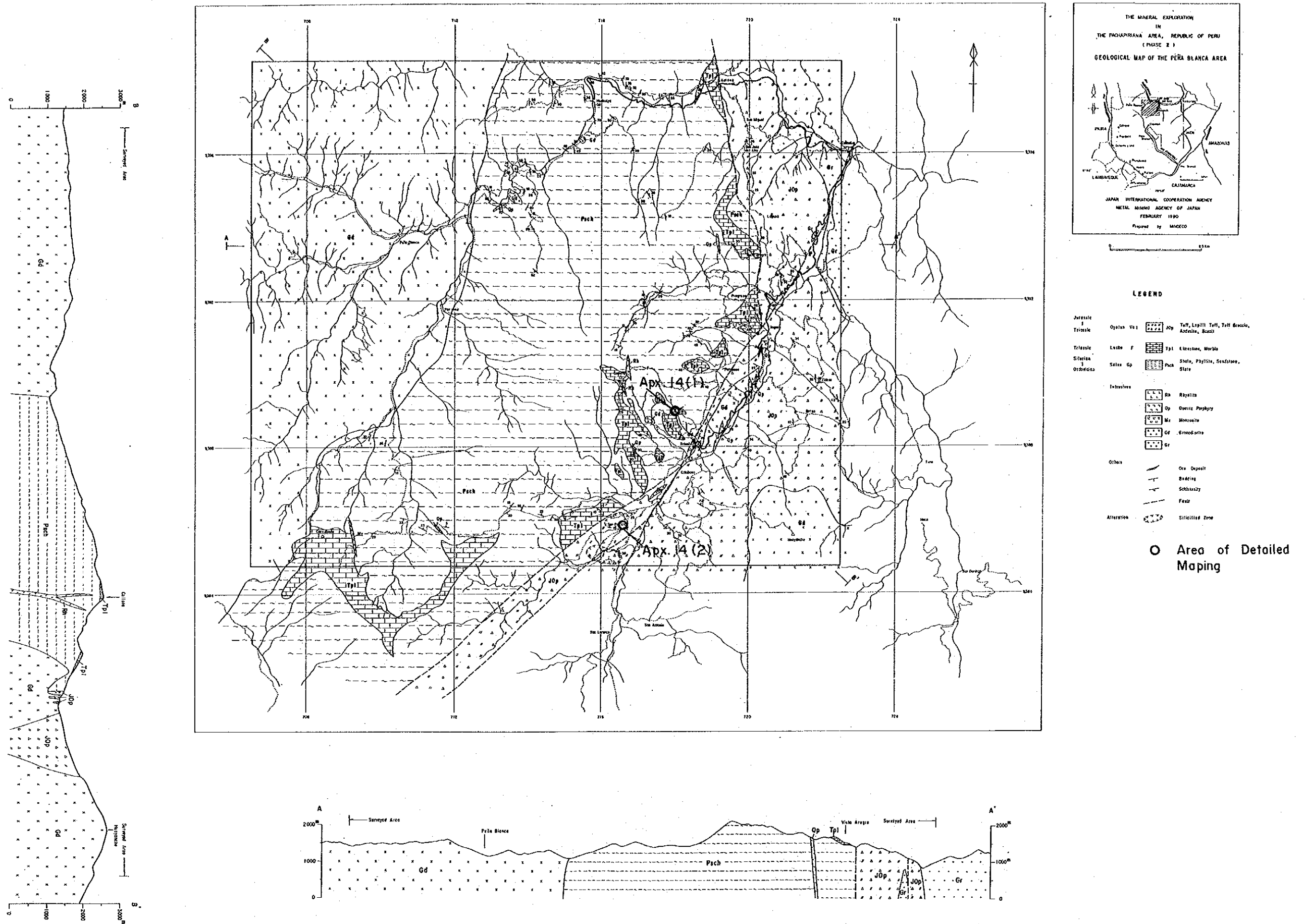
3-3-1 地質調査

本調査地区は結晶片岩、千枚岩、変火山砕屑岩、雲母質砂岩等より成る弱変成岩を基盤とし、これを不整合に覆う石灰岩層が分布し、これらと断層で接して安山岩類ないし石英安山岩類を含む火山砕屑岩類が出現する。更にこれらを買き閃緑岩～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(Fig. II-17)。

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、変火山砕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のみである。雲母質砂岩は時として片状組織が認められる。鏡下(Apx. 1; H091508)では石英及び斜長石と絹雲母及び緑泥石とより成る片理構造が明瞭に認められる。変火山砕屑岩は雲母質砂岩中のはさみとして産する。これらは弱変成作用をうけているという岩相より判断すればサラス層群に対比される。層厚は 1,400m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うけ大理石化した部分も認められる(Apx. 1, Apx. 15)。更に裂罅に近接する部分では透輝石、灰矽柘榴石、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全般的に生じている可能性がある(Apx. 6; H091202)。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20~30cm挟在する(ヴィスタ・アレグレ; Vista Aregre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う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 100m以上と推定される。

火山砕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。南部延長部は前年度調査したチョンタリ地区に分布する火山砕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(Apx. 1; A090701)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・アルト間にみられる。鏡下



(Apx. 1; A090701)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, 多孔質であり, 水中噴火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鏡下(Apx. 1; Y092311)では, 斜長石, 石英, 正長石, 普通角閃石を主成分としスフェン, 不透明鉱物を随伴すると共に変質鉱物として絹雲母, 緑泥石及び緑簾石を伴ない, モード的に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, Apx. 4)の値を示す。ワヤンチ山に分布する岩体は鏡下(Apx. 1; H091602)では斜長石, 石英, 正長石, 角閃石及び黒雲母を主成分とし, 不透明鉱物, 緑泥石及び緑簾石等の変質鉱物を随伴し, モード的に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鏡下(Apx. 1; Y092010, A090904)では, 斜長石, 石英, 正長石及び角閃石を主成分とし, 黒雲母, 不透明鉱物, スフェーン, 燐灰石等の随伴鉱物と, 緑泥石, 絹雲母等の変質鉱物を伴ない, モード的には石英モンゾニ閃緑岩からトナル等の領域にプロットされる。試料Y092010のK-Ar法による絶対年代は 16.4 ± 0.8 百万年(中期中新世; Apx. 4)と本調査地域で最も若く, 昨年度提唱した深成岩の貫入順序とは不調和であり, 今後検討されるべき課題であろう。ただし本岩体は本年度調査にて確認された北東-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。鏡下(Apx. 1; Y092220)では正長石, 斜長石, 石英及び角閃石を主成分とし不透明鉱物, 燐灰石, スフェーン, ジルコン等の副成分鉱物を伴ない, 絹雲母, 緑泥石, 緑簾石等の変質鉱物を随伴する。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; Apx. 4)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(Apx. 1; H091910)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; Apx. 4)と, 昨年のお観察結果とは逆の関係(花崗岩が古く, 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。コルコバード山(Co. Corcobado)付近に貫入するモンゾニ斑岩岩脈(Apx. 1; Y090501)は鏡下でのモード測定の結果、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、出現頻度は東部域に比較的高い。東部域のコヨタ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(Apx. 1; H091304)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(Apx. 3)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が付加された可能性を示している。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-南西系断層は昨年度の準精査地区である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変質作用を主体とし、これに熱水作用による変質作用を若干伴う、すなわち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(Apx. 6; H091202)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(Apx. 6; H091206)。オヨトゥン火山岩類中に認められる変質作用は全て熱水作用に伴う変質作用であり、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。

3-3-2 地化学探査

本調査地区について、平均値でもって概観すれば(Table II-1)、チョンタリ準精査区域より銅、亜鉛、鉛が若干高いという徴候が認められた。

地化学異常帯の分布(Fig. II-18)をみれば、銅は小規模かつ連続性に乏しく、まとまりが悪いと言えるが、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に若干富み、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、

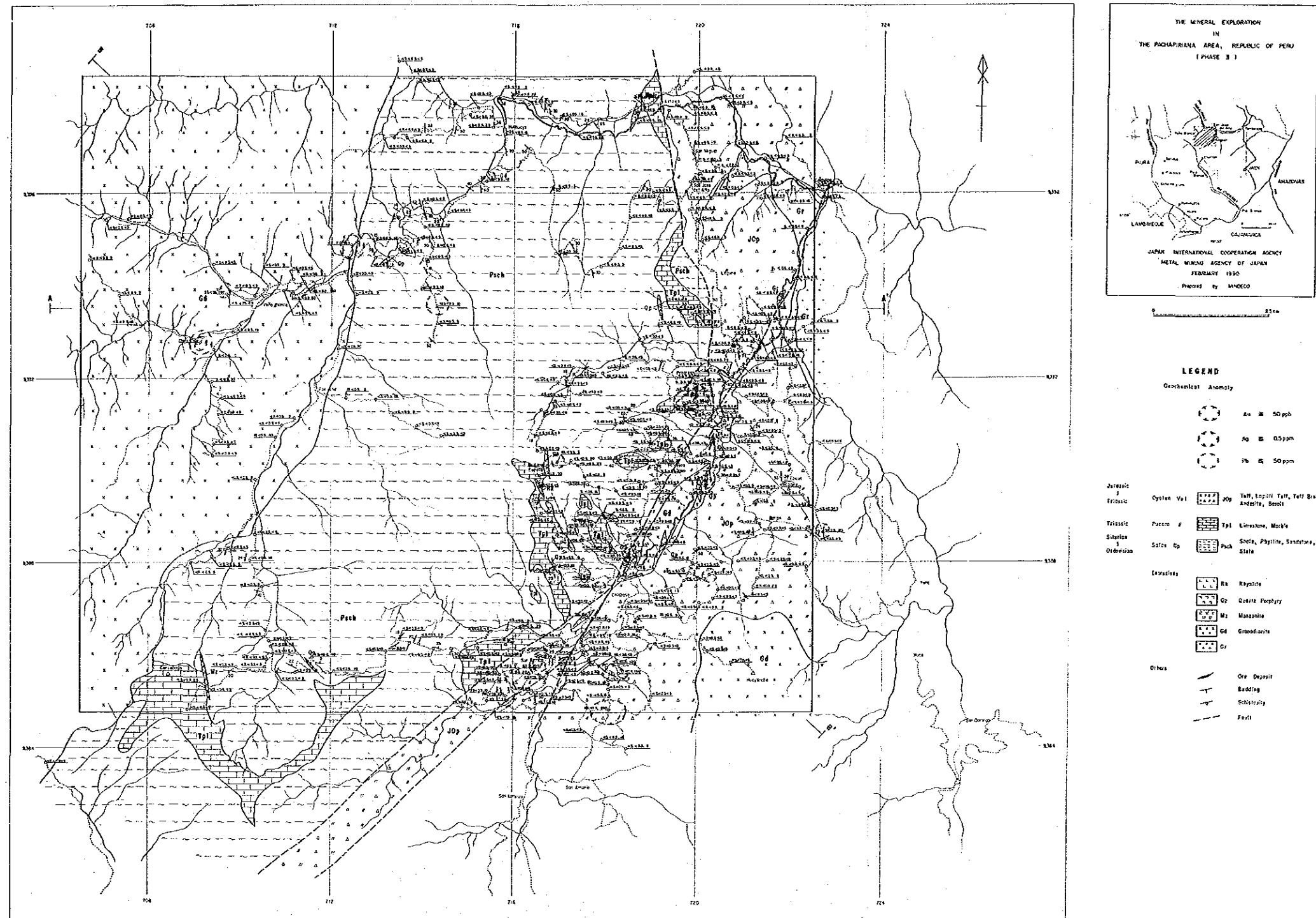


Fig. II-18(1) Distribution of Geochemical Anomaly in the Peña Blanca Area (Au,Ag and Pb)

