

文壇
自法非對...

論

...

...

ペルー共和国パチャピリアーナ地域
資源開発協力基礎調査報告書

総 括

JICA LIBRARY



1098501(8)

23878

平成4年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

23878

は し が き

日本国政府はペルー共和国政府の要請に応え、同国北部のカハマルカ県及びランバイェツケ県に位置するパチャピリアーナ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和63年度から平成3年度までの4年間にわたって実施され、ペルー共和国政府機関、鉱山動力省鉱山総局所轄の地質鉱物冶金研究所の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は4年間の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたペルー共和国政府機関ならびに外務省、通商産業省、在ペルー共和国日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

平成4年3月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

金属鉱業事業団

理事長 福原元一

資源開発協力基礎調査
資源開発調査 ペルー共和国パチャピリアーナ地域
総括報告書

目 次

は し が き
調 査 位 置 図
要 約

第Ⅰ部 総 論

第1章 調査概要	1
1-1 調査地域及び調査目的	1
1-2 調査方法及び調査量	1
1-3 調査期間及び調査員	2
第2章 既往調査	5
第3章 地質概要	7
第4章 現地事情	9
4-1 位置及び交通	9
4-2 地形及び水系	9
4-3 気候及び植生	10
第5章 結論及び提言	13
5-1 結 論	13
5-2 提 言	14

第Ⅱ部 各 論

第1章 ランドサット画像解析	15
----------------------	----

1-1	調査概要	15
1-2	解析結果	15
1-3	考察	16
第2章 サン・フェリッペ地区		17
2-1	地質調査・地化学探査	17
2-2	物理探査	20
2-3	考察	22
第3章 パルマ地区		23
3-1	地質調査・地化学探査	23
3-2	考察	26
第4章 ペーニャ・ブランカ地区		27
4-1	地質調査・地化学探査	27
4-2	考察	30
第5章 ヘワマルカ地区		31
5-1	地質調査・地化学探査	31
5-2	物理探査	34
5-3	ボーリング調査	35
5-4	考察	38
第6章 チョントリ地区		41
6-1	地質調査・地化学探査	41
6-2	物理探査	45
6-3	ボーリング調査	49
6-4	考察	51

第Ⅲ部 結論及び提言	
第1章 結 論	53
第2章 提 言	55
参 考 文 献	57

List of Figures

- Fig. I - 1 Location and Accessibility of the Survey Area
- Fig. I - 2 Geochemical Anomaly Extracted by INGEMMET
- Fig. I - 3 Generalized Geological Map of Peru
- Fig. I - 4 Generalized Geological Map of the Survey Area
- Fig. I - 5 Generalized Stratigraphic Column of the Survey Area
- Fig. I - 6 Summarized Accessibility of the Survey Area
- Fig. I - 7 Location of the Survey Area
- Fig. II - 1 Location Map of Landsat Image
- Fig. II - 2 Lineaments Analysis
- Fig. II - 3 Geological Map and Profiles of the San Felipe Area
- Fig. II - 4 (1) Geochemical Map of the San Felipe Area (Au, Ag and Pb)
- Fig. II - 4 (2) Geochemical Map of the San Felipe Area (Zn, Cu and Mo)
- Fig. II - 5 Apparent Resistivity Pseudo-Section with Estimated Resistivity Structure in the San Felipe Area
- Fig. II - 6 (1) Resistivity Structure Map of the San Felipe Area (+2000m)
- Fig. II - 6 (2) Resistivity Structure Map of the San Felipe Area (+1500m)
- Fig. II - 7 Geological Map and Profiles of the Palma Area
- Fig. II - 8 (1) Geochemical Map of the Palma Area (Au, Ag and Pb)
- Fig. II - 8 (2) Geochemical Map of the Palma Area (Cu, Zn and Mo)
- Fig. II - 9 Geological Map and Profiles of the Pena Blanca Area
- Fig. II - 10 (1) Distribution of Geochemical Anomaly in the Pena Blanca Area
(Au, Ag and Pb)
- Fig. II - 10 (2) Distribution of Geochemical Anomaly in the Pena Blanca Area
(Zn, Cu and Mo)
- Fig. II - 11 Geological Map of the Jehuamarca Area
- Fig. II - 12 Geological Profiles of the Jehuamarca Area
- 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)

