

レンドを示すが、1,500m準では北東から南西方向と北西から南東方向になっている。

②ペーニャ・ベルデでは地表浅部に解析された $20 \Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗層はビスタ・アレグレを中心に小規模に分布する。

③中央・西部の $100 \Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗層は 2,000m準から 1,500m準まで比較的広い分布で南北方向に延び、更に、ペーニャ・ベルデの低比抵抗層を包含する形状で北東から南西方向に伸長する。

[低比抵抗層分布] (Fig. II-16)

①ラ・ワカで解析された低比抵抗層の位置は珪化帯、粘土化帯の中心にあるモンゾニ岩の分布に一致しており、さらに又、これらを取り巻く形状でその周辺に別の低比抵抗層が分散している。

②ペーニャ・ベルデの $20 \Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗層の分布は、安山岩の小規模貫入体に一致し、その周辺に発達する珪化変質帯にはさまれる形状で狭い範囲に分布する。

③中央・西部では $100 \Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗層が幅広く解析され、上記ペーニャ・ベルデの低比抵抗層に連なる。この低比抵抗層は火山碎屑岩と堆積岩との間に存在する断層の位置、方向に一致する。

2-3 考 察

本調査地区はオルモス複合岩体を基盤とし、オヨトゥン火山岩類、ゴイアリスキスガ層群及びその上位に位置する堆積岩類及びこれらを通る貫入岩類より成る。堆積岩類は主として調査地区西縁部に分布するが、オヨトゥン火山岩類とは、北西-南東及び北東-南西の断層系により境される。オヨトゥン火山岩類中には、ほぼ南北の伸長方向を有する珪化及び珪化粘土化変質を伴う巾約2km、延長約9kmに及ぶ変質帯が分布する。変質帯の中には、ペーニャ・ベルデ、ラ・ワカ及びベガの鉱徴帯が知られていたが、地化学探査によりラ・ワカについてはモンゾニ岩を中心とし内側より銅-亜鉛-鉛の配列をなす地化探異常の累帯配列が確認され、更にペーニャ・ベルデについては珪化帯に重複する銀異常帯の周辺に銅異常帯が分布するという配列が認められており、二種類の鉱化変質作用の存在が暗示されている。

一方物理探査では基盤岩及び未変質火山岩類は中～高比抵抗帯として解析されるが、ラ・ワカでは珪化及び粘土化変質帯中に分布するモンゾニ岩を中心として低比抵抗帯が捕捉され、またペーニャ・ベルデでは地表で確認された珪化帯の南方に極めて低い低比抵抗帯が小規模に捕捉されている。すなわち物理探査結果もまた本地区の鉱化変質作用には二種類存在することを暗示している様である。

以上を総括すれば、ラ・ワカ鉱徴帯は斑岩銅鉱床型の鉱化変質作用により生成されたと言えよう。この考え方にたてば、モリブデンの地化探異常帯の分布は斑岩銅鉱化作用の外縁部を縁どっているともみることができ、BRGMにより実施されたボーリング調査は鉱化変質帯の西縁部を探ったにすぎないと言える。ペーニャ・ベルデ鉱徴帯は後述するヘワマルカ地区と同様、浅熱水性鉱化変質作用の特徴を有すると言える。

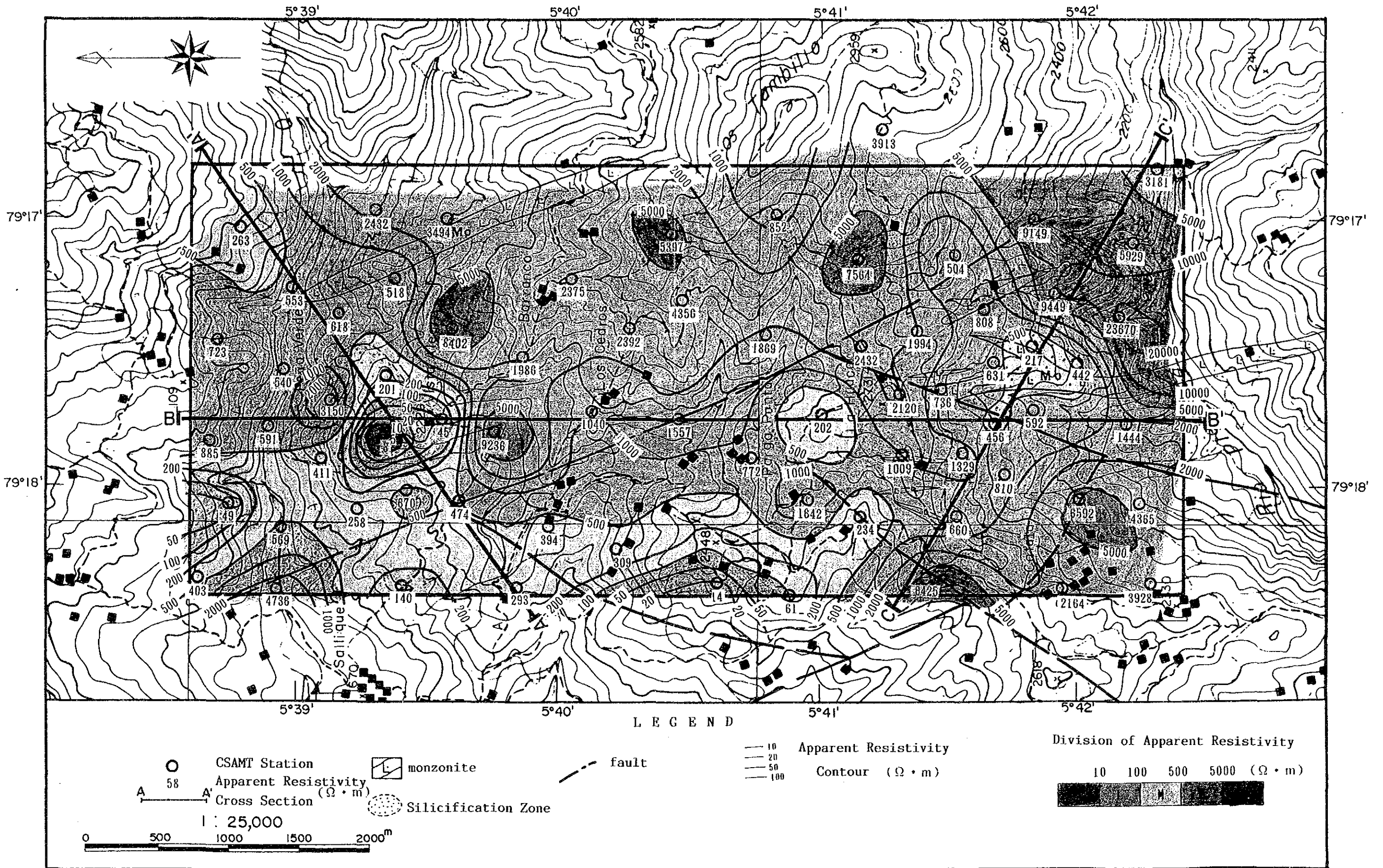


Fig.II-12 (1) Apparent Resistivity Map of The San Felipe Area (Frequency 4Hz)

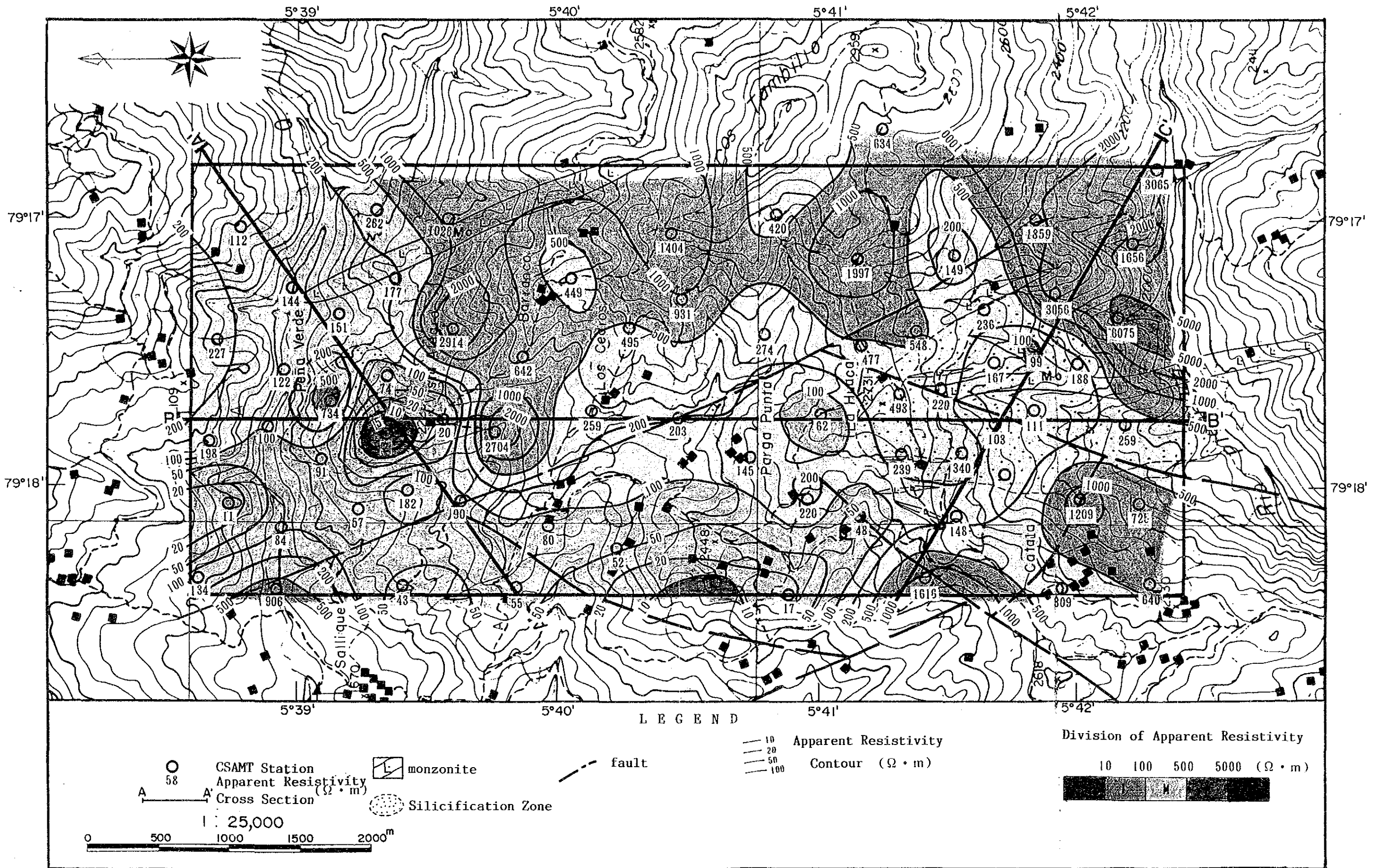


Fig.II-12 (2) Apparent Resistivity Map of The San Felipe Area (Frequency 64Hz)

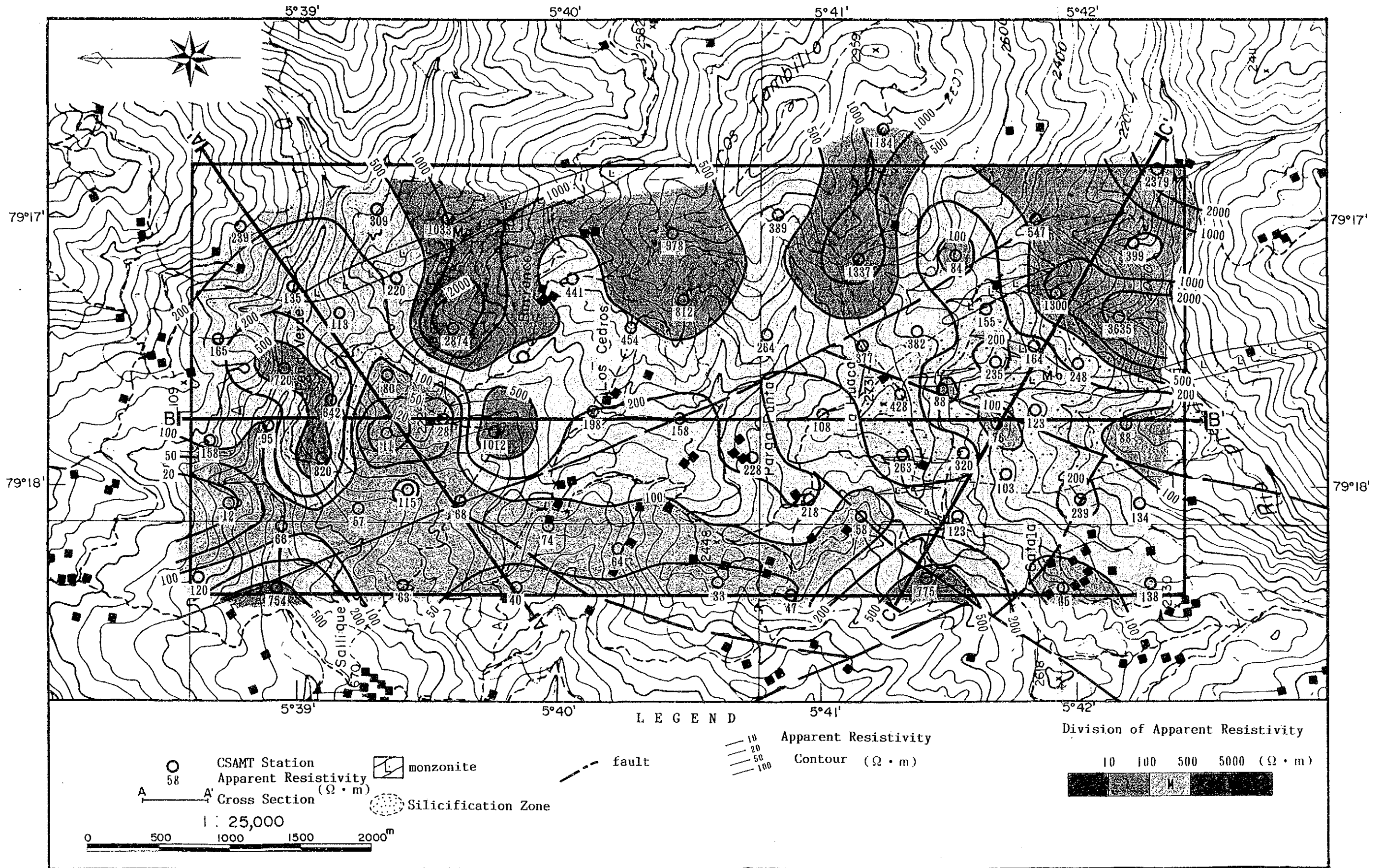


Fig.II-12 (3) Apparent Resistivity Map of The San Felipe Area (Frequency 1024Hz)