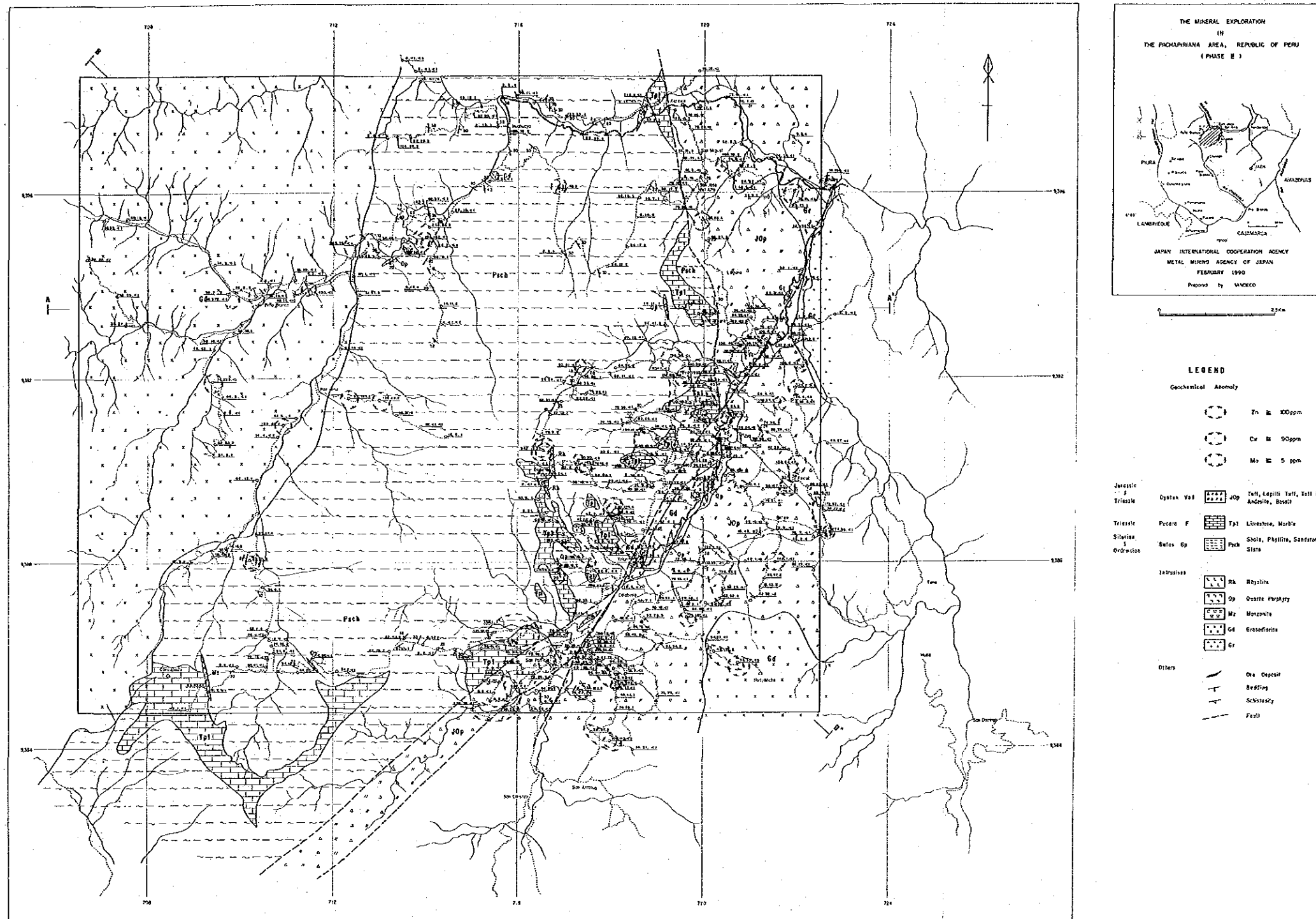


Fig. II-18(2) Distribution of Geochemical Anomaly in the Peña Blanca Area (Zn,Cu and Mo)

北東-南西系断層沿いに現われる貫入岩の周辺部に主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帯は北東-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。

3-4 鉍石分析結果

本地区のレーチェ累層の石灰岩中に認められるスカルン帯には黄鉄鉍を主体とする硫化物の鉍染が認められ、時には塊状硫化鉍体も観察される(Apx. 14-(1))。塊状硫化鉍体より採取した2試料の採取長加重平均は平均幅1.25m, Au 0.19 g/l, Ag 11 g/l, Cu 1164 ppm, Pb 100 ppm, Zn 258 ppm, Mo 19 ppmであり、金、銀及び銅に卓越する鉍化作用の存在を暗示している。鏡下(Apx. 8; A092204, A092208)ではこの硫化鉍は黄鉄鉍を主体とし、磁鉄鉍及び閃亜鉛鉍の離溶組織を有する黄銅鉍を随伴しており、銅鉍化作用が生じている事は確認し得た。

オヨトゥン火山岩類中に認められる珪化変質帯中の珪化岩(Apx. 14-(2))の分析結果は、1試料であるが、Au 0.25 g/l, Ag 7 g/l, Cu 5 ppm, Pb 300 ppm, Zn 150 ppm, Mo 13 ppmであった。またこの珪化帯の南方約1kmに存在する珪化帯の地化学探査試料の分析結果(Apx. 12; H090907)はAu 165 ppb, Ag <5 ppm, Cu 7 ppm, Pb 230 ppm, Zn 366 ppm, Mo 1 ppmであり、前記鉍石分析結果と非常によく似た傾向を示す。すなわち、金、鉛及び亜鉛に富む鉍化作用の存在を暗示している。

3-5 考 察

本調査地区はサラス層群の弱変成岩を基盤としレーチェ累層、オヨトゥン火山岩類及びこれら貫く貫入岩類より成る。地質構造的には北東-南西系のリニアメントが発達するが、これらは東部域では基盤岩とオヨトゥン火山岩類を境する断層を、西部域では基盤岩に貫入する貫入岩の貫入境界を示している。

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必要な役割をは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 Patriello) 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鉍石分析結果により推定されたが、地化学異常は必ずしもこの仮説を否定しない。

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、スカルン鉍微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はいふものの、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。

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結 論

1. 一般地質

本調査地域は先カンブリア系に対比される片麻岩を主体とする変成岩より成るマラニオン複合岩体を基盤とし、結晶片岩を主体とするオルモス複合岩体、千枚岩及び変火山砕屑岩を挟む雲母質砂質岩を主体とするサラス層群より成る古生界、石灰岩より成るレーチェ累層、火山砕屑岩類を主体とするオヨトゥン火山岩類、珪質砂岩を主体とするゴイアリスキスガ層群、石灰質岩を主体とするインカ累層、チュレック累層、パリアタンボ累層及びプルイカーナ累層等より成る中生界、これらを一貫する閃緑岩類、花崗岩類、モンゾニ岩類及び斑岩類、これらを不整合に覆う火山砕屑岩を主体とするヤマ火山岩類、ポルクーヤ火山岩類等の第三系、及びタンボラーパ累層に代表される河川堆積物より成る第四系等により構成される。

本年度調査では昨年まで本調査地域で確認していなかったレーチェ累層の分布が確認された。

貫入岩類については昨年度調査にて確認した様な貫入時期の変遷を物語る確たる証拠を捕捉するには至らなかったが、K/A r法による絶対年代測定結果(Apr. 4)では閃緑岩類 $122 \pm 6 \sim 16.4 \pm 0.8$ 百万年、花崗岩類 102 ± 5 百万年の値を得ており、昨年の観察結果及び測定結果とは全く相いれない結果となった。これは北東-南西系の断層沿いに、新規の火成活動による花崗岩質岩の貫入が生じている為であろうと想定された。

2. 地質構造

昨年度実施したランドサット画像解析によるリニアメントの出現頻度及びその規模は調査地域全域で眺めればN15°Wのいわゆるアンデス・トレンドが卓越する。が本年度調査したチョンタリ南部地区及びペーニャ・ブランカ地区ではこのアンデス・トレンドに斜交する北東-南西方向の裂罅系が主に観察された。貫入岩の貫入構造を裂罅系の反映であると仮定すれば、チョンタリ地区及びペーニャ・ブランカ地区の位置する調査地域中央部地区は北東-南西系の裂罅帯が北西-南東系の裂罅系より優勢な地域であると言える。一方昨年度調査したサン・フェリッペ地区に代表される調査地域西部地区は北西-南東系裂罅が北東-南西系裂罅に卓越する地域であると言えるし、パルマ地区の存する東部地区は前二者とは全く趣を異にして、南北系の裂罅により特徴付けられる。これらの裂罅パターンの地域性はワンカバンバ屈曲帯における地域特性を表わしているものと考えられ、昨年度も若干言及した如く、本調査地域全体を一つの力の場で説明するのは困難である。従って本調査地域の構造地質学的検討は例えばワンカバンバ屈曲帯全域を包含する様な、より広範な範囲の構造解析の一環

として実施される必要がある。

変質作用の生成の場については昨年度指摘した如く、ランドサット画像より抽出される様な大構造ではなく、この大構造より派生したと思われる副次的裂罅系あるいは更に小規模な構造線を通路として生成している事が確認された。すなわち、本年度地質精査を実施したチョンタリ地区のワラタン西部鉍化変質帯では北東-南西系断層にはさまれた区域に発達する北西-南東系の開口裂罅を中心に珪化変質及び珪化粘土化変質が生じており、またヘワマルカ鉍化変質帯では、地表で観察される北東-南西系の開口裂罅は地下深部ではその延長部を特定する事が出来なかったが、これは特定し得ないほどに珪化変質作用により膠着されてしまったと解する事もできる。更にペーニャ・ブランカ地区では北東-南西系の断層及びこれより派生したと考えられる東北東-西南西系の断層に挟まれた区域に珪化変質帯が生成している。また北東-南西系の断層は若い花崗岩質岩の貫入を引き起した弱線帯ともなっており、更にこの花崗岩質岩の後火成活動による交代作用により、断層沿いに分布するレーチェ累層中にスカルン帯を生じている。

3. 鉍化作用

地化学異常は数多く調査地区で捕捉されたが、鉍化作用に関係すると思われる変質帯と重複する地化学異常は、チョンタリ地区ワラタン西部、タバカル南部、ペーニャ・ブランカ地区サン・パトリシオ、アンガシ〜トリウンフォにおいて捕捉された。ワラタン西部鉍化変質帯は珪化粘土化変質帯に重複する金・鉛・亜鉛地化学異常としてあらわれており、タバカル南部は珪化粘土化変質帯に重複する金・鉛地化学異常であり、サン・パトリシオは珪化粘土化変質帯に重複する金・鉛・亜鉛地化学異常としてあらわれる。アンガシ〜トリウンフォ間は、スカルン化変質帯に重複する銅・亜鉛地化学異常である。