- Fig. II - 14 Apparent Resistivity Pseudo-Section with Estimated Resistivity Structure of the Jehuamarca Mineralized Area
- Fig. II - 15 Resistivity Structure Map of the Jehuamarca Mineralized Area
- 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
- Fig. II - 18 Geological Map of the Chontali Area
- 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)
- Fig. II - 20 Stereogram of Poles of Quartz Veins
- Fig. II - 21 The Projection of the above stereogram Contoured and Shaded
- Fig. II - 22 Assay Results of Quartz Vein in the Chontali Area
- Fig. II - 23 Distribution of Fluid Inclusion Homogenization Temperature of Quartz Vein in the Chontali Area
- Fig. II - 24 (1) Apparent Resistivity Pseudosection with Estimated Resistivity Structure in the Chontali Area (A-A')
- Fig. II - 24 (2) Apparent Resistivity Pseudosection with Estimated Resistivity Structure in the Chontali Area (B-B')
- Fig. II - 24 (3) Apparent Resistivity Pseudosection with Estimated Resistivity Structure in the Chontali Area (C-C')
- Fig. II - 24 (4) Apparent Resistivity Pseudosection with Estimated Resistivity Structure in the Chontali Area (D-D')
- Fig. II - 25 (1) Resistivity Structure Map of the Chontali Area (+1600m)
- Fig. II - 25 (2) Resistivity Structure Map of the Chontali Area (+1200m)
- Fig. II - 26 Bouguer Anomaly Map
- Fig. II - 27 First-order Residual Gravity Map
- Fig. II - 28 Long-wave Gravity Map
- Fig. II - 29 Short-wave Gravity Map

- Fig. II - 30 (1) Cross Section of C-C'
- Fig. II - 30 (2) Cross Section of D-D'
- Fig. II - 31 Location of the Drilling with showing Geophysical Survey Results
in the Chontali Area
- Fig. II - 32 (1) Assay Results on the Profiles of the Drillings
in the Chontali Area
- Fig. II - 32 (2) Generalized Profiles of the Drillings in the Chontali Area

List of Tables

- Table 1 Flow sheet of the Survey in the Pachapiriana Area
- Table 2 Quantity of the Survey
- Table 3 Flow Chart of the Extraction of Promissing Area
- Table 4 Survey Period
- Table 5 Meteorology of the Survey Area
- Table 6 Correlation between Alteration zones and Alteration Minerals