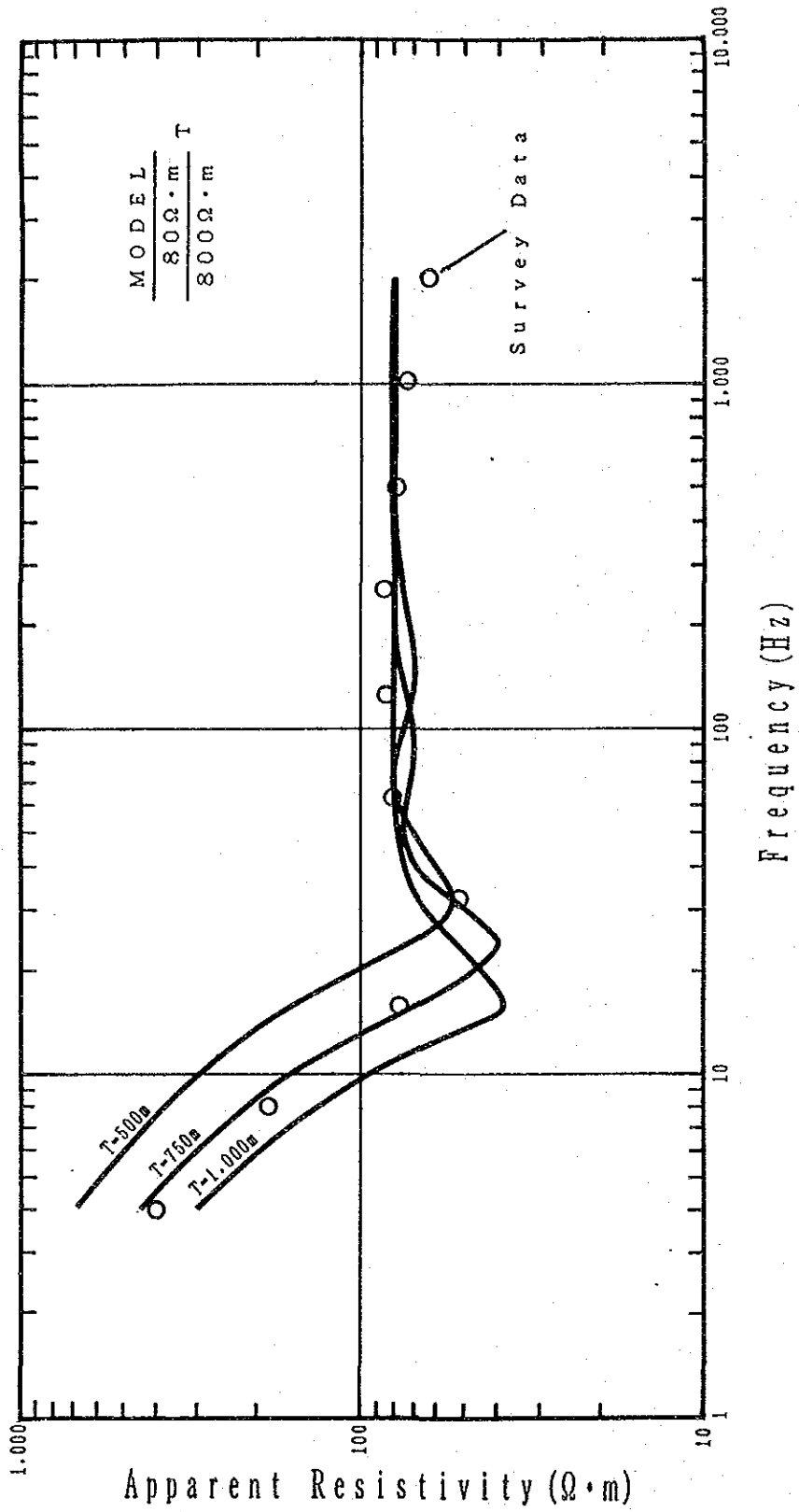
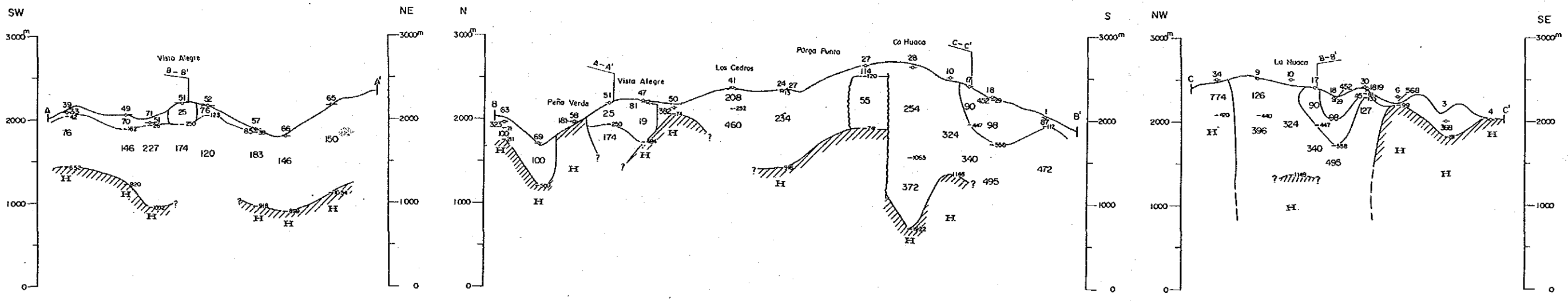
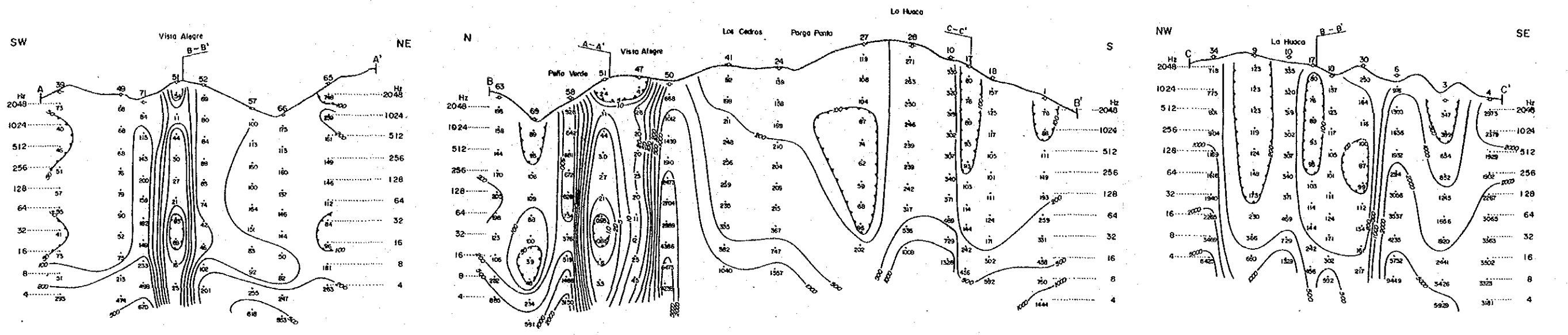


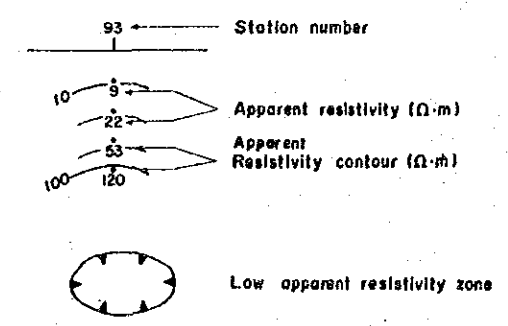
Fig.II-13

EM Modeling



LEGEND

Apparent Resistivity Pseudo-Section



Estimated Resistivity Structure

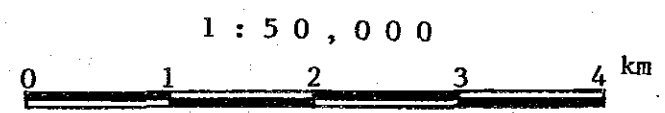
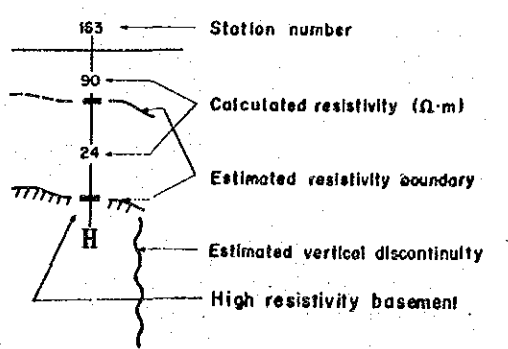


Fig.II-14 Apparent Resistivity Pseudo-Section with Estimated Resistivity Structure in The San Felipe Area

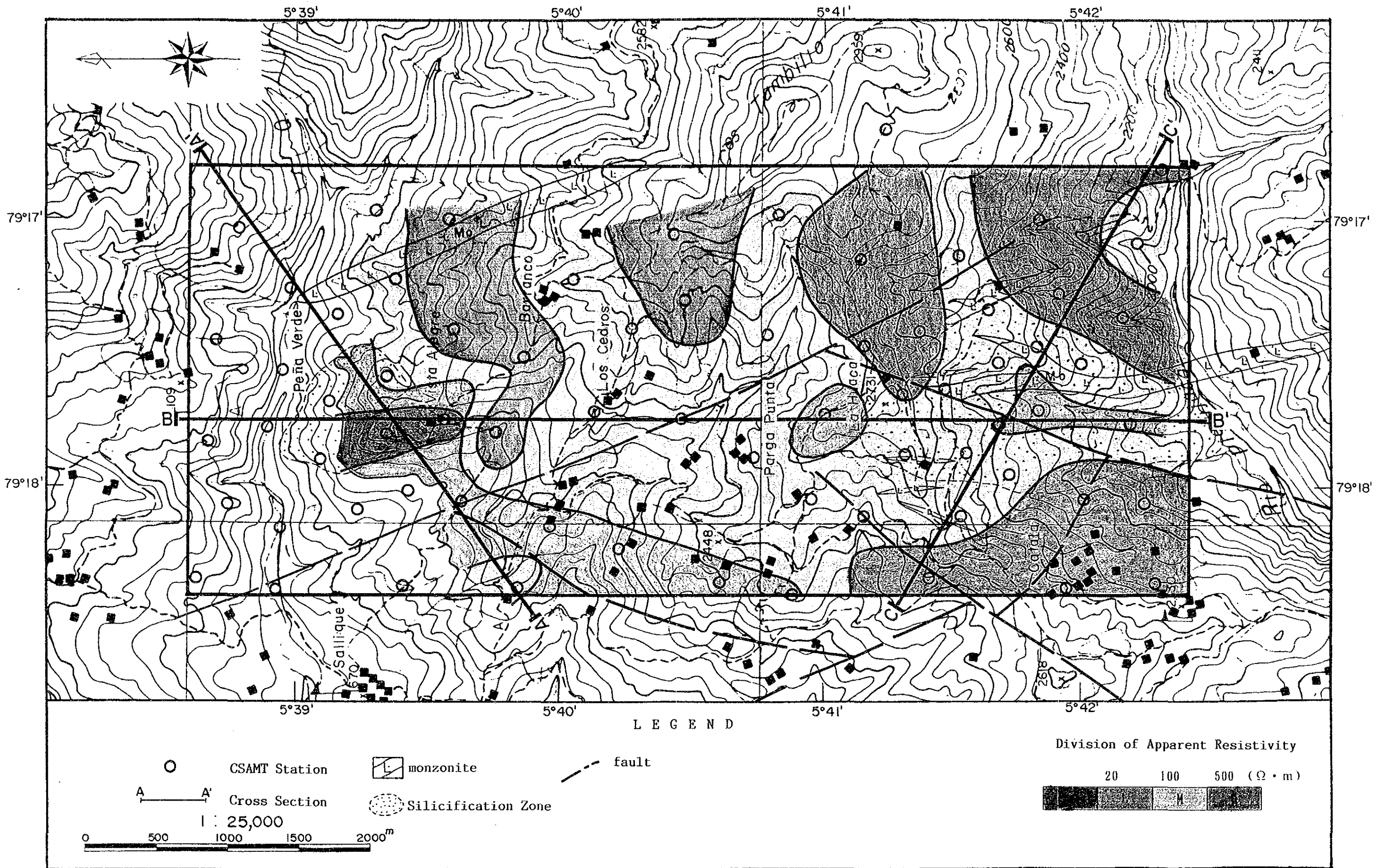


Fig.II-15 (1) Resistivity Structure Map of The San Felipe Area (+2,000m)

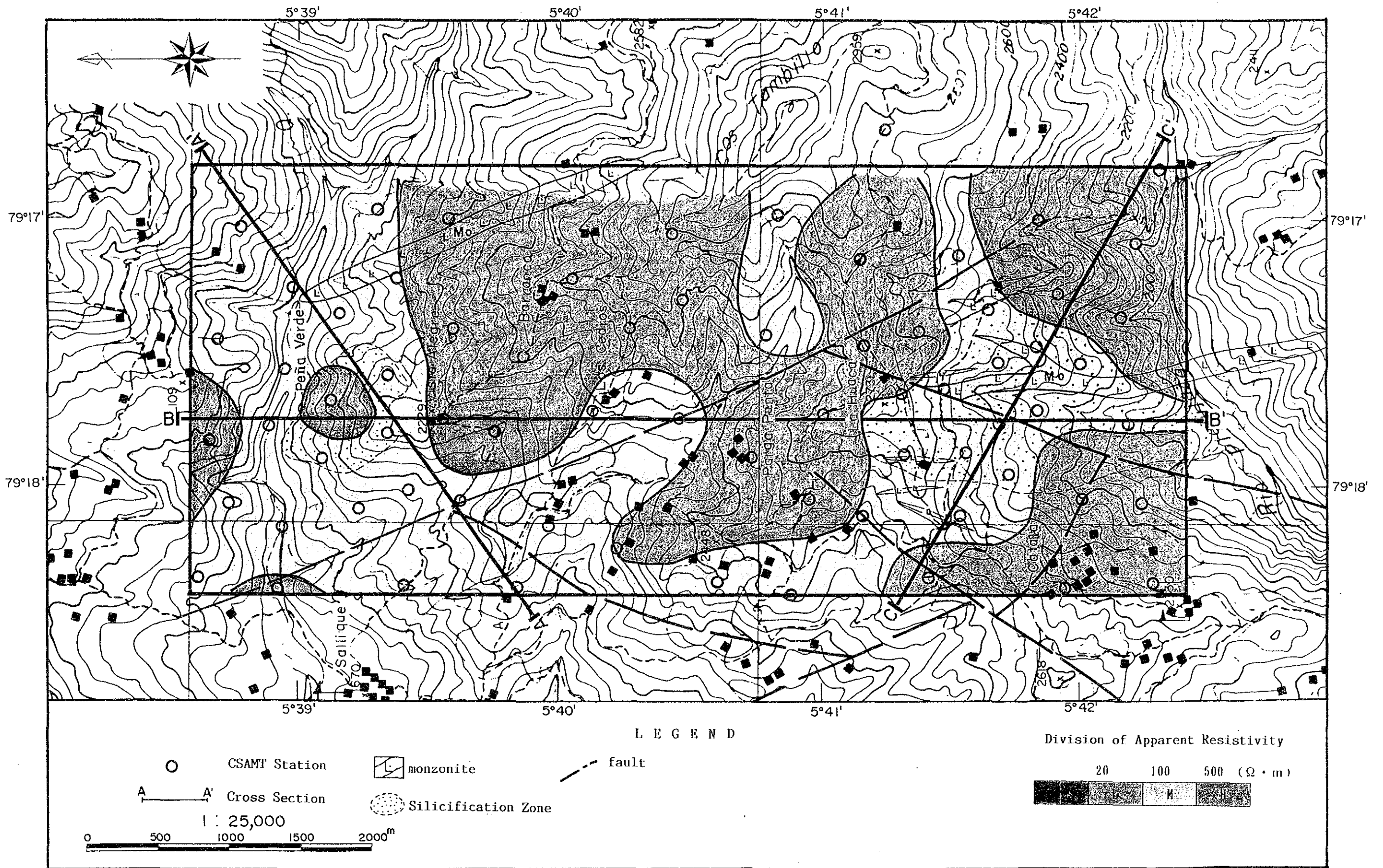


Fig.II-15 (2) Resistivity Structure Map of The San Felipe Area (+1,500m)