チョンタリ地区で実施した物理探査では、変質帯は低比抵抗帯として抽出されたが、ワラタン西部の石英脈の密集する珪化及び珪化粘土化変質帯は低比抵抗帯中の高比抵抗帯として抽出する事ができた。また本地区の地下深部には1000Ωm以上の高比抵抗基盤が潜在する事も明らかとなった。更に珪化変質帯を暗示する高比抵抗帯は地下深部にまで達し、潜在する高比抵抗基盤の盛り上り部に連続する事も明らかとなった。高比抵抗基盤の盛り上り構造は、基盤岩として存在が予想される地質単元（花崗岩質岩及び／又は片岩類）の比抵抗測定結果（各々、1000Ωm及び180Ωm）及び石英脈の流体包有物の充填温度分布より判断して花崗岩質岩の貫入構造を反映しているものと判断された。ワラタン西部の石英脈密集帯の中の大規模石英脈分布域（6脈、脈巾1.45~4.17m、延長40~140m）はこの高比抵抗基盤の盛り上り構造とほぼ重複して存在し、かつ石英脈の全平均品位（採取長加重平均）は、Au 2.54

g/t, Ag 13.99 g/t, Cu 91 ppm, Pb 30 ppm, Zn 160 ppm, Mo 11 ppmと金及び銀に富む鉍化作用の存在を暗示している。更に石英脈の流体包有物の充填温度測定結果は96℃～271℃と幅広い温度レンジを示すが、大規模石英脈分布域の石英脈は150℃以下の低温分布域に属しており、金・銀鉍化作用の最適温度分布帯（180℃～230℃）より格段に低い。すなわち、大規模石英脈の下方延長部に金銀鉍床賦存の可能性が指摘される。

ヘワマルカ地区で実施したボーリング調査では前年度調査により予測された高比抵抗帯としてあらわれる珪化変質帯の“きのこ状構造”の存在が確認され、更に珪化変質帯には金、銀、銅、鉛、亜鉛の鉍染鉍化作用が普遍的に認められ、含貴金属卑金属鉍染鉍床という特異な鉍化作用の存在が明らかとなった。またこの鉍染鉍化帯中には地層に調和的な層状の高品位金・銀・銅・鉛・亜鉛石英帯が捕捉されると同時に、珪化角礫岩中の酸化溶脱帯においては高品位金銀濃集帯も捕捉されており、ヘワマルカ鉍化変質帯の外縁帯を形成し、金・銀地化学異常を伴う広範な珪化角礫岩帯中における同種の鉍化作用の賦存の可能性が期待されるに至った。

ペーニャ・ブランカ地区においてはレーチェ累層中のスカルン変質帯に含まれる硫化鉍体及びオヨトゥン火山岩類中の珪化粘土化変質帯において鉍石分析を実施した結果、前者ではAu 0.19 g/t, Ag 11 g/t, Cu 1,164 ppm, Pb 100 ppm, Zn 258 ppm, Mo 19 ppmであり、硫化鉍体としては規模（幅1.25m, 延長70m）も小さく品位も低く、大規模鉍化帯への発展の可能性は乏しいと判断される。一方後者はAu 0.30 g/t, Ag 5 g/t, Cu 4,660 ppm, Pb 50ppm, Zn 160 ppm, Mo 8 ppmであったが、地化学探査試料として分析した珪化岩もAu 0.165 g/t, Ag<5 g/t, Cu 7 ppm, Pb 230 ppm, Zn 366 ppm, Mo 1 ppmであり、石英脈は見出せなかったとはいえ、金鉍化作用に卓越する鉍化帯の賦存の可能性の高い地区であると言える。

第2章 第3次調査への提言

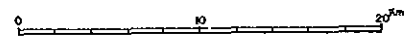
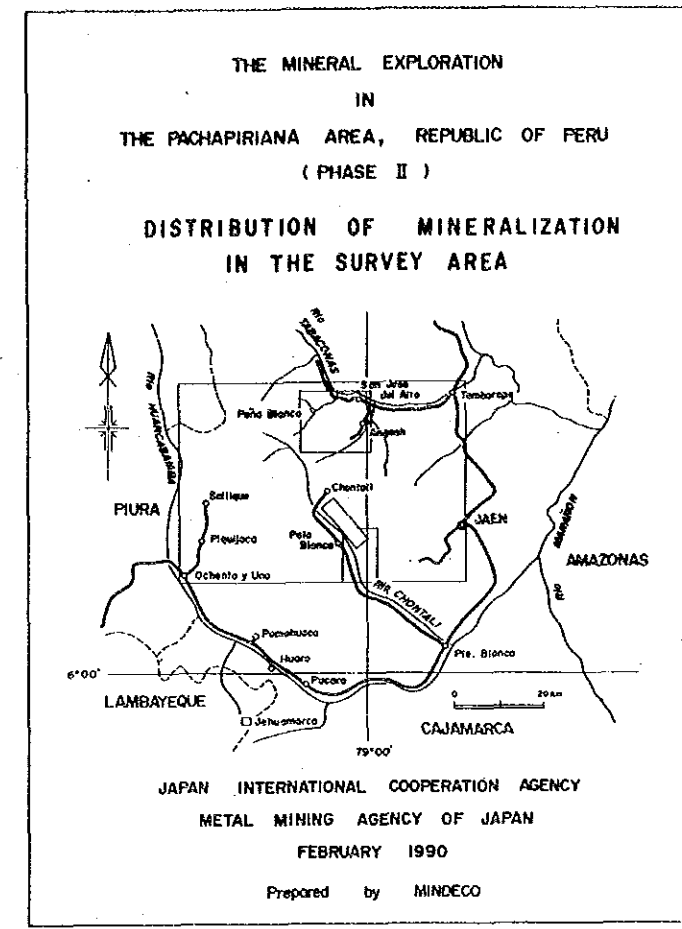
本調査地区において地質鉱物冶金研究所が実施した河川堆積物地化学探査により抽出された地化学異常帯は前年度調査及び本年度調査により評価すれば、極めて確度の高い鉱化示徴を捕捉していると言えよう。前年度調査では地化学異常帯の後背地において数多の鉱化変質帯を確認し、本年度の地質精査により有望な金鉱床賦存の可能性の高い区域を抽出するに至った。更に本年度実施した新地区における単精査においても有望な鉱化変質帯を抽出している。従って未調査として唯一残るトゥーナ地化学異常帯についても地質単精査を実施し、調査対象地域全域の鉱化ポテンシャルの把握に努め、本調査対象地域の評価を完結する必要がある。

本年度地質精査により抽出されたワラタン西部鉱化変質帯はCSAMT法による物理探査により推定される高比抵抗基盤の盛り上り構造の直上部に大規模石英脈賦存帯が存在し、かつ流体包有物の充填温度の温度分布もこの盛り上り構造を中心に配列しているとみなされ、更にその温度分布範囲は金鉱化作用を生ずるに最適な範囲が地下深部に潜在する事が判明した。従って今後は大規模石英脈の具体的金鉱化作用の把握を目的としたボーリング調査を実施すると共に基盤構造が鉱化作用における富鉱部の形成に重要な役割をはたしている可能性があり、この基盤構造及び基盤岩の正体を探る為の物理探査（例えば重力探査）の実施が望まれる。

本年度ボーリング調査を実施したヘワマルカ地区においては物理探査で予測された珪化変質帯を暗示する高比抵抗帯の“きのこ状構造”はほぼ予想通り存在する事が確認され、かつ珪化変質帯には金・銀を伴う卑金属鉱染鉱床が普遍的に存在すると共に地層に調和的な高品位石英帯の賦存も確認された。更に金・銀地化学異常を伴う珪化角礫岩についても地表近接部の酸化溶脱帯において、稼行対象となり得る金銀鉱化帯の賦存の可能性が指摘された。従って今後はボーリング調査により、これら鉱化帯の平面的な分布範囲の捕捉につとめ具体的稼行対象範囲の抽出の為の準備を行なう必要がある。

なお、ボーリング調査実施にあたっては現在保有する地質図の縮尺(1/10,000)ではボーリング断面の地質解析には不十分であり、より精度の高い(例えば縮尺1/2,000)地質調査を同時に実施しボーリング調査結果の解析に資する必要がある。

以上の提言に基づき、調査手法別に抽出された調査提案地区(Fig. III-1)の優先度を検討し、調査提案地区の優先順位を付せばTable III-1の通り総括する事が出来る。



- LEGEND**
- MAJOR LINEAMENTS
 - MINOR LINEAMENTS
 - CIRCULAR FEATURE
 - BEDDING
 - ANTICLINAL AXIS
 - SYNCLINAL AXIS
 - Pachapiriana Project Area
 - Detailed Survey Area in 1988
 - Semidetailed Survey Area in 1988
 - Detailed Survey Area in 1989
 - Semidetailed Survey Area in 1989
 - Mineral Indication
 - C.P. : Porphyry Copper Type
 - Diss : Dissemination of Base Metal Type
 - V : Vein Type
 - Sk : Skarn Type
 - Geochemical Anomaly by INSEMET
 - Priority for Surveying Area

Fig. III-1 Location Map of the Recommended Survey Area for the Future

Table III-1 Summarized Recommendation for the Future Survey

Area	Geological Survey			Geophysical Survey		Boring Survey		Priority for Survey Area
	Semi-detailed	Detailed 1/5,000~ 1/10,000	Ultra-detailed 1/1,000 ~1/2,000	CSAMT	Gravity	Recon- naissance	Semi-detailed	
Jhuamarca	→	●(4)	◎(1.5)	●(4)		● (816.25)	○	①
Chontali	●(120)	●(42)	◎(4.5)	●(35)	○(20)	◎		①
Tuna	○(144)							②
Peña Blanca	●(220)	△(12)		△(12)				③

●:Finished →:Omission

():Survey Area in km or Length of Drilling in meter

Priority of the Each Survey Method

◎:the First ○:the Second △:the Third

REFERENCES

1. Anderson, W. L. (1982)
Fast Hankel transforms using related and lagged convolutions.
ACM Transactions on Mathematical Software, Vol.8, No.4, p.344-368.
2. Bellido B., E. (1969)
Sinopsis de la Geologia del Peru.
INGEMMET, Vol. 22, Serie A.
3. BRGM (1977)
Informe sobre los resultados de la prospeccion del indicio del tipo
de porfido de cobre de la Huaca, Phase 1.
4. Cobbing, J. (1973)
Geologia de los Cuadrangulos de Barranca, Ambar, Oyon, Huacho,
Huaral y Canta.
Servicio de Geologia y Minería, Bol. No.26.
5. Cobbing, E. J., Pitcher, W. S., Wilson, J. J., Baldok, J. W., Talor, W. P.,
MacCourt, W. and Snelling, N. J. (1981)
The geology of the Western Cordillera of Northern Peru.
Institute of geological sciences overseas memoir 5, London.
6. Davila M., D. and De la Crus B., N.
Geologia del cuadrangulo de Jaen.
INGEMMET (inedited)
7. Davila M., D. and La Torre V., O.
Geologia del cuadrangulo de San Ignacio.
INGEMMET (inedited)