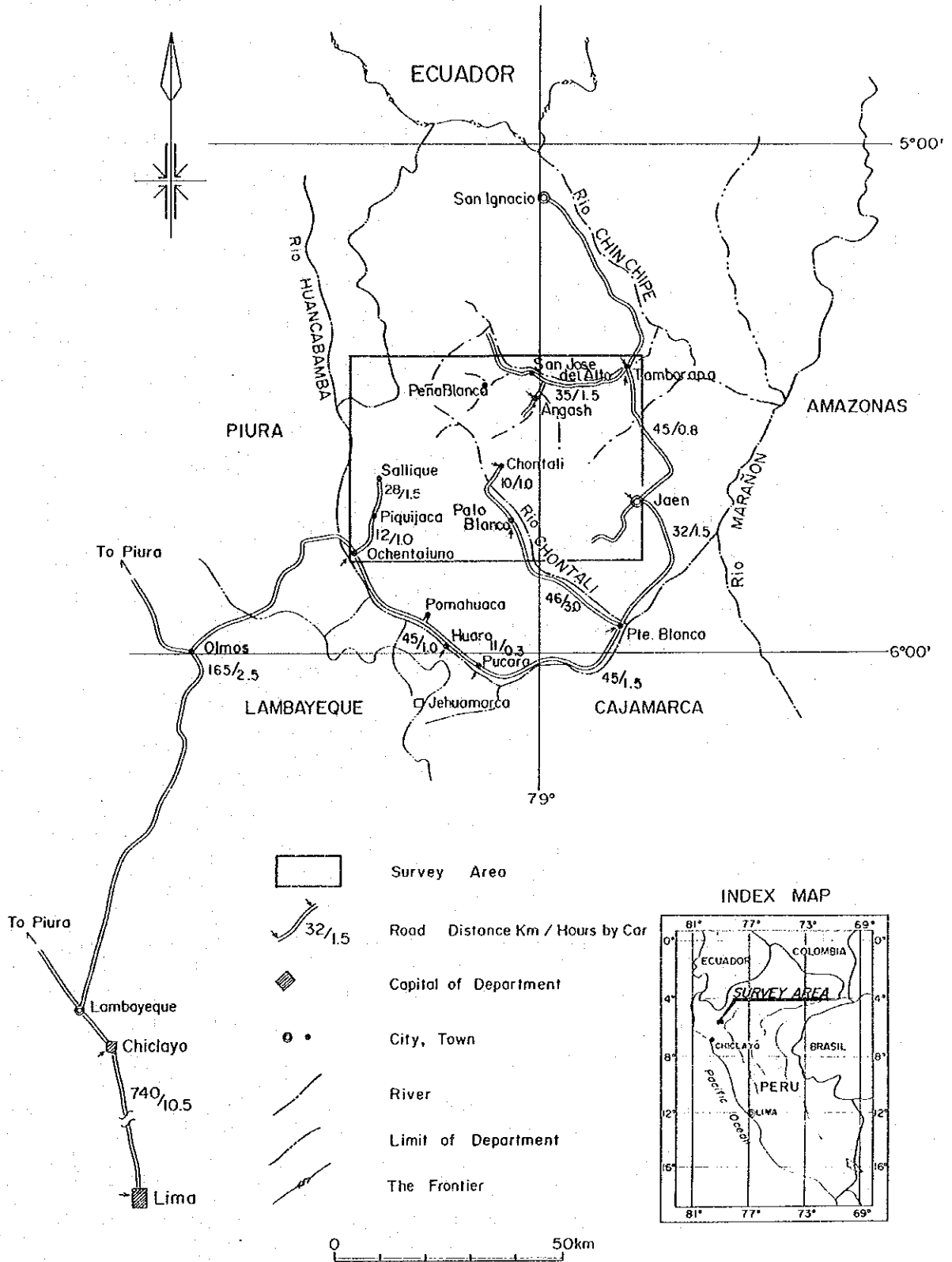


Fig.1-1 Location and Accessibility of the Survey Area

要 約

本報告書は、ペルー共和国パチャピリアーナ地域において昭和63年より平成3年までの4年間にわたって実施された鉱物資源開発のための調査結果をとりまとめたものである。本調査の目的は、パチャピリアーナ地域における地質構造と鉱化作用及びこれらの関連を解明することにより、有用鉱物資源の賦存状況を把握することにある。

本調査地域は、ペルー共和国の最北部のエクアドルとの国境地帯に有り、西アンデス山脈の東部斜面帯に位置する面積 2,820km²の地域である。

本地域には、カンブリア系とされるオルモス複合岩体、先シルル系のサラス層群、先ジュラ系のレーチェ累層、ジュラ系のオヨトゥン火山岩類、白亜系のゴイアリスキスガ層群、インカ累層、チュレック累層、パリアタンボ累層、プレイカーナ累層、第三系のヤマ火山岩類、ボルクーヤ火山岩類、シンベ火山岩類及び第四系のタンボラーパ累層が分布する。

本地域における鉱化示徴はスカルン型、斑岩銅型及び浅熱水性鉱染～鉱脈型の三種に分類することができる。またこれらの鉱化示徴は、レーチェ石灰岩類、オヨトゥン火山岩類及びボルクーヤ火山岩類の三地質单元中にのみ出現する。

スカルン型鉱化示徴は、オヨトゥン火山岩類中のサンフェリッペ地区パラモ区域及びパルマ地区ミラ・フローレス南岸区域、及びレーチェ石灰岩類中のペーニャ・ブランカ地区アングシ区域に分布するが、いずれも小規模・低品位で経済的な鉱床賦存の可能性は低い。

斑岩銅型鉱化示徴は、サンフェリッペ地区ラ・ワカ区域及びパルマ地区ソナガ区域のオヨトゥン火山岩類中に分布する。いずれの鉱化示徴も変質作用・地化学異常帯は斑岩銅鉱床賦存可能性を示唆しており、このうちラ・ワカ区域については電磁探査により大規模低比抵抗帯を確認した。

浅熱水性鉱染～鉱脈型鉱化示徴は、オヨトゥン火山岩類中にてサンフェリッペ地区ペーニャ・ベルデ区域及びチョンタリ地区ワラタン区域及びボルクーヤ火山岩類中のヘワマルカ地区に分布する。これらの鉱化示徴はいずれも電磁探査により比抵抗分布を確認した。