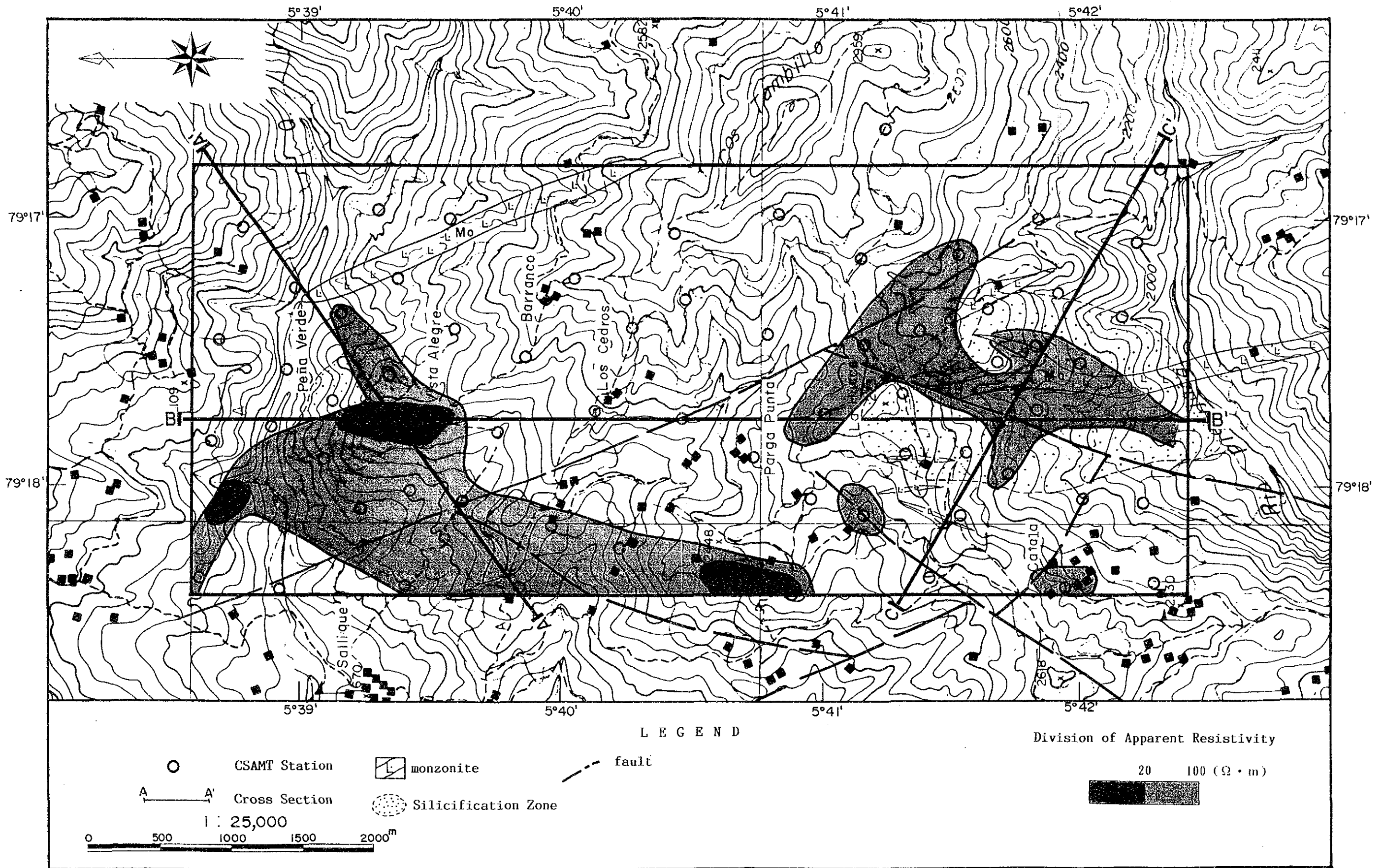


Fig.II-16 Low Resistivity Area Map of The San Felipe Area

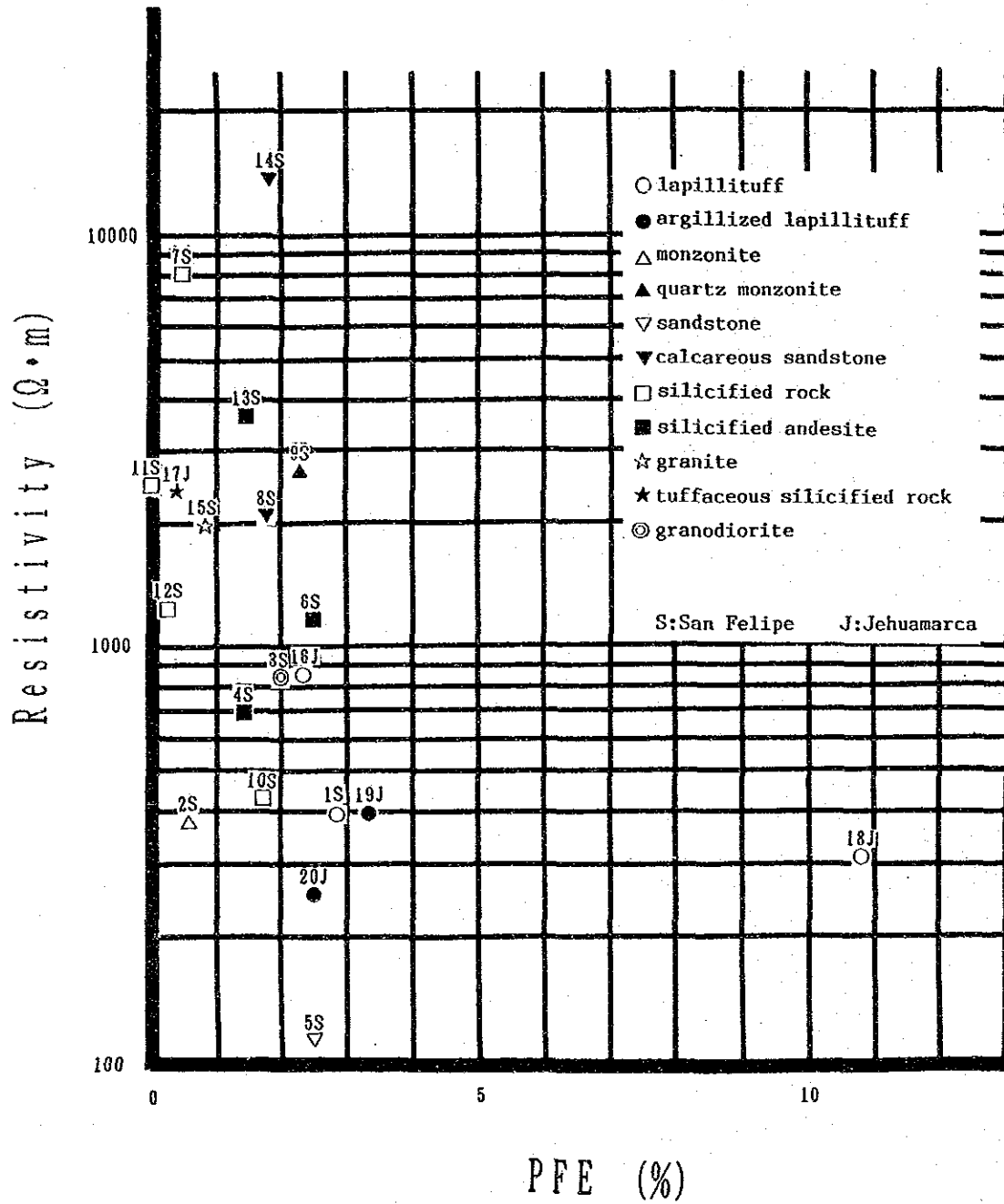


Fig.II-17

ρ -PFE Distribution of Rock Samples

第3章 チョントリ地区

3-1 調査目的及び方法

本地区は“チンチッペ総合計画”の一環として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分布域であるが、その後のフォロー調査は実施されていなかった。本年度調査は捕捉された地化学探査異常帯の源を探ることを目的として地質準精査が岩石地化学探査を併用して実施された。

調査基地は調査地区中央部に位置するチョントリ部落に設営した。調査地区中央部を縦断して本地区唯一の自動車道が存在するため前進キャンプは設定しなかった (Fig. I-1, Fig. I-2)。調査ルートは中央自動車道を基本ルートとし、これより馬道を主体に選定した。原生林地帯に対してはサンフェリッペ地区と同様伐採班を派遣した。調査班はカウンターパートにも調査ルートを分担してもらい5班編成とし、毎晩各調査ルートの地質概要を討論した上で、翌日の調査ルートを設定した。

地化探試料は地質鉱物冶金研究所による地化学探査異常帯の源を探るという目的に合わせ、比較的密に採取した。

3-2 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系のゴイアリスキスガ層群が分布し、これらを買き閃緑岩類が貫入しているとしている (Fig. I-3)。

オヨトゥン火山岩類は調査地区北部及び東部に分布する。本地区では北西-南東の一般走向を有し、南西へ緩く傾斜する単純な構造が相定されている。ゴイアリスキスガ層群は調査地域東部に、閃緑岩類は南西部に分布する。

3-3 調査結果

1) 地質調査

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 (Fig. II-18)。

結晶片岩及び千枚岩は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。

火山岩類は調査地区の中央部に北西—南東の伸長方向をもち分布する。岩質的には凝灰岩、凝灰角礫岩及び凝灰質頁岩を部分的に挟在するが、大部分は安山岩質溶岩より成る。凝灰岩質頁岩は、調査地区北西部及び南東部に出現するが、いずれも火山岩類の下部層に相当する。凝灰岩及び凝灰角礫岩は小規模であるがあらゆる層準に出現しており、層準対比の鍵とはなり得ない。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(Pl. 5)。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。安山岩の鏡結果(Apx. 1)は斜長石及び完全に変質した有色鉱物の斑晶を有する斑状組織を有し、また石基は大部分変質してはいるがインターグラニューラー組織が認められるので、比較的塩基性の安山岩であると判定される(試料番号 K12307)。

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ヤ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。

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ると前章にて記載したサン・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。鏡下(Apx. 1)では完晶質半自形粒状組織を呈し、斜長石、黒雲母、普通角閃石、石英、単斜輝石よ

り成る (試料番号 K12309) いわゆる石英閃緑岩から、斜長石、石英、カリ長石、黒雲母より成る (試料番号 H12405 B) いわゆる花崗閃緑岩までの変化が認められる。本岩体 (試料番号 K12309) の K/A r 法による絶対年代 (Apx. 4) は 119 ± 6 百万年の値を示しており、アプティアン (Aptian, 下部白亜系上部) の固結年代を与える。

花崗岩は調査地区西縁及び南西縁の 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。鏡下ではカリ長石、斜長石、石英、黒雲母及び普通角閃石より成る (試料番号 H12418) いわゆる石英モンゾニ岩である。本岩 (試料番号 H12418) の K/A r 法による絶対年代 (Apx. 4) は 106 ± 5 百万年 (アルビアン Albian, 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、調査地区のいたるところで巾数 m～200m, 延長数 10m～4 km 程度の規模の岩脈として出現する。鏡下 (Apx. 1) では完晶質斑状組織を示し、斜長石、石英及び変質鉱物としての方解石、絹雲母等より成り (試料番号 K12501) いわゆるモンゾニ斑岩といえる。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に小規模岩脈として出現する。鏡下 (Apx. 1) においては、完晶質等粒状～斑状組織を示し斑晶として斜長石、石英、カリ長石、石基として斜長石・石英及び変質鉱物として緑泥石、絹雲母及び時に斜方黝簾石を伴ういわゆる花崗斑岩 (試料番号 H12405A) 及びグラノファイヤー組織を有する文象斑岩 (試料番号 H12404) である。安山岩は調査地区全域に小規模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～南西の顕著なリニアメントが調査地区中央部及び南東部の 2ヶ所に抽出された。このうち南東部に抽出されたりニアメントはゴイアリススキスガ層群の珪岩層を明らかに転移 (垂直転移量約 500m) させており (Pl. 5), 更に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な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。