8. Flores N., G. (1972)
Estudio geologico-geoquimico de la anomalia A-4 de La Vega.
INGEMMET (inedited)
9. Flores, G. (1982)
Exploracion y geologia del yacimiento La Granja.
XVI Convencion de ingenieros de minas.
10. Flores, G. and Jimenez, C. (1977)
Informe geologico preliminar del prospecto Jehuamarca, Lambayque.
INGEMMET (inedited)
11. Flores, G., Zelaya, A. and Mamani, F. (1974)
Geologia del deposito de cobre diseminado La Huaca.
INGEMMET (inedited)
12. Flores, G., Zelaya, A., Maya, T. and Mamani, F.
Geologia del deposito de cobre diseminado "Cañariaco".
INGEMMET (inedited)
13. Goldstein, M. A. and Strangway, D. W. (1975)
Audio-frequency magnetotellurics with a Grounded Electric Dipole Source.
Geophysics, Vol.40, No.4, p.669-683.
14. MacInnes, S. (1989)
CSINV documentation (Ore-dementional CSAMT inversion).
Zonge Engineering and Research
15. Mamani, F. and Jimenes, C. (1976)
Estudio geologico preliminar del area anomalia el Paramo.
INGEMMET (inedited)

16. Mamani, F. and Moya L.,T. (1974)
Geologia del prospecto Peña Verde.
INGEMMET (inedited)
17. Mamani, F., Agramonte, J., Zegarra, J., Quispe, L. and Galloso, A. (1986)
Proyecto Integral Chinchipe-Cordiera del Condor; Informe de Avances.
INGEMMET (inedited)
18. Mamani, F., Jimenes, C., Sanchez, W., Zegarra, J. and Quispe, L. (1987)
Proyecto Integral Chinchipe ; Informe Tecnico de Avances.
INGEMMET (inedited)
19. Ponzoni S., E. (1980)
Metalogenia del Peru.
INGEMMET
20. Reyes, L. and Caldas, J. (1987)
Geologia de los cuadrangulos de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca,
San Antonio, Chalucanas, Morropon, Huancabamba, Olmos y Pomahuaca.
INGEMMET, Serie A. Vol.39.
21. Shepherd, G. L. and Moberly, R. (1981)
Coastal Structure of the Continental Margin, Northwest Peru and Southwest
Equador.
Memoir Geological Society of America, Vol.154.
22. Welson, J. (1984)
Geologia de los cuadranglos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo,
Chongoyape, Chota, Celendin, Pacasmayo y Chepen.
INGEMMET, Serie A. Vol.38.

APPENDIXES

			Matrix / Groundmass / Accessory mineral																	Secondary mineral																		
Carbonate	Al-Chlorite	Opaque mineral	Quartz	Alkali-feldspar	Plagioclase	Hornblende	Clino-pyroxene	Biotite	Apatite	Sphene	Anatase	Zircon	Glass	Carbonate	Carbonic material	Sericite	Chlorite	Clay mineral	Sphalerite	Opaque mineral	Fossil	Quartz	Albite	Biotite	Hornblende	Actinolite	Chlorite	Sericite	Epidote	Clay mineral	Cristobalite	Carbonate	Sphalerite	Opaque mineral				
				△ .2>	○ .15>								△ .05>								△ .2>							△ .03>							△ .25>			
					○ .1>		△ .15>		*.2>	*.1>											△ .7>		*.15>	○ 2.9>				○ .15>	*.1>									
					△ .07>						*.2>	*.13>									*.25>		◎ .1>	△ .07>	△ .04>				◎ .3>									
			○ .8>	○ .15>						*.05>	*.13>	*.12>									*1.1/.06		△ .1>	○ .07>				△ 1.2>	△ .05>	△ .3>								
								△ .12>	*.1>		*.12>				*.05>						△ .2>		◎ .2>	△ 3>				△ .02>	◎ .1>							○ .25>		
					○ .13>				*.75>												△ .3>							△ .2>	*.07>								△ .07>	
		△ .72/.02																◎				*.1>																
			○ .03>		○ .16>	*.12>			*.15>				○								*.3>			○ 3.6>				*.12>	△ .1>	△ .6>							△ .3>	*.2>
			△ .13>								*.1>										△ .4>		△ .06>						○ .1>									
					○ .2>								○								△ .07>		△ .15>	△ 4.6>				△ .1>	◎ .15>							○ .2>		
◎ .15/.01			△ 1.5/.03											△ .35/.02							△ .4>																	
			◎ .02>																		○ .02>		○ 12.5/.03														△ .2>	
			○ .2>					△ .2>							△ .06>	○ .15>	△ .14>				*.07>		○ .2>		△ .2>				△ .14>	○ .15>							*.07>	
										△ .2>											△ .25>							△ .8>		△ .5>								
									*.02>	*.67>											*.7>							△ 2.5>	△ .25>	△ .7>								
																						○ .1>		*.1>				*.08>	△ .25>							○ .2>		
					○ .15>								○								△ .4>							○ .03>		△ .5>								
			○ .1>		△ .05>	△ .18>			*.45>												△ .4>		○ .25>		△ .15>				○ .25>								△ .12>	
◎ 1.7/.03	○ .8/.03								*.06>	△ .2/.04											*.06>																	
			*.13>		△ .08>	*.05>			*.18>	*.6>											*.25>						*.7>	*.65										
									*.35>	*.18>		*.14>									*.5>							*.15>	△ .2>	*.1>								
										△ .3>											*.92>							△ 1.4>	○ .25	△ .5>								

◎:abundant ○:common △:few *:rare

Grain size : maximum/minimum (mm)

C:Chontali, CS:Chontali South, Je:Jehuarca, Pe:Pena Blanca

Gd:Granodiorite, Gr:Granite, Le:Leche formation, Mz:monzonite, Oy:Oyotun formation, Po:Porculla formation, Rh:Rhyolite, Sa:Salas group

Result of microscopic observation (thin section)

H081804 (Chontali)

Trachyandesite

It is porphyritic with abundant phenocrysts of prismatic and euhedral plagioclase and a few pyroxene. The latter tends to perfectly be replaced by chlorite. The groundmass is pilotaxitic and composed of plagioclase laths embedded in K-feldspar and a few glass. Constituent minerals of phenocrysts and groundmass are replaced by chlorite and calcite.

Y080304 (Chontali)

Monzonite porphyry

It is porphyritic with abundant phenocrysts of short- prismatic and euhedral plagioclase and pyroxene. The latter tends to perfectly be replaced by clay minerals. The groundmass is composed of prismatic plagioclase, euhedral pyroxene, pale brownish apatite, pale brownish sphene and opaque minerals. Plagioclase is replaced by albite, and mafic minerals by chlorite, quartz and sericite.

Y082603 (Chontali)

Meta-andesite

It is porphyritic but partly changed to be granoblastic with phenocrysts of sericitized plagioclase and short- prismatic mafic minerals. The groundmass is composed of albitized plagioclase, zircon and opaque minerals. As secondary minerals occur albite replacing plagioclase, granoblastic aggregate of quartz and biotite and sericite replacing mafic minerals.

H072507 (Chontali South)

Altered dacite

It is porphyritic with essential phenocrysts of plagioclase, K-feldspar and quartz. The former two almost tend to be replaced by albite, quartz, chlorite, epidote and sericite. The groundmass is holocrystalline and intergranular texture, in which wedge-shaped areas between albitized plagioclase prisms are filled with granular quartz. Such accessory minerals as sphene and zircon are embedded in a groundmass.

H072511 (Chontali South) Silicified hornblende dacite

It is porphyritic with essential phenocrysts of plagioclase, quartz, biotite and hornblende. The phenocrysts except for quartz tends to be replaced by albite, chlorite, sericite, calcite and quartz. The groundmass is composed essentially of glass, which is almost replaced by sericite and quartz. Such accessory minerals as sphene and zircon are embedded in a groundmass.

A082911 (Chondali South) Rhyolite

It is microcrystalline and equigranular, showing a flow structure. Main constituents are sericite and quartz. The former is granular and/or lepidoblastic and/or vein-filling and are arranged parallel to the flow structure. The latter is anhedral and granular and/or fragmental. As accessory minerals occur biotite, opaque minerals and carbonaceous materials. Biotite is intercalated with sericite and mixed with vermiculite.

MJPJ-1 274.6m (Jehumarca) Altered andesite

It is porphyritic and intersertal but intensely altered. Phenocryst is composed only by short-prismatic plagioclase with euhedral shape of 0.13-1.70 mm in length. The groundmass is composed of euhedral short-prismatic plagioclase, very subordinate opaque minerals and accessory apatite with acicular and/or prismatic shape. As secondary minerals occur lepidoblastic sericite replacing plagioclase, irregularly shaped albite and fine grained and radial arranged aggregate of chlorite and carbonates.

MJPJ-2 35.6m (Jehumarca) Siltstone

It is a clastic rock with microfossils. A few of brecciated mudstone of 0.4 mm in diameter are included as rock fragment. The silt grains consist of hydromica with a diameter ranging from 0.03 to 0.30 mm as well as of quartz and opaque minerals ranging from 0.02 to 0.10 mm. Matrix is constituted by aphanitic and/or cryptocrystalline clay minerals. Microfossils are less than 0.1 mm in diameter with

ellipsoidal and/or spheroidal shape.

MJPJ-2 258.7m (Jhuamarca) Altered dacite

It is porphyritic with a cryptocrystalline groundmass. Phenocryst is intensely replaced by secondary minerals and is composed of prismatic and short-prismatic pseudomorph of plagioclase, very subordinate quartz and hornblende. Hornblende is perfectly replaced by secondary minerals. The groundmass is composed of plagioclase and quartz which are embedded in glass and a few amounts of hornblende, apatite and opaque minerals. As secondary minerals occur sericite and albite replacing plagioclase, chlorite replacing mafic minerals and vein filling carbonates. Very fine grained sphalerite is associated by opaque minerals, which is inferred to be pyrite, in carbonate veins.

MJPJ-3 154.25m (Jhuamarca) Altered dacitic welded tuff

It is porphyritic and eutaxitic but intense alteration makes an original texture unclear. Phenocryst is composed only of subhedral to anhedral quartz of 0.13-1.50 mm in length. It is granular, corroded and fragmental. Matrix is composed of subhedral to anhedral quartz less than 0.13 mm, opaque minerals and accessory anatase and sphalerite. As secondary minerals occur anhedral sericite less than 0.1 mm, very subordinate quartz and accessory clay minerals.

H090805 (Peña Blanca) Altered andesite

It is porphyritic with essential phenocrysts of plagioclase and subordinate mafic minerals. Plagioclase tends to be replaced almost by sericite and calcite, and sometimes by albite. Mafic minerals are altered to be mantled by iron-oxides and replaced perfectly by the aggregate of chlorite, calcite and sericite. The groundmass is composed of plagioclase with prismatic to lath shapes, glass and subordinate opaque minerals. Sericitization and calcitization are intense in a groundmass.