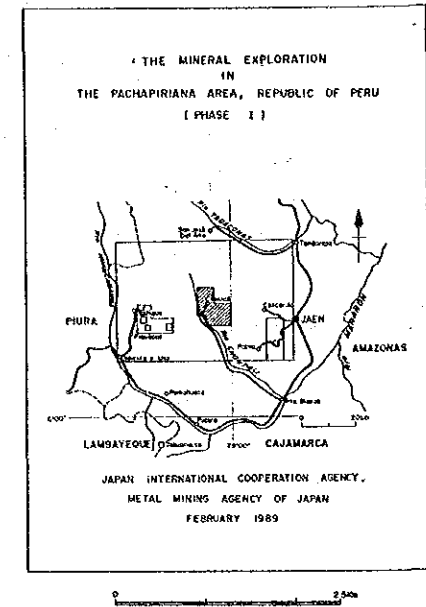
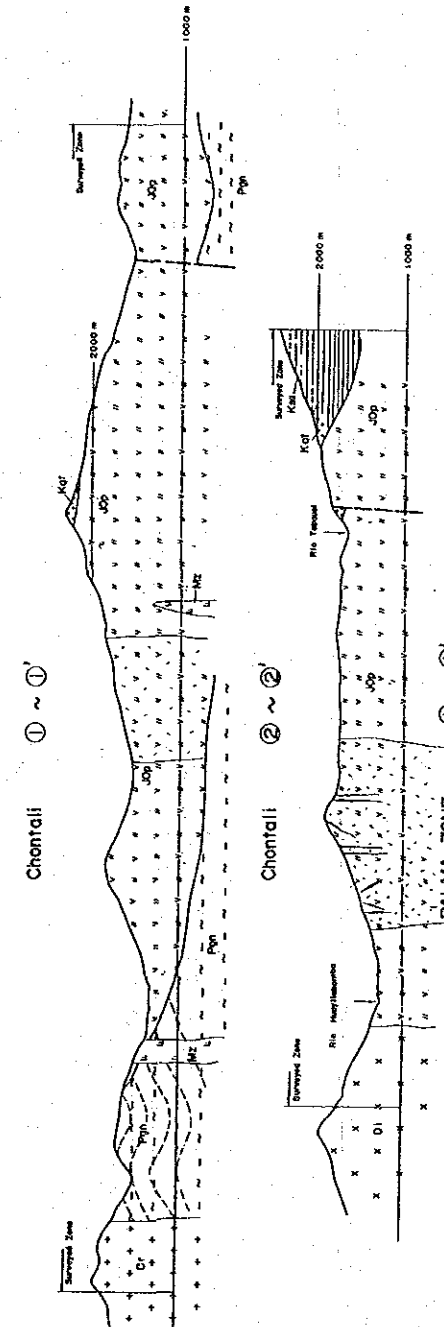
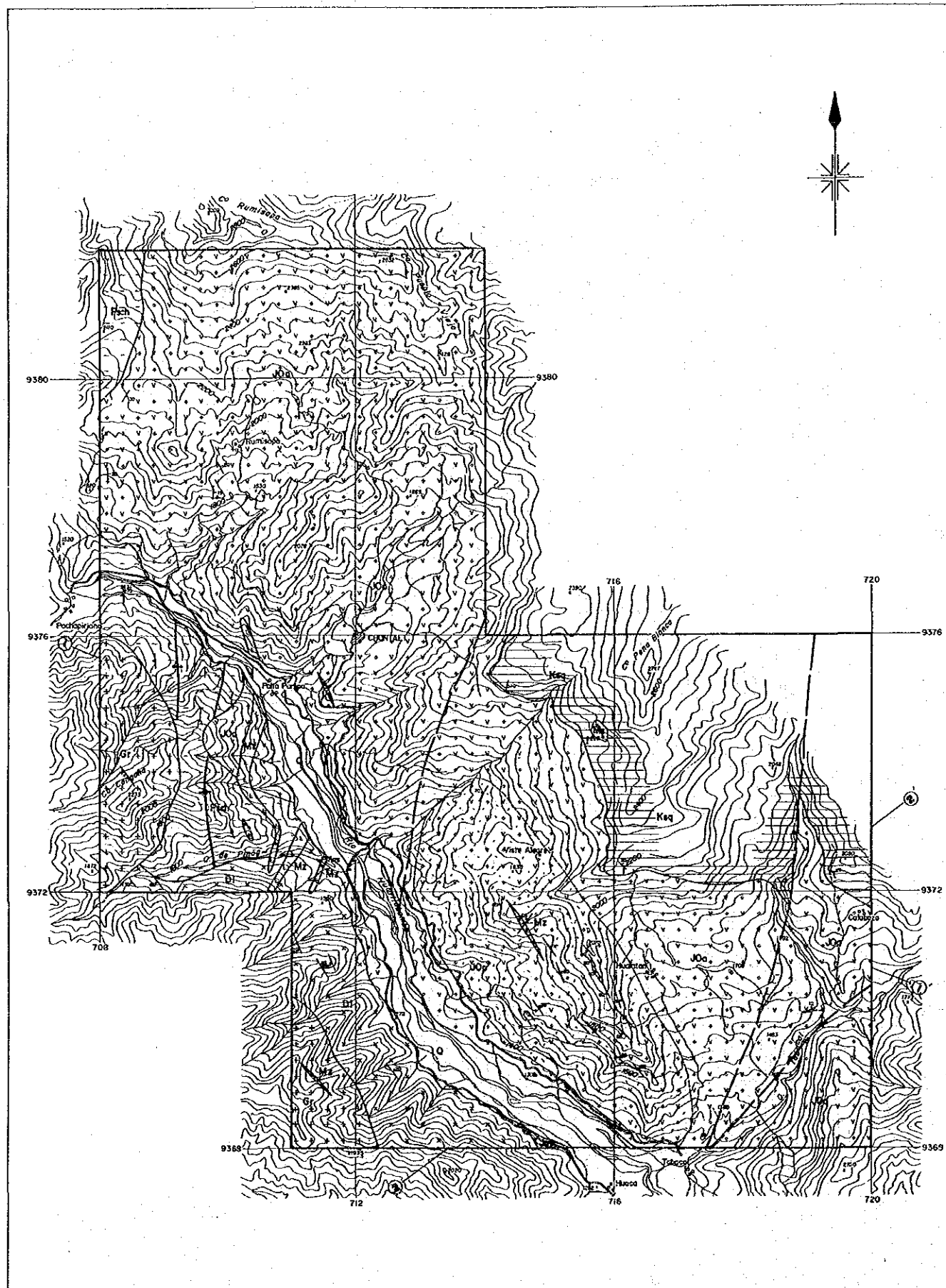
本地区における変質作用は前述リニアメントには含まれた、オヨトゥン火山岩類分布域に出現する。本変質帯は北西～南東方向の割れ目を中心に発達する熱水変質作用により生成されたと考えられ、北西～南東の伸長方向を有する。その規模は巾約 2 km, 延長約 6 km にも達する。北西～南東方向の割れ目は一般に小規模な珪化変質帯を伴うが時に石英脈を形成することもある。石英脈は最大巾 4 m, 延長約 300m に達することもあるが、平均的には巾 0.1～1 m, 延長数 10 m～100 m 程度で、出現頻度に区域により多少の差は

あるものの、変質帯全域に認められる。小規模な珪化変質帯（平均して巾1m以下）はその外側を珪化粘土化変質帯及び／又は粘土化変質帯により取りかこまれてはいるが、母岩が安山岩を主体としているため個々の変質帯を徹視的にみれば非常に小規模ということもできるが、これらの小規模変質帯が集合し前述の大規模変質帯分布域を形成している。なお、本変質帯は調査地区南東延長部にも分布することを確認しており、今後の調査によりその規模を確認する必要がある。珪化粘土化変質帯の変質鉱物はX線回折(Apx. 5)によれば石英、絹雲母、ハロイサイト、スメクタイト、絹雲母・スメクタイト混合層、カオリナイト等の熱水変質鉱物が認められた。また特徴的に針鉄鉱または赤鉄鉱を伴っており、硫化物の存在を暗示している。

2) 地化学探査

本地区は平均値でもって概観すれば(Table II-2)、他地区に比し亜鉛品位(253.18ppm)が比較的高いことで特徴付けられる。各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が、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。また各成分の地化学異常帯の分布は重複することが少ないことも本地区の特徴としてあげられる。

全域を概観すれば(Fig. II-19(1)(2))金、銀及びモリブデンの地化学異常は調査地区南部に集中し、鉛は中央部以南に、亜鉛及び銅はほぼ全域にわたり分布する。地質単元との対応についてみれば、金及び銀については変質岩分布域及びその近傍の閃緑岩～花崗閃緑岩分布域に分布するが、後者の場合、石英斑岩、石英脈あるいは小さな割れ目等の鉱液の通路となるものが常に確認されている。鉛については金及び銀異常帯の分布に比較的似てはいるが、金及び銀異常帯の外側を取囲む様な配置をなし、基盤岩である片岩中にも片理構造に調和的伸長方向を有する異常帯が抽出された。モリブデンについても銀異常帯を取囲む様な配置が認められるが、基盤岩中には異常帯を捕捉しておらず、ゴイアリスキスガ層群の珪岩・砂岩及び石灰岩中にも捕捉された。亜鉛については、全地質単元に広範に地化学異常が分布しており、特に基盤岩中に比較的高い異常値が分布するのが注目される。銅もほぼ全域に分布するがゴイアリスキスガ層群中では異常値は見出し得ないし、また基盤岩中の分布も少なく、オヨトゥン火山岩類及び貫入岩分布域に卓越する。



THE MINERAL EXPLORATION
IN
THE PACHAPIRIANA AREA, REPUBLIC OF PERU
(PHASE I)

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY,
METAL MINING AGENCY OF JAPAN
FEBRUARY 1989

LEGEND

Quaternary	Alluvium	□	Gravel, Sand
	Playachos F.	□	Sandstone, Limestone
	Chico F.	□	Shale
	Late F.	□	Quartzite
	Geopline	□	Fluorite G.F.
Jurassic	Triassic	□	Andesite, Andesitic Pyroclastics
		□	Shale, Sandstone
Shales	Slate	□	Phyllosilicate, Sphal
	Quartzites	□	
	Others	□	
Intrusives		□	Muscovite, Tantalite
		□	Granite
		□	Diorite, Gneiss
Others		□	Quartz Vein
		□	Fault
		□	Structural Axis
		□	Structural Axis
		□	Subsidence
		□	Subsidence
		□	Altered zone

Fig.II-18

Geological Map and Profiles of The Chontali Area

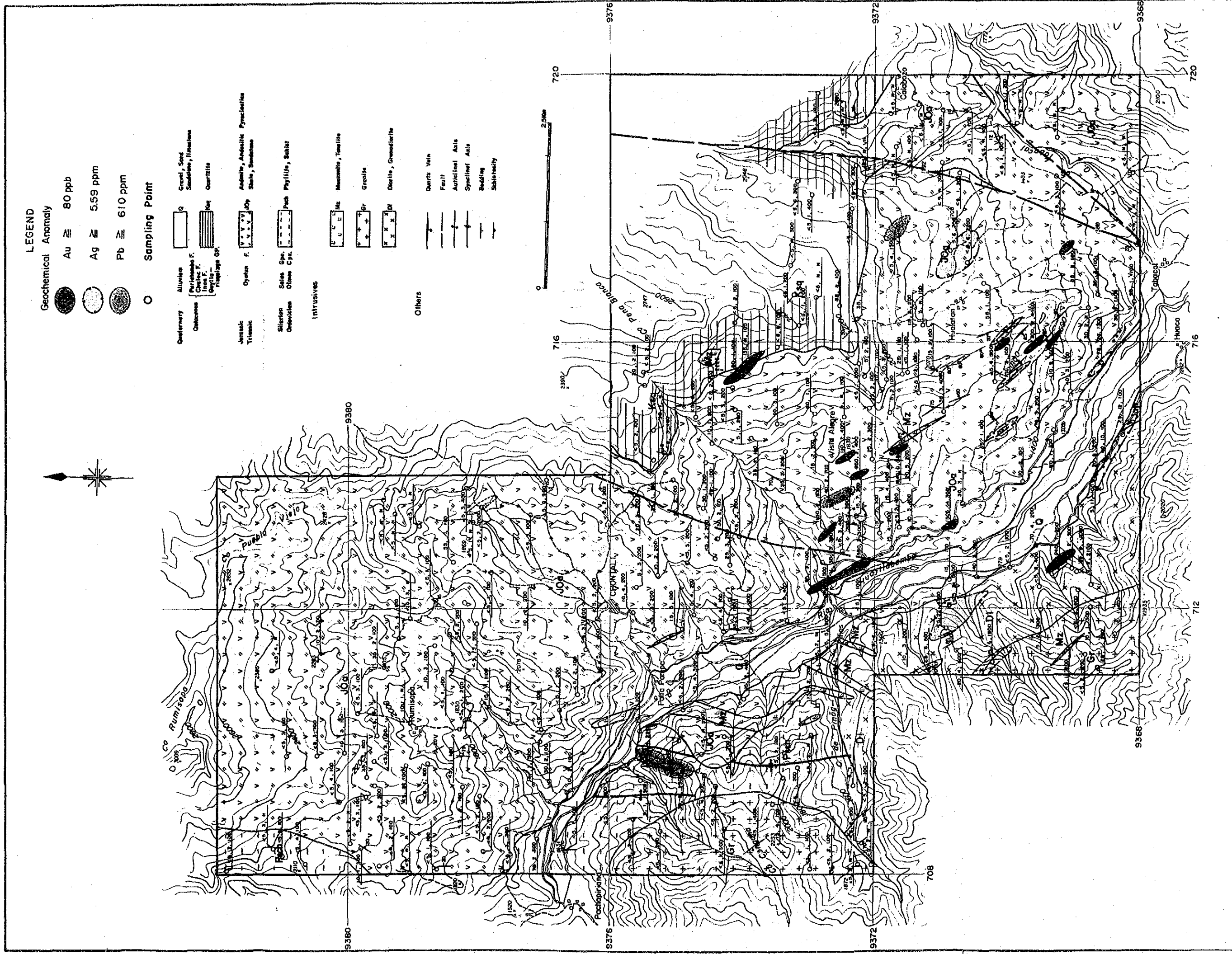


Fig.II-19 (1) Geochemical Map of The Chontali Area (Au, Ag and Pb)

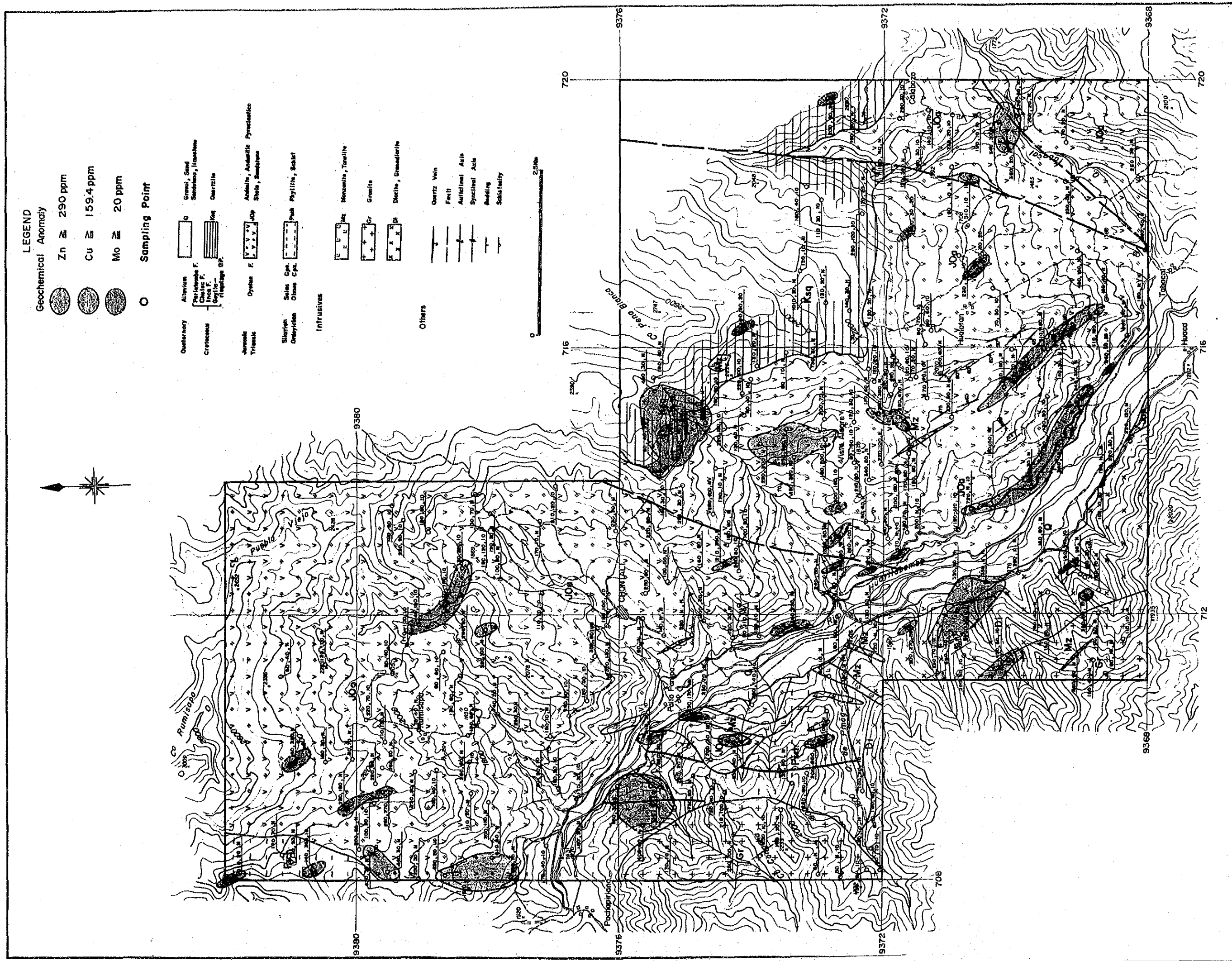


Fig.II-19 (2) Geochemical Map of The Chontali Area (Zn, Cu and Mo)

3-4 鉍石分析結果

本調査地区の変質帯中に胚胎される石英脈のうち硫化物起源と思われる褐鉄鉍又は針鉄鉍の認められた17試料及び変質岩中に黄鉄鉍の鉍染の認められる2試料につき鉍石試料として化学分析を実施した。分析結果はApx. 8に示す。石英脈試料の算術平均品位(17試料)は金 1.37g/t, 銀 7.4g/t, 鉛 358.8ppm, 亜鉛 201.8ppm, 銅 65.3ppm及びモリブデン4.1ppm, 変質岩の算術平均品位(2試料)は金 0.20g/t, 銀 12.5g/t, 鉛未検出, 亜鉛 210ppm, 銅 60ppm及びモリブデン 5ppm であり, 金銀鉍化作用に卓越するという特徴を有する。特に金については最大10.3g/t という品位を与えており金鉍床賦存の可能性の極めて高い地区であるといえる。

3-5 考 察

本調査地区はサラス層群の片岩類を基盤とし, オヨトゥン火山岩類及びゴイアリスキスガ層群の堆積岩類及びこれらを一貫貫入岩類より成るが, 地質構造の擾乱は比較的少なく, 写真解析により北東-南西方向のリニアメントが僅か2本抽出されたのみである。しかしながら抽出されたリニアメントには含まれた区域は珪化及び粘土化変質が卓越し, かつその変質帯中には多数の石英脈が捕捉された。変質帯は大局的には石英脈の一般走向である北西-南東の伸長方向を有しており, かつ微視的には, 石英脈に密接して生じていることより石英脈の形成に伴い粘土化及び/又は珪化変質作用が招来されたと言えよう。

一方, 石英脈中の鉍化作用は金銀鉍化作用により特徴付けられ, かつ地表露頭にて鉍石品位に達する試料も捕捉されており, 浅熱水型金銀鉍脈鉍床賦存の可能性の極めて高い地区であるといえる。

第4章 パルマ地区

4-1 調査目的及び方法

本調査は“チンチッベ総合計画”の一環として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分布域であるが、その後のフォロー調査は実施されていなかった。本年度調査は捕捉された地化学異常帯の源を探り、地質鉱床学的位置付けを明確とし、鉱床賦存の可能性を評価することを目的として地質準精査が、また具体的鉱徴を把握するために地質精査が実施された。

調査基地は調査地域東縁、調査地区東方に位置するハエン市に設営した (Fig. I-1, Fig. I-2)。本地区は国立地理研究所の1/25,000地形図空白帯を包含している。この様な区域は準精査対象範囲であってもクリノメーターあるいはクリノコンパス及び間縄を利用し調査ルートを実測しながら調査を実施した。調査班はチョンタリ地区と同様5班編成とし、各々の調査ルートは毎晩の討論により設定した。

地化探試料はチョンタリ地区同様比較的密に採取した。

4-2 地 質

本調査地区はDavila et al (地質鉱物冶金研究所, 未公開) によると、サーニヤ(Zana)層群を基盤とし、これを不整合に覆いゴイアリスキスガ層群、インカ累層及びチュレック累層が分布し、これらを買入岩が貫くとしている (Fig. I-3)。

サーニヤ層群は調査地区東部にほぼ南北の伸長方向をもち分布する。本層群は上部三畳系上部より下部ジュラ系にかけての石灰質岩及び安山岩質火山岩類であり、オヨトゥン火山岩類の下位層であるとされている。ゴイアリスキスガ層群よりチュレック累層までの白亜系は調査地区南東部縁に出現する。

貫入岩類はトナル岩～花崗閃緑岩で調査地区西部域にほぼ南北の伸長方向を有し貫入する。

4-3 調査結果

1) 地質調査

本調査地区は火山礫凝灰岩を主体とする火山岩類、頁岩を挟在する珪岩～珪質砂岩～アルコーズ質砂岩、砂岩頁岩互層及びこれらを買く貫入岩類より成る (Fig. II-20)。

火山岩類は調査地区のほぼ全域に広く分布する。全体としては火山礫凝灰岩を主体とするが、北部域では火山角礫岩を挟在する安山岩～石英安山岩、南部域では円礫化した同源礫及び異質礫を随伴する凝灰角礫岩が卓越する。特に南部域においては凝灰質頁岩

の薄層を数層挟在しており、北部と南部では堆積環境が相当異なっていたと推定される。また本火山岩類には暗赤紫色を呈する集塊岩薄層が数層ほぼ全域に認められており、あるいは本調査地区の層準対比のための鍵層として本薄層を利用することができるかもしれない。更に石灰岩薄層あるいは石灰岩転石帯が調査地区中央部をほぼ南北に縦断して分布しており、これも鍵層として利用できる可能性がある。これらの火山岩類の堆積時代は化石の産出なく直接的には決定できないが岩相及び第三紀初期の花崗岩類に貫かれることよりオヨトゥン火山岩類に相当するものと考えられる。しかしながら本火山岩類の挟みであるとしたソナンガ・アルタ (Zonanga Alta) 部落近辺に分布する偽層の発達した珪岩層は、その岩相よりゴイアス層群に対比することも可能であるが、その場合火山岩類が上位に位置することとなり、かつ上限は前述花崗岩の貫入時期で規制されるため、本火山岩類はプリーカーナ累層の火山岩類に対比される事となる。

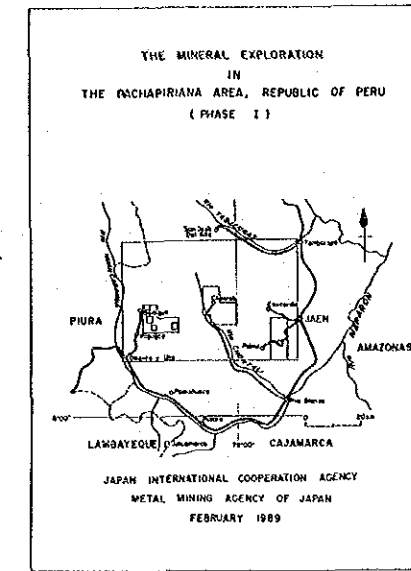
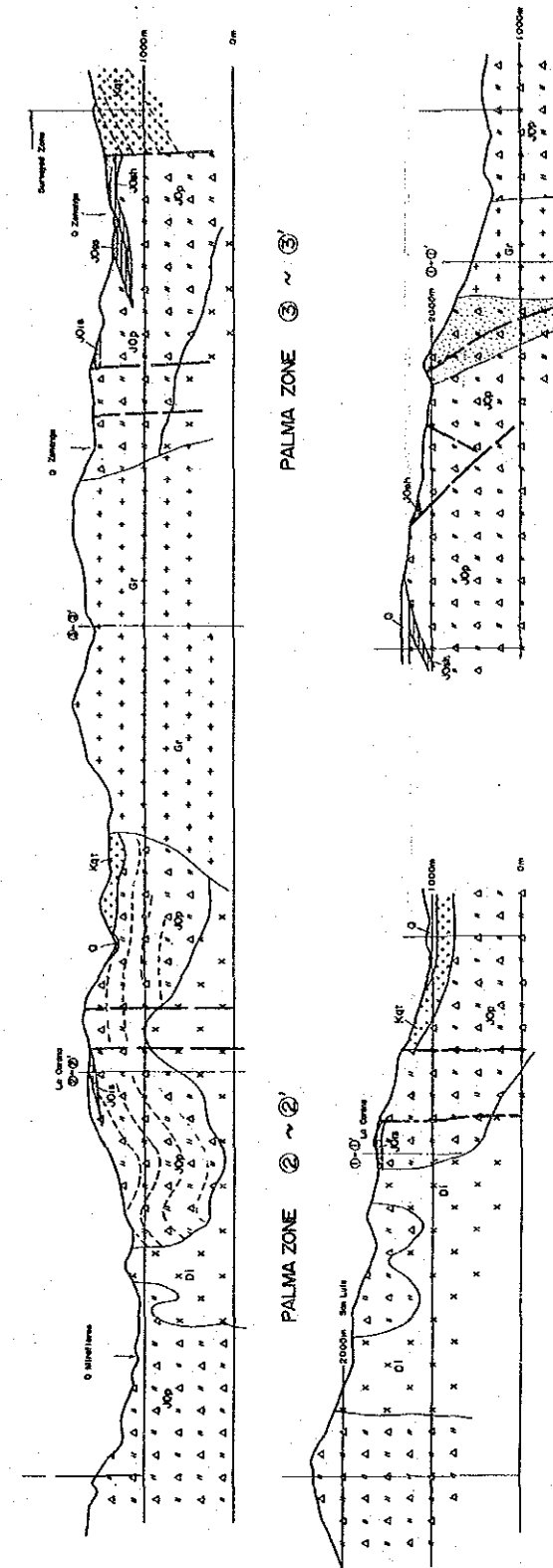
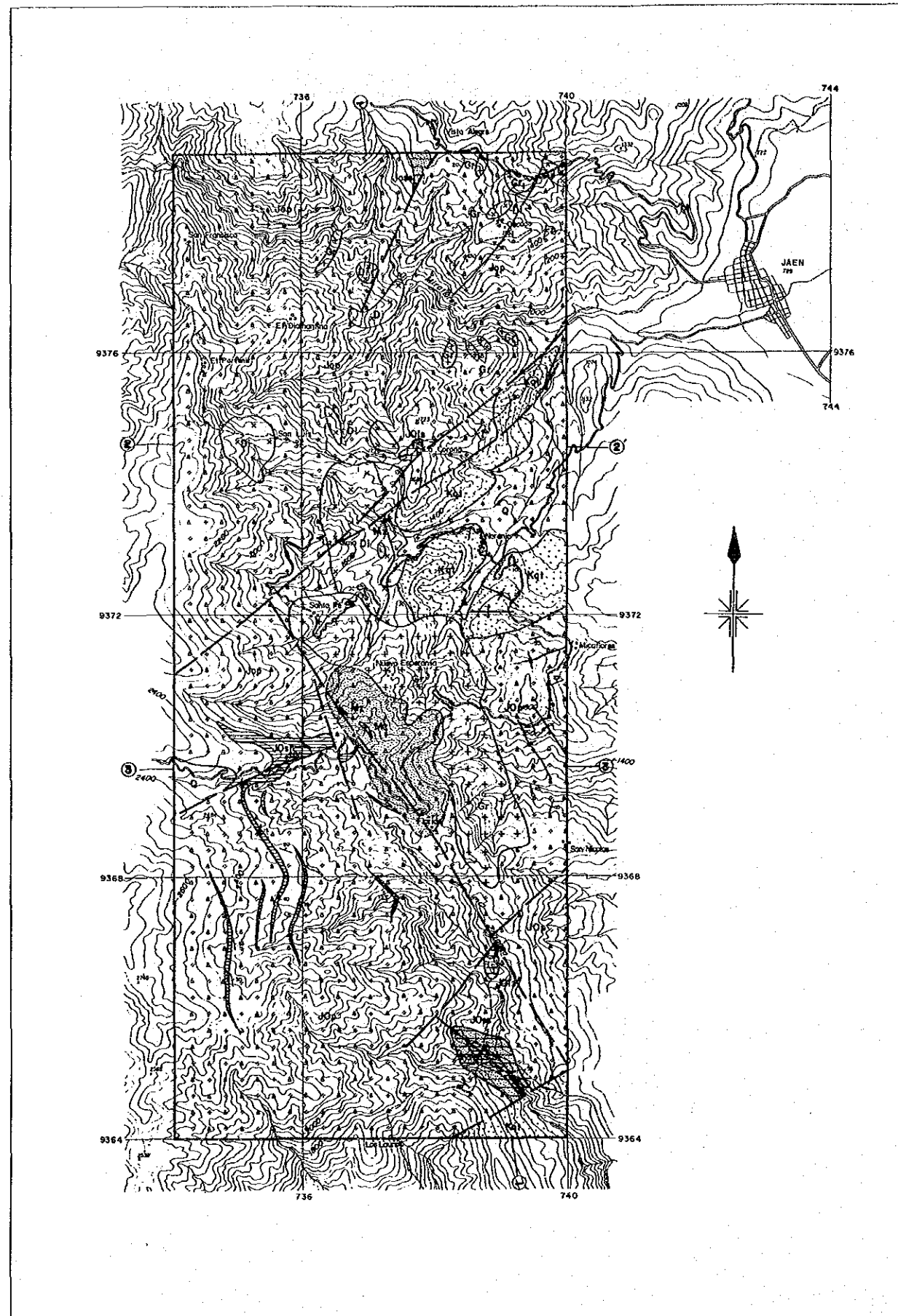
堆積岩類は調査地区中央部東縁及び南東部縁に分布する。中央部東縁に分布する堆積岩類は下位層であるオヨトゥン火山岩類を整合的に覆って出現する。最下底は偽層の発達する珪岩であるが、上部に向い頁岩の薄層を挟在する珪質砂岩～アルコーズ質砂岩へと変化する。ナランハ (Naranja) 部落西方域に分布する本岩は脆弱で、一見珪砂状を呈する。南東縁に出現する堆積岩類はオヨトゥン火山岩類とは断層にて接する。岩相は砂岩頁岩の互層であり、調査地区中央部東縁に分布する堆積岩類とは大いに異なる。更に構造的にも中央部東縁の堆積岩類はオヨトゥン火山岩類と共に比較的短い波長で褶曲するのに反し、南東縁の堆積岩類は北西-南東の一般走向を有し北東に緩く傾斜する単斜構造を呈する。従って両堆積岩類はあるいは堆積時代を異にするのかもしれないが、本年度調査では決定し得なかったので同一地質単位としておく。本層の堆積年代は化石の産出がなく直接的に決定することはできないが、下位層であるオヨトゥン火山岩類と整合的な関係にあること及び第三紀初期の花崗岩に貫かれることよりゴイアリスクスガ層群に対比されるものと考えられる。もし下位層を前述のプリーカーナ累層に対比した場合本層は白亜紀末から第三紀始の堆積物であることになり、本地域では未確認の新たな地質単位を設定する必要があるが、現時点では前述の火山岩類をプリーカーナ累層に対比することは合理的でないと結論されよう。

貫入岩類は調査地区中央部に比較的大きく、北部域に小岩体が分布する。岩質的には他の準精査地区と同様閃緑岩～花崗閃緑岩、花崗岩、モンゾニ岩、石英斑岩～花崗斑岩及び安山岩より成る。閃緑岩～花崗閃緑岩は他地区に比し非常に小規模であり調査地区中央部北寄りに分布する最大の岩体でも1 km×2.5 kmの大きさを有するのみである。更に他地区との顕著な相異は概して細粒でありかつ岩体周辺部及び時には岩体自体が熱水