H091202 (Peña Blanca) Granular limestone

It is recrystallized limestone with granoblastic texture. Main constituent is anhedral calcite as equigranular aggregate and sometimes as a porphyroblast of 1 mm in diameter. Quartz veinlets traverse associating ankerite and opaque minerals.

H091304 (Peña Blanca) Brecciated rhyolite

It is brecciated and composed of rhyolitic fragments and felsic matrix. The fragments are in the range from 0.1 to 7.1 mm in diameter and shows cryptocrystalline texture composed by clay minerals and recrystallized felsic minerals. Veinlets of quartz traverse in a matrix with an aggregate of fine felsic and clay minerals. Siderite occurs as secondary mineral. Intense silicification makes an original texture unclear.

H091508 (Peña Blanca) Schistose sandstone

It is a clastic rock with grains of plagioclase and quartz embedded in a fine grained matrix. Plagioclase is prismatic to fragmental and are albitized as a whole. Quartz is fragmental and frequently recrystallized. Main constituents of matrix are granular to metasomatic quartz, aggregate of fibrous to granular biotite, granular to foliated chlorite with pale greenish tint, and parallel arranged lepidoblastic sericite, opaque minerals and carbonaceous materials.

H091602 (Peña Blanca) Biotite hornblende granodiorite

It is holocrystalline and equigranular. Main constituent is prismatic to granular plagioclase and anhedral granular quartz, next in abundance is platy to foliated biotite and subhedral hornblende of grayish green to pale yellow tint, then K-feldspar. Mafic minerals are associated with accessory sphene and opaque minerals and are partly replaced by chlorite and epidote.

H091910 (Peña Blanca) Biotite hornblende granodiorite

It is holocrystalline and equigranular. Main constituent

is prismatic euhedral plagioclase, next in abundance is anhedral K-feldspar, anhedral quartz filling the interstices between the plagioclase, platy to foliated biotite and anhedral prismatic hornblende, then clinopyroxene. Mafic minerals are associated with accessory sphene, apatite and opaque minerals. Mafic minerals, Plagioclase and K-feldspar are partly replaced by chlorite, epidote and sericite.

A090406 (Peña Blanca) Altered sandstone

It is a clastic rock with silty rock fragments, and grains of plagioclase and quartz embedded in a fine grained matrix. The rock fragments are subangular to rounded in size of 0.18-0.9 mm. K-feldspar is anhedral and granular, partly replaced by fine grained secondary minerals. Quartz is anhedral and well-rounded. Main constituents of matrix are granular quartz, granular to platy biotite with pale yellow to pale brownish tint, chlorite, sericite and opaque minerals.

A090701 (Peña Blanca) Autobrecciated basaltic lava

It is porphyritic, porous and autobrecciated. Phenocryst is albitized plagioclase with euhedral and prismatic habit and perfectly altered pyroxene with euhedral to subhedral habit. Groundmass is porous and hyalopilitic with albitized plagioclase laths and chloritized glass. Interstices are filled with such secondary minerals as albite, chlorite, epidote, calcite and cristobalite.

A090904 (Peña Blanca) Altered diorite porphyry

It is holocrystalline and porphyritic with phenocrysts of long-prismatic to prismatic plagioclase and prismatic mafic minerals. The former tends to be replaced by sericite and biotite and the latter by biotite, sericite and iron oxides. The groundmass is composed of short-prismatic plagioclase replaced by sericite, granular quartz, biotitized mafic minerals, apatite and opaque minerals.

A092206 (Peña Blanca)

Diopside-vesuvianite-scapolite
marble

It is nematoblastic constituted by such three zones with different mineral assemblages as scapolite-diopside-calcite, diopside-scapolite-opaque minerals-calcite and chlorite- diopside-anorthite-vesuvianite-scapolite-calcite-sphene. Main constituent is irregularly shaped platy calcite associated with subordinate diopside and scapolite, short-prismatic colorless diopside, prismatic vesuvianite, prismatic colorless amphiboles, scapolite, anorthitic plagioclase and colorless Al-chlorite. Accessory minerals are vesuvianite, pale greenish chlorite replacing Al-chlorite, pale brownish sphene, apatite, opaque minerals and sphalerite.

Y090501 (Peña Blanca)

Meta-dacite

It is porphyritic with glassy groundmass converted into quartz, biotite and amphiboles due to the thermal metamorphism. The phenocrysts are of prismatic plagioclase, quartz and euhedral hornblende perfectly replaced by secondary minerals. Groundmass are of plagioclase, quartz, mafic minerals, apatite, devitrified glass and opaque minerals. As secondary minerals occur quartz, biotite replacing hornblende, chlorite and amphiboles.

Y092010 (Peña Blanca)

Hornblende granodiorite

It is holocrystalline and equigranular. Main constituent is prismatic euhedral plagioclase, subhedral to anhedral hornblende and irregularly-shaped granular K-feldspar and quartz. Accessory minerals are apatite and pale brownish sphene. Secondary minerals are actinolite and chlorite, replacing hornblende.

Y092220 (Peña Blanca)

Biotite hornblende adamellite

It is holocrystalline and equigranular. Main constituent is perthitic K-feldspar, subhedral prismatic hornblende, plagioclase, quartz, biotite and corroded clinopyroxene preserved in a core part of hornblende. Accessory minerals are zircon, apatite, sphene and opaque minerals. Secondary minerals are chlorite replacing biotite, and epidote and sericite replacing plagioclase.

Y092311 (Peña Blanca)

Hornblende granodiorite

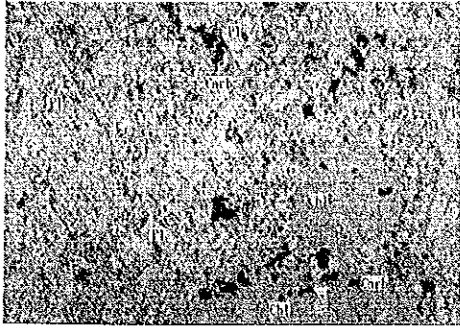
It is holocrystalline and equigranular. Main constituent is plagioclase, quartz, prismatic hornblende and K-feldspar. Accessory minerals are pale brownish sphene and opaque minerals. Secondary minerals are albite, sericite and epidote replacing plagioclase, and chlorite replacing hornblende.

Apx. 2 Microscopic Photographs of Thin Sections

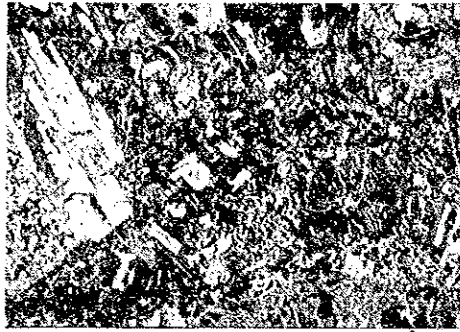
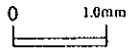
Abbreviations

Act	: actinolite	Hb	: hornblende
Ank	: ankerite	Kf	: alkali feldspar
Bi	: biotite	Opq	: opaque minerals
Cal	: calcite	Pl	: plagioclase
Carb	: carbonate	Qz	: quartz
Chl	: chlorite	Rf	: rock fragments
Clay	: clay minerals	Ves	: vesuvianite
Cpx	: clinopyroxene	Sc	: scapolite
Ep	: epidote	Ser	: sericite
Fs	: microfossils	Sph	: sphene

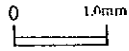
Sample No. : H081804
Area: Chontali
Rock Name : Trachyandesite



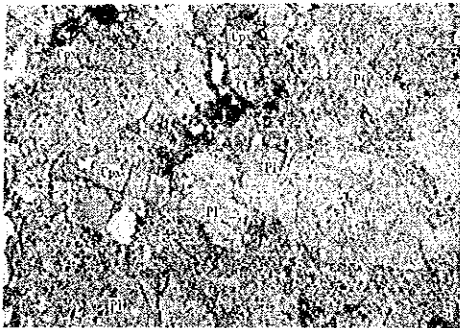
Plain polarized light



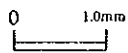
Crossed polarized light



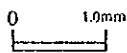
Sample No. : Y080304
Area: Chontali
Rock Name : Monzonite porphyry



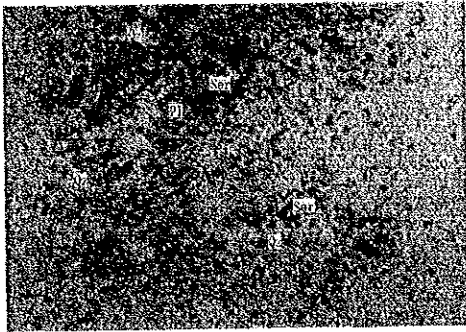
Plain polarized light



Crossed polarized light

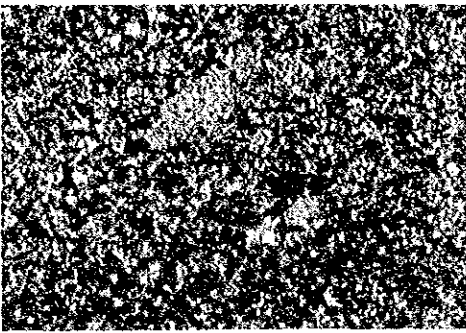


Sample No. : Y082603
Area: Chontali
Rock Name : Meta-andesite



Plain polarized light

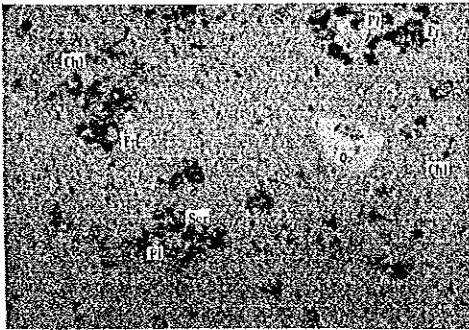
0 0.5mm



Crossed polarized light

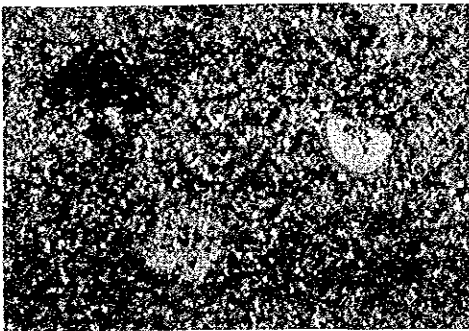
0 0.5mm

Sample No. : H072507
Area: Chontali South
Rock Name : Altered dacite



Plain polarized light

0 1.0mm



Crossed polarized light

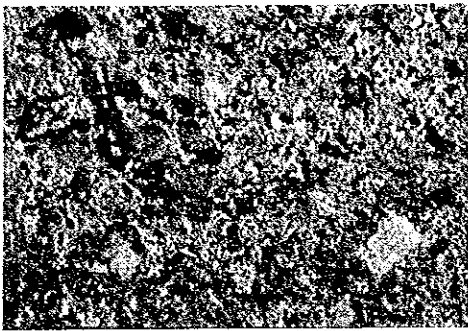
0 1.0mm



Plain polarized light

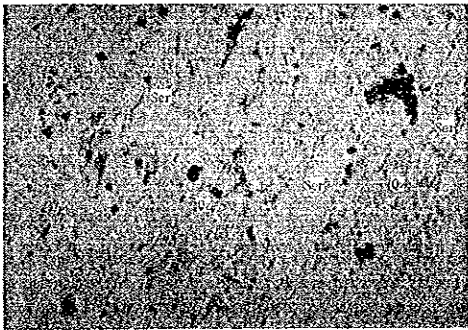
0 1.0mm

Sample No. : H072511
Area: Chontali South
Rock Name : Silicified amphibole dacite