変質をうけ黄鉄鉱を鉱染する場合が非常に多いことである。変質した小岩体より採取した鉱石試料 (V20804, Apx. 8) の分析結果は Au 0.75g/l を示し、熱水期の金鉱化作用の存在を暗示する。花崗岩は閃緑岩～花崗閃緑岩を貫き分布する。本地区の花崗岩の肉眼的特徴は桃色のカリ長石を多量に含み全体として桃色を呈すること及び北部域の群小花崗岩体は安山岩及び安山岩質凝灰角礫岩の捕獲岩を多量に含むことである。鏡下 (Apx. 1) では斜長石、石英、カリ長石、普通角閃石、黒雲母より成り (試料番号 M20603) いわゆる花崗岩 (アダメロ岩) から、カリ長石、斜長石、石英、黒雲母より成る (試料番号 H20303) いわゆる閃長岩までの変化がある。調査地区中央部に位置する本地区最大の花崗岩体より採取した試料 (M20603) の K/A r 法による絶対年代 (Apx. 4) は 47.6 ± 2.4 百万年 (始新世) を示すが変質鉱物として絹雲母の生成が顕著に認められ、若干若い年代を示している可能性がある。モンゾニ岩は前述の貫入岩類を貫き調査地区中央部以北に分布する。ソナング精査区域北縁に分布する本岩 (試料番号 K21201) の検鏡結果 (Apx. 1) からは、斜長石、カリ長石、石英の組合せより成り花崗岩 (アダメロ岩) に分類し得る。石英斑岩～花崗斑岩もまた調査地区中央部以北において小規模岩脈として既述の全ての地質単元を切って出現する。一般に母岩に熱水変質作用及び/又は接触交代作用を与える特徴を有する。安山岩は全調査地区に普遍的に小規模岩脈として認められる。岩相は各岩体により非常に変化しかつ変質の度合にも相当の差異があることより貫入時期にも相当の幅があるものと推定される。

本調査地区の断層裂罅系は北東-南西系及び北西-南東系の二系統の組合せより成る。北東-南西系裂罅は本地区の主要構造線であり、地層の大幅な転移を生じさせている。これらの転移を引き起した断層系を直接確認できたのは調査地区南東縁に捕捉されたもののみであるが、写真判読の結果、いずれも急傾斜で右横ズレ断層であろうと推定される。北西-南東方向の裂罅系は調査地区南部域においてみられる。本裂罅系より派生したと考えられる北北西-南南東方向の断層も右横ズレ断層であり、北西-南東系の断層群も前者と同様右横ズレ断層であろうと推定される。

本調査地区における鉱化作用に関係すると思われる変質作用は大別して二区域にあらわれる。一つはミラフローレス川南岸域であり、他の一つはソナング川上流の東岸域である。ミラフローレス川南岸域は、花崗岩及び石英斑岩～花崗斑岩と母岩であるオヨトゥン火山岩類との接触部に生成した緑泥石・緑簾石スカルン帯である。本スカルンは緻密堅硬で肉眼的には何らの鉱石鉱物も見出されない。鉱石分析結果 (試料番号 M20703) も亜鉛を除き地化学異常のしきい値以下である (Apx. 8)。規模も幅10数cm～数m、延長数m～数10m程度と比較的小規模である。ソナング東岸域は花崗岩と北西-南東系断層



LEGEND

Quaternary Alluvium	Q	Gravel, Sand
Cretaceous	F	Qtz Quartzite, Sandstone
	Sh	Shale
Jurassic	Op	Opal Sandstone
	Li	Limestone
	Ap	Andesite, Tuff, Tuffbreccia
Intrusives	Mt	Monzonite, Tonalite
	Gr	Gneiss
	Di	Diorite, Granodiorite
Others	Sz	Silicified Zone
	F	Fault
	As	Anticline Axis
	Ss	Syncline Axis
	B	Bedding

Fig.II-20

Geological Map and Profiles of The Palma Area

に挟まれた区域を中心に広がるオヨトゥン火山岩類中の熱水変質帯である。変質作用は、比較的強くまた広範に及んでおり珪化帯及び珪化粘土化帯を包含する幅1.5km(北東-南西)延長3km(北西-北東)の規模を有する。変質鉱物は石英、絹雲母、緑泥石、ハロイサイト、スメクタイトがX線回折(Apx. 5)により認められた。本熱水変質帯はソナング区域として地質精査を実施し緑色銅鉱の示徴を前述断層帯及び珪化変質帯にて捕捉した。

2) 地化学探査

本調査地区における地化学探査結果を平均値にて他地区と比較すれば(Table II-2), モリブデン(11.02ppm)品位が高いという特徴を有する。他の成分は、いずれも非常に低い値を示す。各成分の地化学異常値あるいは地化学異常帯の分布をみれば(Fig. II-21 (1)(2)), 金異常は北部域に比較的まとまる。銀及び鉛異常帯は小規模、散点的でありまとまりが非常に悪い。亜鉛については広範囲に分布するが連続性が悪い。銅については小規模であるが比較的よくまとまる。モリブデンについては広範に分布すると共に連続性も比較的よい。

これらの地化学異常値あるいは地化学異常帯の分布を地質単元に対応させてみれば、モリブデンを除き、他の成分は全てオヨトゥン火山岩類及び貫入岩分布域に分布する。モリブデンは、ゴイアリスキスガ層群中にも分布するが、近傍に北西-南東の方向の小さな裂隙が認められており、この裂隙の影響によるものと解釈できる。金については変質の項で若干記述した様に北部域に主として貫入する閃緑岩質岩近辺にまとまる傾向がある。

各成分の地化学異常帯の関係は非常に不規則であるが、ソナング精査区域及びその近傍においては、小規模な金及び鉛異常帯を中心としてそれに重複し銅及びモリブデン異常帯が比較的まとまって分布し、更にそのまわりをとり囲む様に小規模な亜鉛異常帯が分布するという帯状分布が認められる。またこれらの地化学異常は確認された裂隙の伸張方向である北西-南東方向のみでなく、北東-南西方向の伸張も認められ、変質作用により膠着された裂隙系の存在を暗示する。一方、スカルン分布域として抽出されたミラフローレス川南岸区域においては何らの地化探異常帯も認められず、変質の項でも記した様に未鉱化スカルン帯であると結論される。

4-4 考 察

本調査地区はオヨトゥン火山岩類を基盤とし、ゴイアリスキスガ層群がこれを覆いこれら
を貫いて群小貫入岩類が分布する。オヨトゥン火山岩類中には珪化及び粘土化変質を伴う変
質帯がソナンガ区域にて巾 1.5km, 延長 3km にわたり確認され, その変質帯に重複して, 鉛
銅及びモリブデンの地化学異常帯が捕捉され, 更にこれらの地化学異常帯をとり囲むように
小規模亜鉛異常帯が分布するという帯状分布も確認された。これらの示徴は斑岩銅鉱床型の
鉱化変質の存在を暗示しているものと考えられる。

一方, スカルン分布域においては何らの地化学異常も捕捉できず, スカルン鉱床賦存の可
能性は極めて乏しいと結論されよう。

またオヨトゥン火山岩類分布域に広範に分布する小規模なモリブデン地化学異常は小規模
な変質帯の位置とよく一致しており, 潜在する貫入岩の存在位置を暗示している可能性があ
る。更に閃緑岩類は金鉱化作用を伴う可能性も示唆されている。

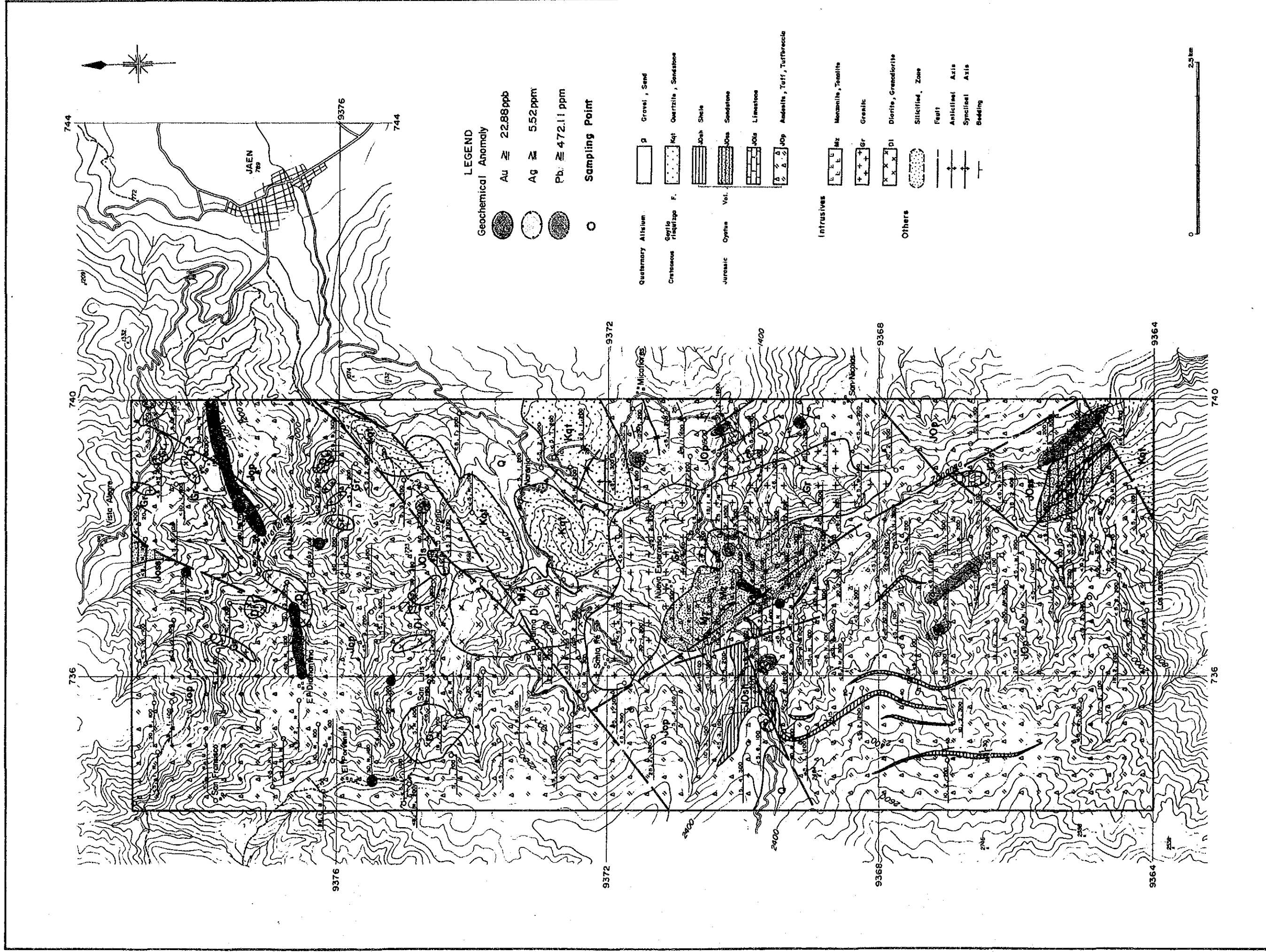


Fig.II-21 (1) Geochemical Map of The Palma Area (Au, Ag and Pb)

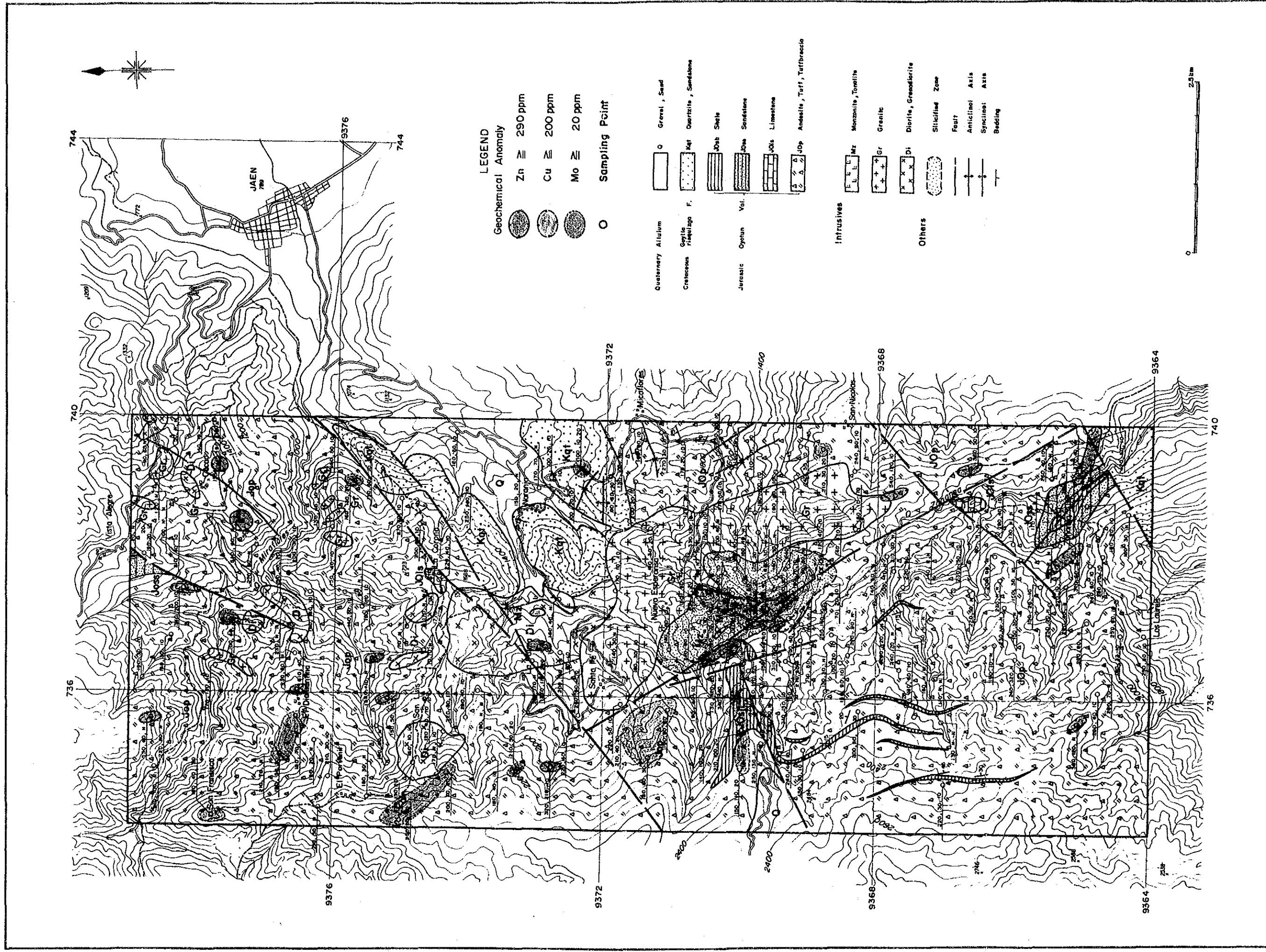


Fig. II-21 (2) Geochemical Map of The Palma Area (Zn, Cu and Mo)

第5章 ヘワマルカ地区

5-1 地質・地化探調査

5-1-1 調査目的及び方法

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ある。地質鉱物冶金研究所では1/2500の地質精査まで調査を進めていたが、その後のフォロー調査は実施されていない。本年度調査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が実施された。

調査基地は、調査地区中央部に位置する地質鉱物冶金研究所が建設した簡易キャンプにテントを併用して設営した (Fig. I-1, Fig. I-2)。更に、補給キャンプを調査地区北方に位置するプカラ (Pucara) 町に設定した。調査ルートは標高 3,000m以上の高地が大部分を占めるため植生がほとんどなく露岩を目指し適宜設定したが、低地では人跡未踏の地であるため原生林が繁茂し、伐採班の投入により確保した。

地化探試料は地質鉱物冶金研究所調査の再評価を目的としているため、他調査地区に比し大幅にその箇所を増した。特に中央部に分布する珪化粘土化変質帯に対し集中的に採取した。

5-1-2 地 質

本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、その上に不整合にてボルクーヤ火山岩類が分布する (Wilson, 1984) (Fig. I-3)。

調査地区はボルクーヤ火山岩類に属する溶岩、凝灰角礫岩及び凝灰岩より成り、これらを流紋岩～石英安山岩、安山岩及び角礫質石英安山岩等が貫く。更に、珪化角礫岩及び貫入角礫岩が分布するが、これらはいずれも北東-南西の方向性を有して配列しており、構造運動に伴う貫入岩体と解される。鉱化作用は鉱脈型と鉱染型が認められ、鉱脈型鉱徴はほぼ南北の方向性を有し東方に傾斜する含金石英脈であり、鉱染型は銅・亜鉛・鉛・銀等を伴う多金属鉱化作用で、裂罅又は／及び割れ目充填型鉱化作用を随伴する。鉱染型鉱化作用は主として角礫岩及び凝灰角礫岩中に生成し、凝灰岩の中では弱くなる。

5-1-3 調査結果

1) 地質精査

本調査地区は安山岩質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いわゆる火山碎屑岩類分布地

区である (Fig. II-22)。これらの火山砕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単斜構造を呈する。堆積時代を決定する確たる証拠はないが、調査地区下方の山麓に分布するオヨトゥン火山岩類及びその上位の中生界を不整合に覆うことより第三紀火山岩類に分類され、かつ岩相対比によりポルク-ヤ火山岩類に対比されるものと考えられる。貫入岩類としては流理構造の明瞭な流紋岩が認められた。本流紋岩の貫入型式は火山砕屑岩類の堆積構造に調和的なシル状貫入と堆積構造に直交する岩脈状貫入が認められるが、前者の型式が卓越する。貫入岩の規模は厚さ数10cm~1m、延長10~20mであり、非常に小規模で連続性に乏しい。鏡下においては弱い流理構造を有するガラス質岩で、わずかに石英結晶片が斑晶結晶状に認められる (試料番号 H11703)。

断層裂罅構造は堆積構造にほぼ直交する北東-南西の方向性を有する急傾斜の裂罅系が顕著に認められる。更にこれらの裂罅の橋渡しをする北北西-南南東ないし北西-南東方向の裂罅も小規模に認められる。これらの裂罅系は堆積構造をほとんど乱してはならず、広域的裂罅断層系より派生した副次的裂罅系であろうと推定される。

変質作用は前述裂罅系を通路として発達したものと考えられる。微視的にはこれらの裂罅系はほとんど全て石英脈あるいは珪化帯を随伴しており、その外側に向い珪化粘土化帯、粘土化帯及び/又はプロピライト化帯の帯状配列を認めることができる。巨視的には珪化変質帯及び粘土化変質帯は平面的に調査地区中央部やや北東寄りに長径 (北西-南東方向) 約2km、短径 (北東-南西方向) 約1kmの楕円形をなして分布する。この変質帯分布域のほぼ中央部及び北部縁に珪化粘土化変質帯及び珪化変質帯が各々比較的まとまって分布し、その外側を粘土化変質帯がとり囲む。変質帯の中心部付近は、前述裂罅系の密集帯であり、これらの裂罅系を通じて変質作用が進行したと推定できる。更にこれらの変質帯は地質構造解析の結果、特定層準に発達したと考えられ、堆積構造にほぼ調和的に生成していると解析される。変質帯東縁に分布する小規模な珪化変質帯の産状は地層に調和的であり、この解析結果を肯定する。

変質帯の変質鉱物は珪化帯では、ほぼ全て石英のみより成り (試料番号 M11803) 硫化物の存在を予想させる針鉄鉱が若干認められるのみである。粘土化変質は、絹雲母の生成により特徴付けられ、その他の粘土鉱物がX線回折 (Apx. 5) によっても全く検出されないという地域特性がある。更にチタン酸化物であるアナターゼ (anatase, 鋭錐石) が普遍的に認められるという特徴を有する。粘土鉱物が絹雲母のみより成り更にそのポリタイプは全て1Mであることより、比較的均一な中~アルカリ性の変質環境にあったものと推定される。パルマ地区の変質の弱い集塊岩 (試料番号 M20403) を本変質帯の原岩

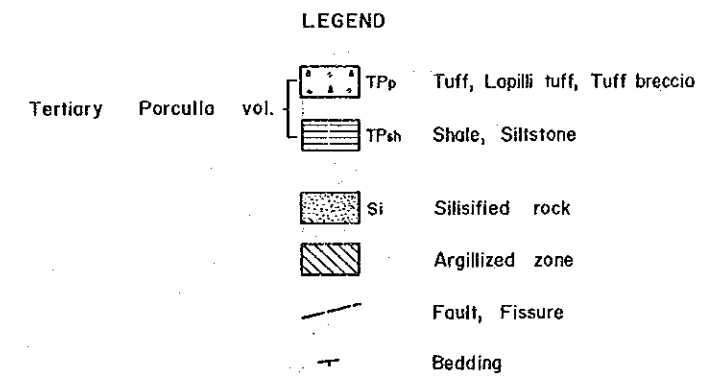
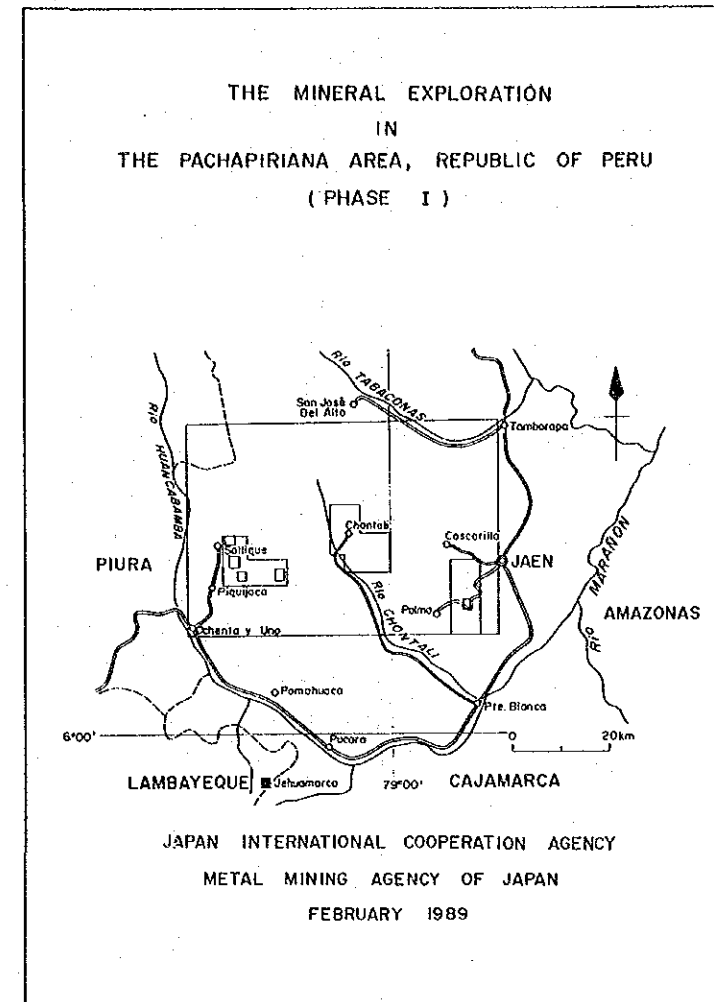
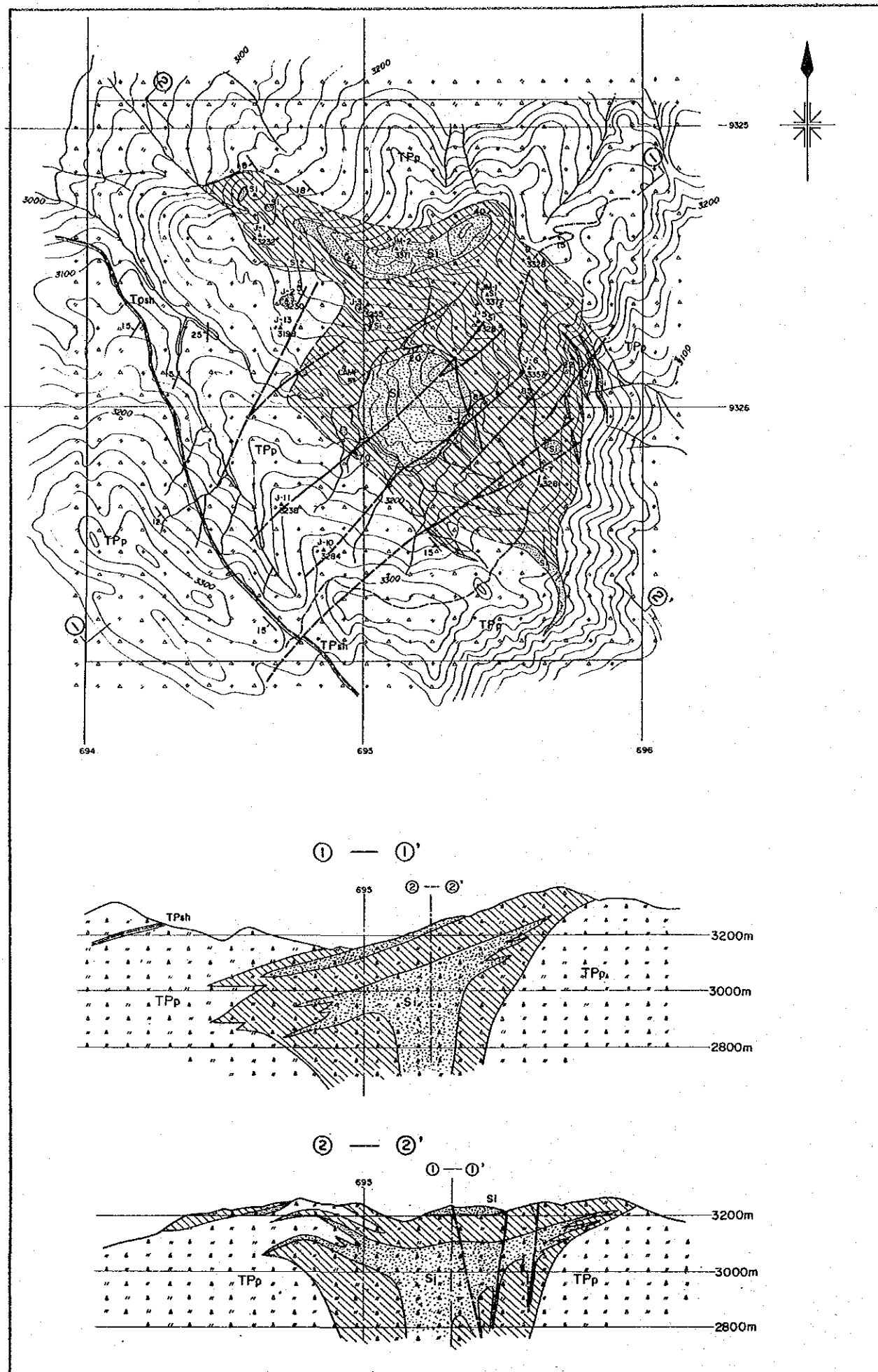


Fig.II-22 Geological Map and Profiles of The Jehuamarca Mineralized Zone

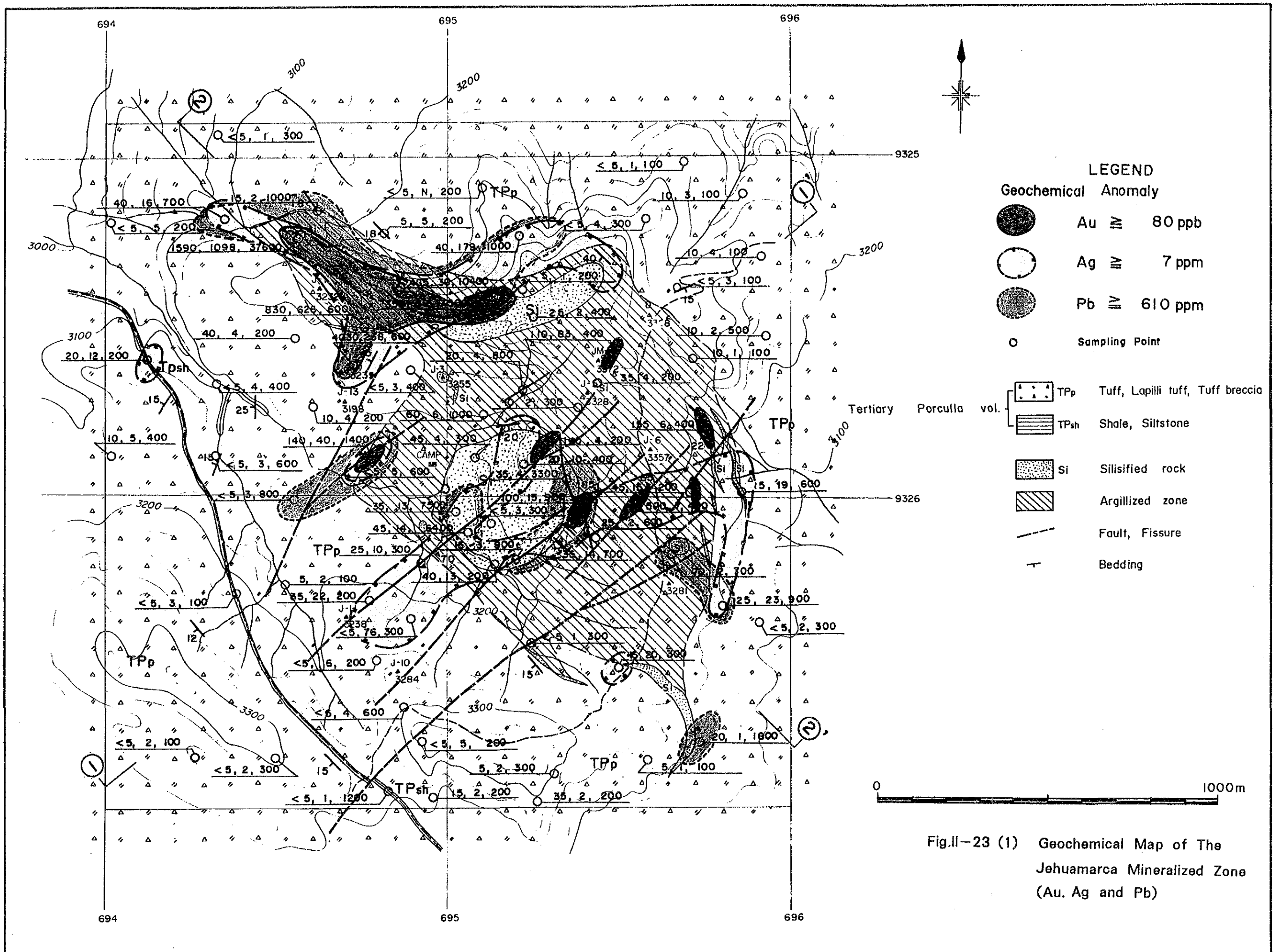


Fig.II-23 (1) Geochemical Map of The Jehuamarca Mineralized Zone (Au, Ag and Pb)