Crossed polarized light

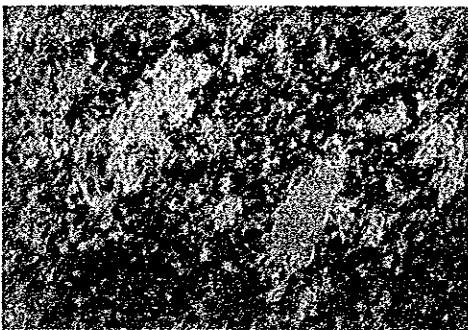
0 1.0mm



Plain polarized light

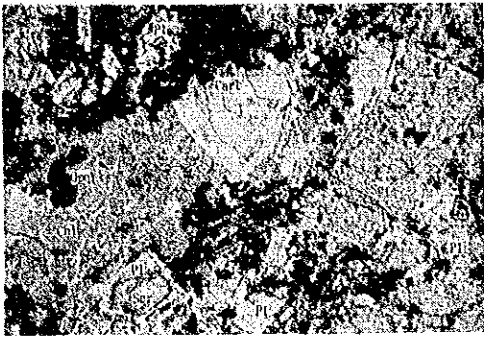
0 1.0mm

Sample No. : A082911
Area: Chontali South
Rock Name : Rhyolite



Crossed polarized light

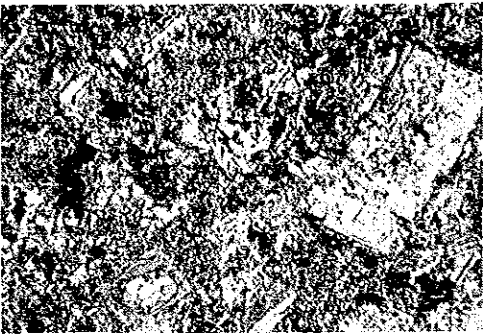
0 1.0mm



Plain polarized light

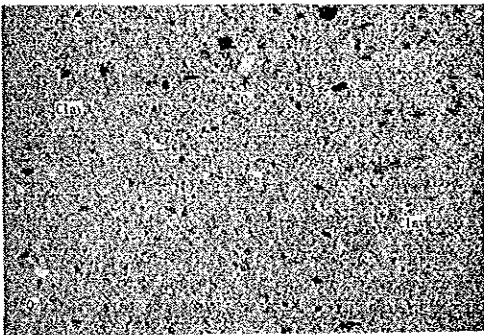
0 0.5mm

Sample No. : MJPJ-1 247.6m
Area: Jehuamarca
Rock Name : Altered andesite



Crossed polarized light

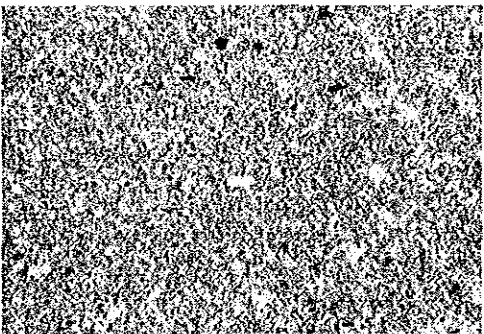
0 0.5mm



Plain polarized light

0 0.5mm

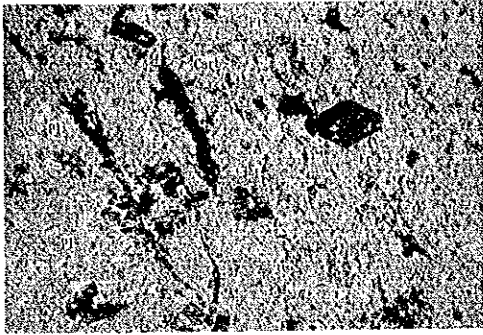
Sample No. : MJPJ-2 35.6m
Area: Jehuamarca
Rock Name : Siltstone



Crossed polarized light

0 0.5mm

Sample No. : MJPJ-2 258.7m
Area: Jehuamarca
Rock Name : Altered dacite



Plain polarized light

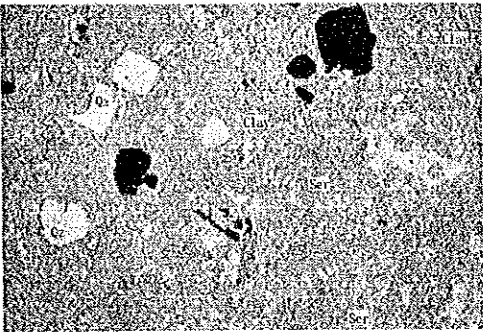
0 0.5mm



Crossed polarized light

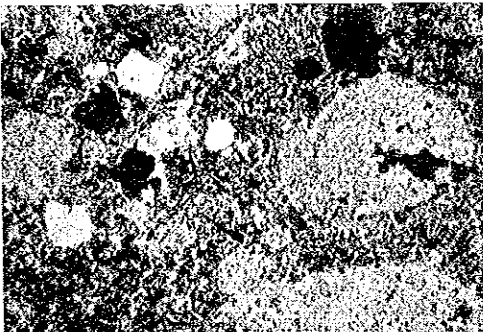
0 0.5mm

Sample No. : MJPJ-3 154.25m
Area: Jehuamarca
Rock Name : Dacitic welded tuff



Plain polarized light

0 0.5mm

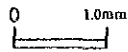


Crossed polarized light

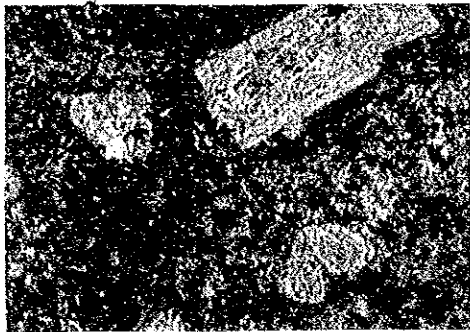
0 0.5mm



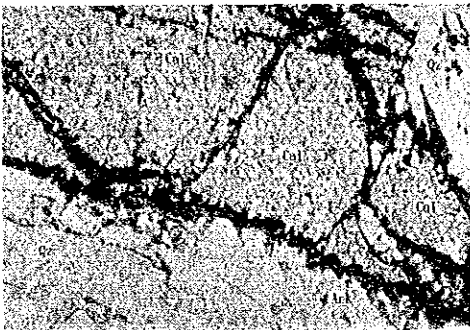
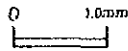
Plain polarized light



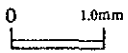
Sample No. : H090805
Area: Peña Blanca
Rock Name : Altered andesite



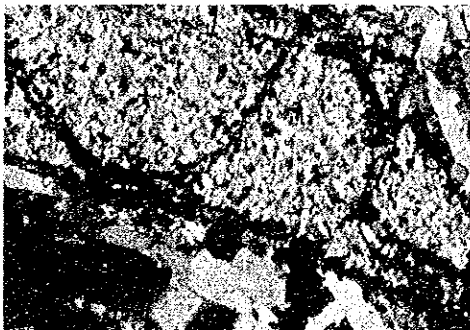
Crossed polarized light



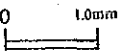
Plain polarized light



Sample No. : H091202
Area: Peña Blanca
Rock Name : Granular limestone



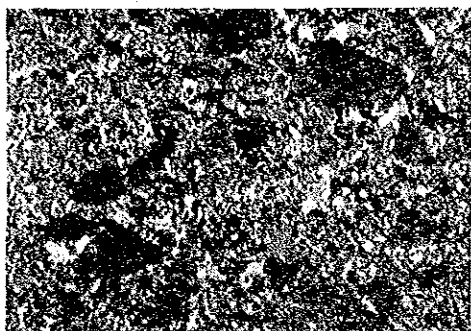
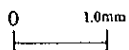
Crossed polarized light



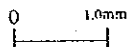
Sample No. : H091304
Area: Peña Blanca
Rock Name : Brecciated rhyolite



Plain polarized light



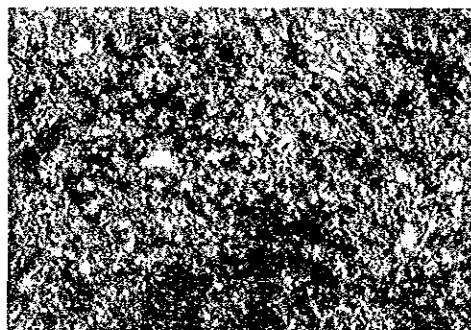
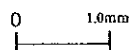
Crossed polarized light



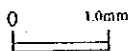
Sample No. : H091508
Area: Peña Blanca
Rock Name : Schistose sandstone



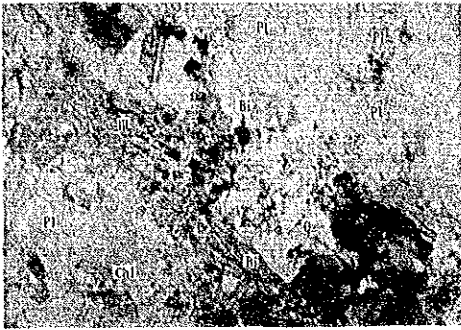
Plain polarized light



Crossed polarized light



Sample No. : H091602
Area: Peña Blanca
Rock Name : Biotite amphibole
granodiorite



Plain polarized light

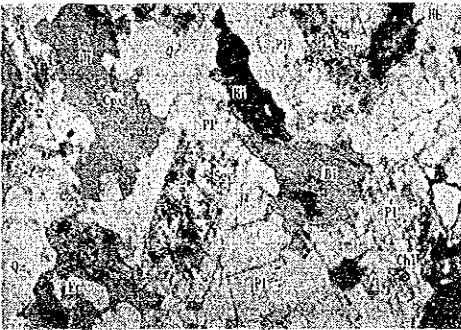
0 1.0mm



Crossed polarized light

0 1.0mm

Sample No. : H091910
Area: Peña Blanca
Rock Name : Biotite amphibole
granodiorite



Plain polarized light

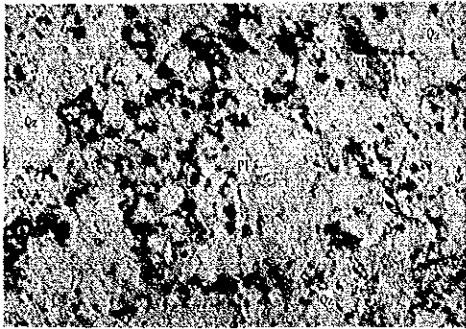
0 1.0mm



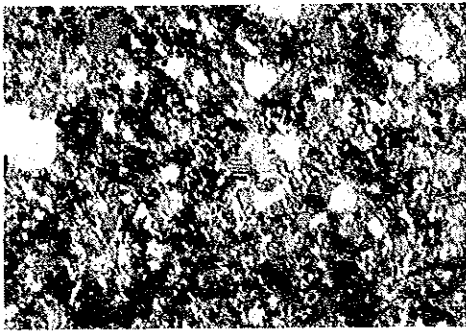
Crossed polarized light

0 1.0mm

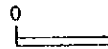
Sample No. : A090406
Area: Peña Blanca
Rock Name : Altered sandstone