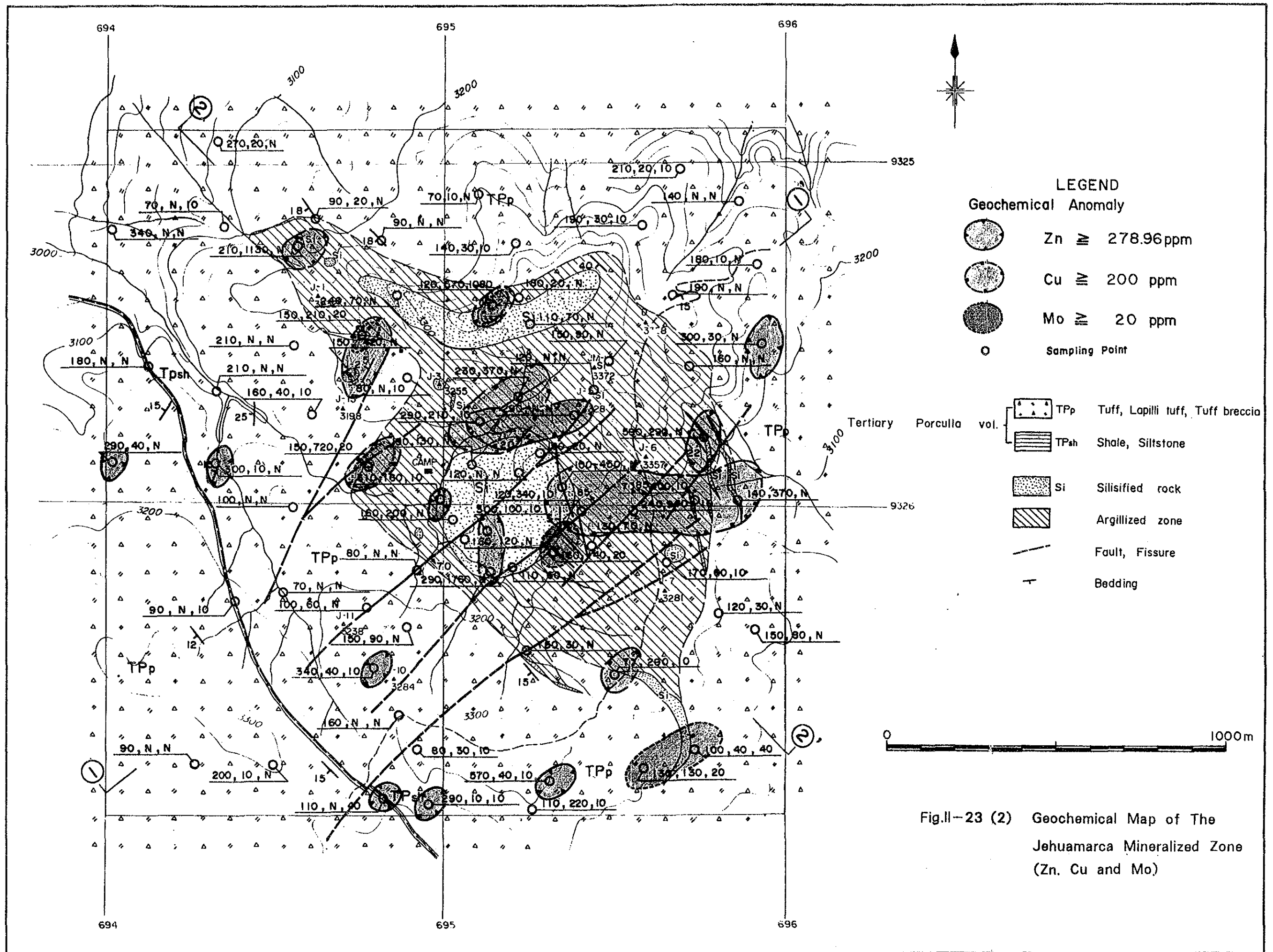


Fig.II-23 (2) Geochemical Map of The Jehuamarca Mineralized Zone (Zn, Cu and Mo)

の化学組成とみなし変質岩の化学組成変化をながめてみれば、珪化変質帯（試料番号 K11803）では SiO_2 の大幅な添加及び Al_2O_3 , CaO , Na_2O 及び K_2O の減少で特徴付けられ、多量の石英の存在を裏付ける。一方、珪化粘土化変質帯（試料番号 H11902 及び K11906）では K_2O を除き前記とほぼ同様の变化を示すが Al_2O_3 の減少割合が小さく、 K_2O は若干添加される傾向を示しており、検鏡及び X 線回折結果と一致する。

2) 地化学探査

本調査地区は Table II-2 に示す如く全試料の平均値で比較すれば亜鉛・銅を除く他の 4 成分（金・銀・鉛及びモリブデン）は平均値を大巾に上廻っている。すなわち金・銀・鉛及びモリブデンの平均値は各々 130.01mg/l , 38.31g/l , $1.395.89\text{ppm}$ 及び 22.88ppm であり、これらの値は全調査地区の試料の累積度数分布より得られたしきい値を超えており、本調査地区全域が地化学異常帯に位置すると言える。各成分ごとに異常帯の分布をみてみれば (Fig. II-23 (1) (2)), 金、銀及び鉛については比較的良好かつその分布域もほぼ重複する。一方亜鉛・銅及びモリブデンについては群小異常帯が規則性もなく点在する。

金、銀及び鉛の地化学異常帯分布域は珪化変質帯ないし珪化粘土化変質帯分布域にほぼ一致する。金について言えば、珪化岩に密接に伴うといえる。更に銀については北東-南西方向の裂罅系に強く規制されている様子がうかがえる。亜鉛・銅及びモリブデンの地化学異常値の分布は前述の如くまとまりはないが、群小異常帯の分布は珪化帯あるいは珪化粘土化帯及び/又は粘土化帯の中の小規模な珪化帯の分布域にほぼ一致しているとみることができる。従って、地化学探査により考えられる本調査地区の鉍化変質作用は北東-南東方向の裂罅系を通路として生じ、珪化変質期に鉍化作用が集中したと解釈される。

5-2 物理探査

5-2-1 調査目的

2-2-1 に同じ。

5-2-2 調査方法

1) 調査規模

調査位置並びに流電電極位置をFig. II-7に示す。

本地区の調査規模は、次の通りである。

調査面積 4 km² 測点数 31点

2) 探査方法並びに探査機器

(a) 探査方法

2-2-2 (a) 探査方法に同じ。

(b) 測定方法

本地区では、道路の未発達による機材類運搬の困難性があったため、調査地区から約10km離れたプカラ部落西方約4 kmの国道沿いに流電電極を設置した。このためベースキャンプを送信班はプカラ部落に、測定班はヘワマルカにあるINGEMMET管理小屋に、それぞれ設置した。流電電極は、サン・フェリッペ地区と同様の方法で埋設した。調査地と送信地との距離が離れていることから、信号を確保するためにはケーブルを長くする必要があり、その長さを6.5 kmとした。全直流抵抗は20 $\Omega \cdot m$ であり、方向はN125° Eであった。

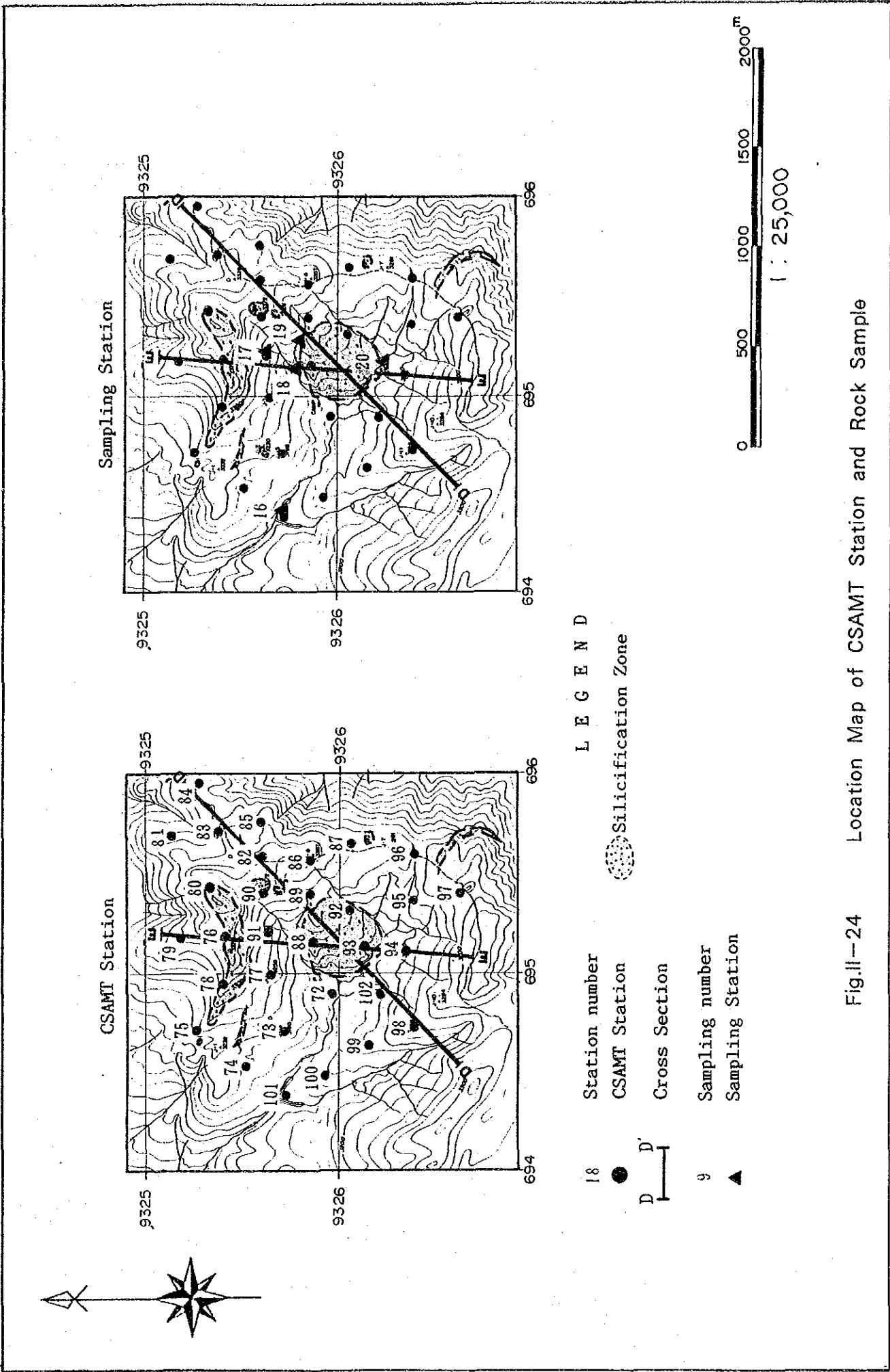
調査期間中は、天候に恵まれず、毎日雨あるいは霧であり、測定は僅かな晴れ間に行なった。良いデータ収集のために、1測定に2時間以上もかかることが多かった。

(c) 探査機器

2-2-2 (c) 探査機器に同じ。

5-2-3 解析方法

2-2-3に同じ。但し、本地区では、ニアフィールドの影響が認められなかったので、ニアフィールド補正は行わなかった。



L E G E N D

- 18 Station number
- CSAMT Station
- D—D' Cross Section
- 9 Sampling number
- ▲ Sampling Station

● Silicification Zone

Fig. II-24 Location Map of CSAMT Station and Rock Sample

5-2-4 調査・解析結果

1) 室内物性測定結果

調査地区内で採取した岩石5個の比抵抗とIP効果について、室内測定をおこない、その結果をTable. II-4並びにFig. II-17に示す。

試料採取位置はFig. II-24に示す。

測定結果、10%と高いFE値を示す試料が1個存在する。この試料は本地区一帯に広く分布する火山砕屑岩であるが、微粒の黄鉄鉱が比較的多く散在しているのが、ルーペを用いて観察される。珪化岩を除き他の試料中にも、僅かな黄鉄鉱の微粒が観察される。

2) 見掛比抵抗分布 (Fig. II-25)

本地区は調査面積が小さく、見掛比抵抗分布の広域的傾向は不明であるが、見掛比抵抗分布の特徴として次の2点が挙げられる。

- ①全体的に見掛比抵抗が低い。
- ②低周波領域において、更に低比抵抗となる。

10周波数についての見掛比抵抗分布の傾向は、それぞれ極端な変化は示さないで、局部的変化をより表現している4Hz、64Hz、2,048Hzの3種の見掛比抵抗分布につき説明する。

尚、説明の都合上、次のような見掛比抵抗区分を用いた。

$\Omega \cdot m$					
20		50	100	200	
著しい低見掛比抵抗	低見掛比抵抗	中見掛比抵抗	高見掛比抵抗	著しい高見掛比抵抗	
L L	L	M	H	H H	

[4Hz]

①見掛比抵抗は100 $\Omega \cdot m$ 以下である。面積的には、低見掛抵抗帯の分布が最も広く、次いで著しい低見掛抵抗帯が3個所に分かれて捕捉されている。

②調査地域中部に中見掛抵抗帯が南北方向に分布する。この分布の傾向は4Hz~500Hzまで等しく認められる。

[64 Hz]

①高見掛抵抗と中見掛抵抗の分布が大半を占め、著しい高見掛抵抗帯と低見掛抵抗帯が局部的に分布する。

②4 Hz の場合に比べ全体が高抵抗化し、4 Hz で著しい低見掛抵抗帯が分布した個所は中見掛抵抗帯の分布が対応し、南北方向に分布した中見掛抵抗帯は高見掛抵抗帯と著しい高見掛抵抗帯となっている。

[2048 Hz]

①見掛抵抗帯の値は64 Hzの場合とほぼ同じであり、高見掛抵抗帯と中見掛抵抗帯の分布が大半を占め、著しい高見掛抵抗帯と低見掛抵抗帯が局部的に分布する。

②中見掛抵抗帯の分布は64 Hzと比べやや幅が狭くなるが一体となって連なり、北東から南西および北西から南東の分布トレンドを示す。これによって、64 Hzでは南北方向に連続していた高見掛抵抗帯は分断されている。

3) 見掛比抵抗断面 (Fig. II-26)

各断面に示される見掛比抵抗分布の傾向は次のとおりである。

①D-D' , E-E' 断面に示されるように、著しい高見掛比抵抗の塊状分布を包含する高見掛比抵抗帯が、地表から深部まで分布する。

②最深部では低見掛比抵抗域となり、著しい低見掛比抵抗も局部的に存在する。

③地表に最も近い2,048 Hzでは、局部的な中～低見掛比抵抗帯が存在するが、これは深部の中～低見掛比抵抗帯とは連続せず、別ものである。

4) 解析結果

解析は2-2-3項で説明した要領にて行った。各測点毎の比抵抗解析結果はApx. 11として添附する。各断面は側線上に配列する各測点の解析結果を並べたものである。

[D-D' , E-E' 断面] (Fig. II-26)

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 $100 \Omega \cdot m$ 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 $200 \sim 900 \Omega \cdot m$ 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、 $70 \Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗層である。