Crossed polarized light



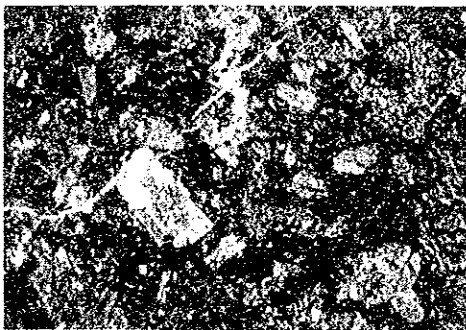
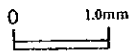
Plain polarized light



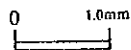
Sample No. : A090701
Area: Peña Blanca
Rock Name : Basaltic autobrecciated 1



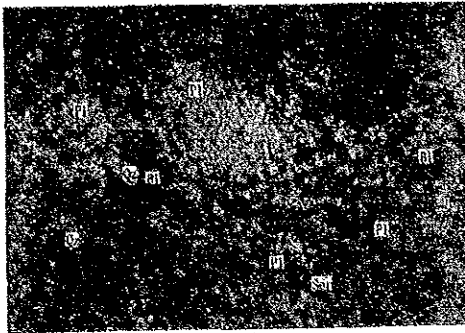
Plain polarized light



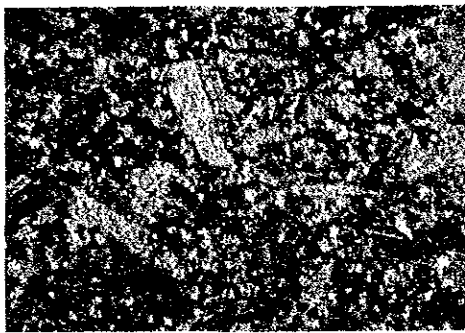
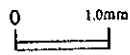
Crossed polarized light



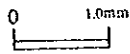
Sample No. : A090904
Area: Peña Blanca
Rock Name : Metadiorite porphyry



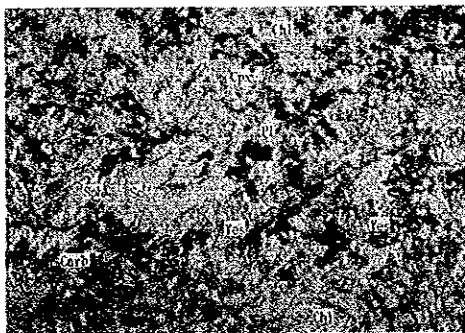
Plain polarized light



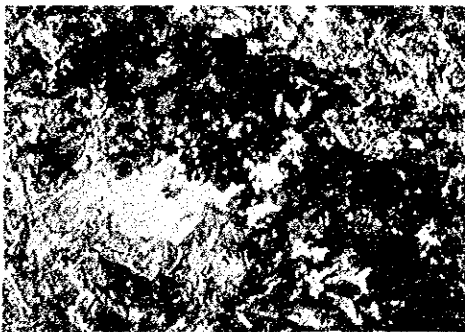
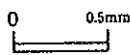
Crossed polarized light



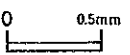
Sample No. : A092206
Area: Peña Blanca
Rock Name : Diopside vesuvianite
scapolite marble



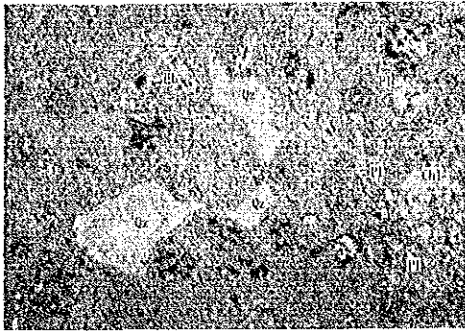
Plain polarized light



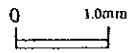
Crossed polarized light



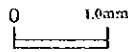
Sample No. : Y090501
Area: Peña Blanca
Rock Name : Metadacite



Plain polarized light



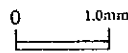
Crossed polarized light



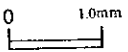
Sample No. : Y092010
Area: Peña Blanca
Rock Name : Amphibole granodiorite



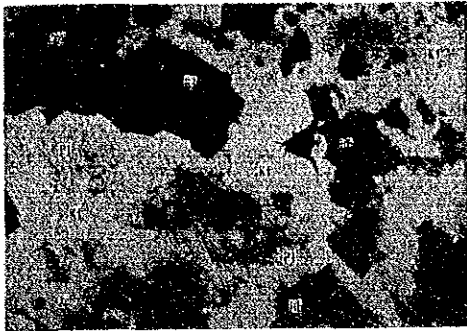
Plain polarized light



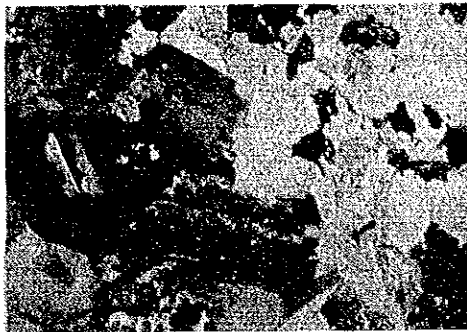
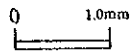
Crossed polarized light



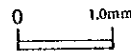
Sample No. : Y092220
Area: Peña Blanca
Rock Name : Biotite amphibole
adamellite



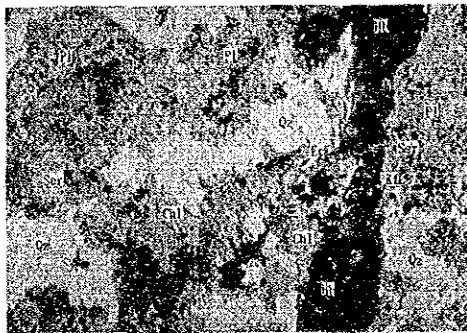
Plain polarized light



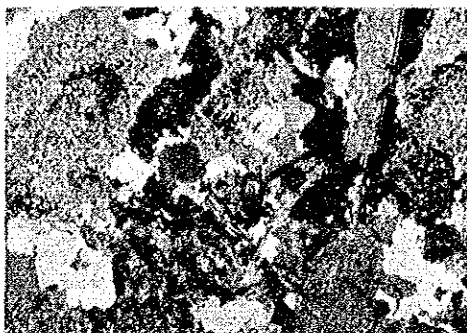
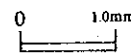
Crossed polarized light



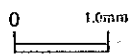
Sample No. : Y092311
Area: Peña Blanca
Rock Name : Amphibole granodiorite



Plain polarized light



Crossed polarized light



Ap. 3 Results of Whole Rock Chemical Analysis

Sample No.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	Y080304	Y082603	A082911	H081804	H091304	H091910	Y090501	Y092010	Y092220	Y092311
SiO2	57.49	76.03	67.65	52.39	95.41	59.98	62.45	65.25	60.78	64.54
TiO2	0.68	0.08	0.49	0.72	0.03	0.72	0.50	0.55	0.74	0.52
Al2O3	19.17	14.25	21.16	19.35	0.64	16.76	17.53	17.37	15.66	16.11
Fe2O3	5.10	0.50	2.61	3.50	0.73	2.76	0.79	0.63	2.36	1.07
FeO	2.12	0.35	0.12	4.20	0.19	3.60	3.69	1.58	3.81	3.30
MnO	0.12	0.01	0.04	0.18	0.01	0.14	0.11	0.07	0.11	0.07
MgO	3.09	0.16	0.09	2.67	0.08	3.00	1.69	1.80	2.90	1.87
CaO	0.58	0.30	0.28	9.38	0.31	6.51	4.98	5.50	5.25	4.40
Na2O	7.41	4.66	0.39	2.63	0.16	3.31	3.46	3.69	3.05	4.58
K2O	0.35	2.73	4.08	0.22	0.08	2.28	2.86	1.98	4.06	1.64
P2O5	0.25	0.17	0.16	0.30	0.07	0.31	0.28	0.27	0.27	0.21
BaO	0.03	0.12	0.08	0.06	0.01	0.14	0.12	0.12	0.09	0.05
LOI	4.12	1.53	3.44	4.35	0.25	1.12	2.33	0.60	1.06	1.70
Total	100.51	100.89	100.59	99.95	97.97	100.63	100.79	100.41	100.14	100.16
FeO*	6.71	0.80	2.47	7.35	0.85	6.08	4.40	2.15	5.93	4.26
FeO*/MgO	2.17	5.00	27.43	2.75	10.59	2.03	2.60	1.19	2.05	2.28
S.I.	17.60	1.92	1.28	20.75	6.86	20.45	13.62	18.72	18.19	15.14
C.I.P.W. norm										
Q	7.88	37.92	49.52	12.10	93.55	14.17	16.37	20.77	12.38	18.44
C	6.12	3.41	16.10	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00
or	2.07	16.13	24.11	1.30	0.47	13.47	16.30	11.70	23.99	9.59
ab	62.70	39.43	3.30	22.25	1.35	28.01	29.28	31.22	25.81	38.75
an	1.31	0.61	0.00	40.34	0.79	24.14	23.11	24.98	17.05	18.55
lc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
wo	0.00	0.00	0.00	1.82	0.13	2.68	0.00	2.39	3.10	0.84
en	7.70	0.40	0.22	6.65	0.20	7.47	4.21	4.48	7.22	4.56
fs	0.00	0.12	0.00	3.97	0.00	3.40	5.50	1.60	4.03	4.28
fo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
fa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
cs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mt	5.25	0.72	0.00	5.07	0.54	4.00	1.15	0.91	3.42	1.55
hm	1.48	0.00	2.61	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
il	1.29	0.15	0.34	1.37	0.06	1.37	0.95	1.04	1.41	1.18
ru	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ap	0.59	0.40	0.38	0.71	0.17	0.73	0.66	0.64	0.54	0.50
Σ femic	16.31	1.79	3.72	19.59	1.45	19.65	12.47	11.08	19.82	13.00

*:total Fe as FeO

S.I.:Solidification Index

Apx. 4 Results of Isotopic (K-Ar) Datings

Sample No.	Locality	Rock Name	Analyzed Material	Isotopic Age (Ma)	40Ar(sec /gmx10-5)	% 40Ar	% K	Notes
H091910	PB	granodio	Whole Rock	88.8 ± 4.4	0.691	81.9	1.91	
					0.661	89.6	1.91	
Y072504	CS	granodio	Whole Rock	64.0 ± 3.2	0.282	73.3	1.10	
					0.270	78.2	1.08	
Y092010	PB	granodio	Whole Rock	16.4 ± 0.8	0.101	64.1	1.61	
					0.107	64.6	1.63	
Y092220	PB	adamel	Whole Rock	102. ± 5	1.230	85.3	3.08	
					1.290	90.7	3.08	
Y092311	PB	granodio	Whole Rock	122. ± 6	0.659	77.0	1.36	
					0.668	83.3	1.35	

abbreviations

adamel:adamellite, CS:Chontali South,
granodio:granodiorite, PE:Peña Blanca

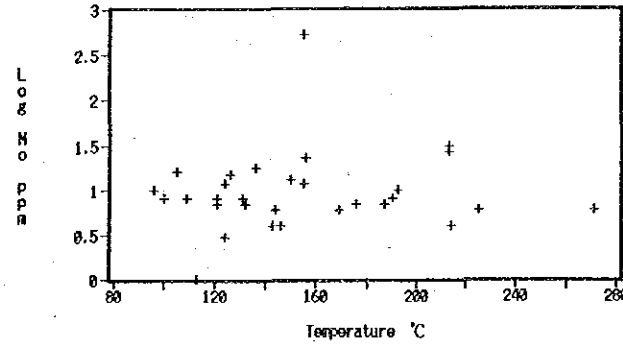
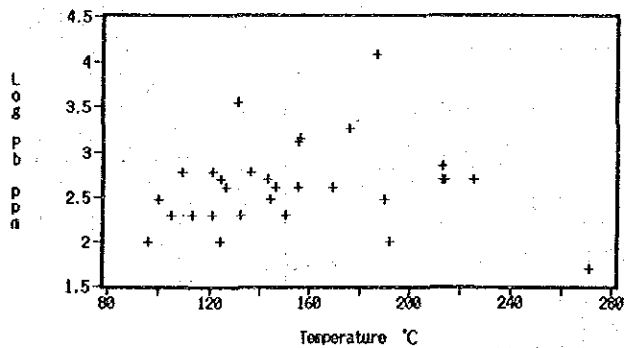
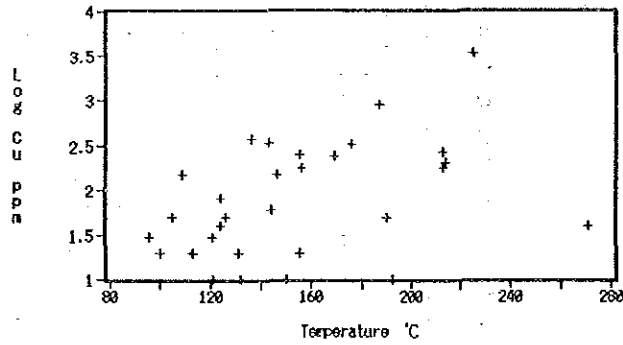
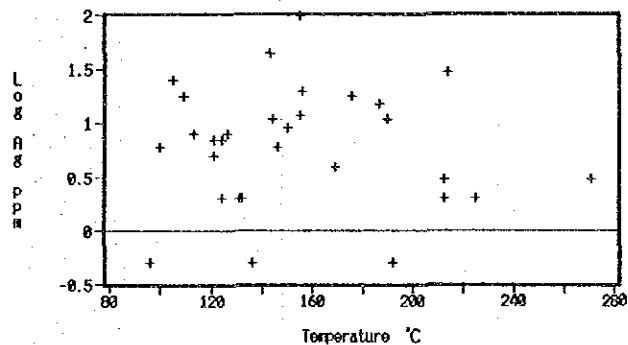
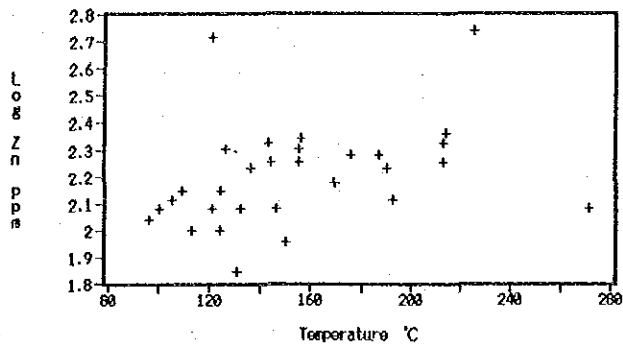
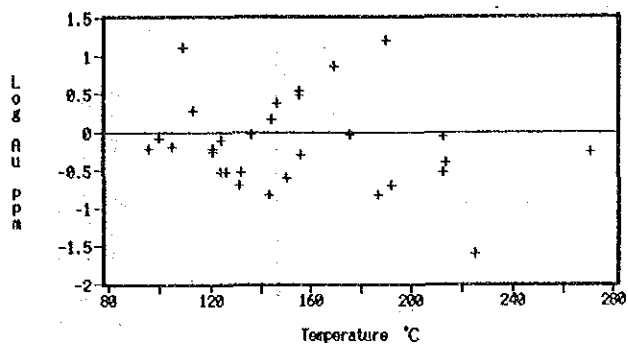
Apx. 5 Results of Fluid Inclusion Homogenization Temperature Analysis(1)

No.	Sample No.	NM	Min. (°C)	Max. (°C)	Mean (°C)	Assay					
						Au(g/t)	Ag(g/t)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)
1	Y080808	5	61	152	96	0.60	tr	100	110	30	10
2	A080411	9	80	164	100	0.85	6	300	120	20	8
3	A081305	8	82	151	105	0.65	25	200	130	50	16
4	H080904	4	106	112	109	12.95	18	600	140	150	8
5	Y080401	7	95	133	113	1.95	8	200	100	20	1
6	A081505	3	90	142	121	0.55	5	200	120	10	7
7	A080412	3	106	136	121	0.60	7	600	520	30	8
8	Y081604	3	104	155	124	0.30	2	500	100	40	12
9	H082302	6	104	151	124	0.80	7	100	140	80	3
10	Y081902	7	92	162	126	0.30	8	400	200	50	15
11	A080413	11	83	158	131	0.20	2	3,500	70	20	8
12	A080415	12	111	166	132	0.30	2	200	120	10	7
13	H080805	1	136	136	136	0.95	tr	600	170	370	18
14	A082413	8	116	192	143	0.15	45	500	210	340	4
15	A080203	12	109	195	144	1.50	11	300	180	60	6
16	A080410	13	130	189	146	2.35	6	400	120	150	4
17	A082405	9	106	184	150	0.25	9	200	90	10	13
18	A082408	5	108	232	155	3.50	97	1,300	200	20	526
19	H080902	3	105	206	155	3.15	12	400	180	250	12
20	H080708	13	100	223	156	0.50	20	1,400	220	180	23
21	H080803	18	110	256	169	7.45	4	400	150	240	6
22	H081004	4	124	224	176	0.95	18	1,800	190	330	7
23	Y082104	2	177	196	187	0.15	15	12,100	190	920	7
24	A081707	10	138	308	190	16.15	11	300	170	50	8
25	H081702	14	99	291	192	0.20	tr	100	130	10	10
26	H080712	7	114	298	213	0.30	3	700	180	180	27
27	H072503	17	105	291	213	0.90	2	500	210	270	31
28	H080710	17	153	281	214	0.40	30	500	230	200	4
29	H080704	10	118	303	225	tr	2	500	550	3,440	6
30	A081601	9	226	294	271	0.55	3	tr	120	40	6
31	A080809	ab				0.65	4	100	140	10	10
32	A081702	ab				0.15	2	100	110	10	3
33	A082410	ab				0.45	21	200	150	260	8
34	A082411	ab				0.5	8	200	180	90	10
35	H082404	ab				0.1	4	100	120	90	8
36	H082505	ab				1.3	37	1500	170	210	8
37	Y080502	ab				1.7	23	200	140	60	2
38	Y080503	ab				2.85	23	200	90	30	5
39	Y080505	ab				2.85	10	200	140	50	10
40	Y080509	ab				2.6	5	200	230	80	35
41	Y080808	ab				0.6	tr	100	100	30	10
42	Y081004	ab				0.8	3	600	170	30	7
43	Y081413	ab				0.25	4	100	120	40	146

NM : number of fluid inclusions for measurement
ab : unavailable because of the absence of fluid inclusion
Min. : minimum of measured temperature (°C)
Max. : maximum of measured temperature (°C)

Analyzed material is quartz in all sample.

Apx. 5 Results of Fluid Inclusion Homogenization Temperature Analysis 2)



Apx. 6 Results of X-ray diffractive Analysis

Sample No.	Area	Rock Name	Qz	Pl	Kf	Ca	Do	Rh	An	Sm	Se	Ch	Ph	Ka	Ta	Ja	Na	Ap	Di	Am	Dp	An	Ru	Ba	Gr	Ve	Sp	Ga	Ce	Py	He	Ge		
H030712	CD	sil v	4								2					1						1												
H030803	CD	sil v	4								2					1																		
H032404	CD	sil tf	4								3					2	1																	
A080411	CD	Qz v	4								1											1											2	
A080502	CD	lap tf	4	1							2					2																		
A080812	CD	sil Ba v	4								1																							
A082401	CD	arg sil lap tf	4								3					1																		
Y080505	CD	Qz v	4													1																		
Y080707	CD	Qz v	4								1																							
Y081908	CD	sil tf	4								2											1												
Y082603	CD	silty tf	4	4							2																							
V082105	CD	Pb beared Qz v	4																															
A072704	CS	arg tf bre	4																															
MJPJ-1 309.00m	JE	sil arg lap tf	4								2											2											2	
MJPJ-2 93.90m	JE	sil arg lap tf	4								2																							
MJPJ-2 131.10m	JE	sil arg Ch tf	4								2																							
MJPJ-2 155.80m	JE	sil arg tf	4								2																							
MJPJ-3 70.35m	JE	sil arg Ch br	4								3																							
MJPJ-3 104.75m	JE	sil arg Ch br	4								2																							
MJPJ-3 154.25m	JE	sil arg Ch tf	4								3																							
MJPJ-3 183.60m	JE	sil Ch tf	4								2																							
H091202	PB	sil ls	3								4																							
H091206	PB	dolomite									4																							
A092204	PB	Cu-Fe ore	2								4																							
A092206	PB	Ch skarn		1																														
A092208	PB	Cu-Fe ore									2																							
A092210	PB	sil ls									2																							
Y090904	PB	iron oxide ore									2																							

4:many 3:intermediate 2:few 1:rare

Abbreviations

CD:Chontali detailed, CS:Chontali semidetalled, JE:Jehumarca, PE:Peña Blanca
 Qz:quartz, Pl:plagioclase, KF:K-feldspar, Ca:calcite, Do:dolomite, Rh:rhodocrosite, An:anatase, Sm:smectite,
 Se:sericite, Ch:chlorite, Ph:pyrophyllite, Ka:kaolinite, T:talc, Jar:jarosite, Na:natrojarosite, Ap:apatite,
 Di:diopside, Am:amphibole, Dp:diaspore, An:anatase, Ru:rutile, Bar:barite, Gr:grossularite, Ve:vesuvianite,
 Sp:sphalerite, Ga:galena, Ce:cerussite, Py:pyrite, He:hematite, Go:goethite