ヘワマルカ地区では鉱化帯を暗示する低比抵抗帯中の高比抵抗帯を確認し、ボーリング調査により珪化変質作用に伴う卑金属鉱染鉱化作用の存在を確認した。が、現在の金属価格では採算にのりがたく、未来資源と位置付けるべきであろう。

ワラタン区域では、貫入岩の貫入形態を暗示する高比抵抗基盤の盛り上り構造が抽出され、更に重力探査により比抵抗基盤に類似する重力基盤の盛り上り構造を確認した。ボーリング調査では、金鉱化作用を伴う石英脈を確認した。石英脈の屈曲・露頭品位分布を総合的に判断すれば、鉱化帯は急傾斜で南方に傾斜して賦存するものと推定される。石英脈の流体包有

物の充填温度は単純平均で 151℃であり、金鉱化作用の最適温度よりも大幅に低温である。ボーリング調査結果とあわせて考察すれば、金の富鉱部は地表下 200m 以深の地下深部に存在すると結論される。

本地域において将来の本格的な探鉱調査の対象となるのは、ワラタン区域の金鉱微帯に絞り込まれたが、未調査として残った斑岩銅鉱床型鉱化示徴についても鉱床賦存の可能性は高く、物理探査等の調査の継続が必要である。

第 I 部 総 論

第1章 調査概要

1-1 調査地域及び調査目的

調査地域はペルー共和国最北端のエクアドルとの国境地帯に位置し、いわゆる西アンデス山脈東部斜面帯に分類される。すなわち調査地域西部には西アンデス山脈脊梁山脈、東部にはアマゾン低地帯が分布する。

行政区分に従えば本調査地域は三県四郡にまたがる範囲である (Fig. I-1)。調査地域の大部分はカハマルカ (Cajamarca) 県ハエン (Jaen) 郡に属するが調査地域の北東部はカハマルカ県サン・イグナシオ (San Ignacio) 郡に、北西部はピウラ (Piura) 県ワンカバンバ (Huancabamba) 郡に属し、更にとび地であるヘワマルカ (Jhuamarca) 地区はランバイエッケ (Lambayeque) 県フェレニャフェ (Ferrenafe) 郡に属する。

地理学的には国際横メルカートル座標系 (Universal Transverse Mercator Projection System; UTM座標系) に従えば、本調査地域の位置及びその面積は、9,400,000 Nより9,356,000 Nまでと680,000 Eより744,000 Eまでの間にかこまれる2,816 km² (44km×64km) の範囲と9,327,000 Nより9,325,000 Nまでと693,000 Eより695,000 Eまでの間に囲まれる4km² (2km×2km) の範囲の合計2,820km²と表示される。

本調査地域は、1968年英国の開発援助案件として採択された、北部地化学探査計画 (Proyecto Geoquimico del Norte) により河川堆積物による地化学探査が実施された地域の一部である。本調査を実施した地質鉱物冶金研究所 (INGEMMET; Instituto Geologico Minero y Metalurgico) は、捕捉した地化学異常帯に対し一部は西独及びフランスとの協力調査及び自力で調査実施したが、大部分は調査資金不足により調査中断となっていた。

地質鉱物冶金研究所では前述調査のフォローの為、昭和63年3月ペルー共和国外務省を通じ日本国政府に対し協力調査要請を行った。同年8月通商産業省、国際協力事業団及び金属鉱業事業団は事前調査協定折衝調査団をペルー共和国へ派遣し同年8月15日パチャピリアーナ (Pachapiriana) 地域に係る Scope of Work が署名された。

本調査の目的は、既存資料の再解析、ランドサット画像解析によるリニアメント抽出図の作成、地質調査、地化学探査、物理探査及びボーリング調査により調査地域の鉱床賦存状況を把握することにある。

1-2 調査方法及び調査量

本調査地域にて実施された4年間にわたる調査方法及び調査量はTable 1のフローシートに示す通りである。調査方法別に調査量を総括すればTable 2の通りである。鉱床賦存有量

地区の抽出はTable 3に示すフローチャートにより実施した。

1-3 調査期間及び調査員

4年間にわたる現地調査及び解析期間を総括すればTable 4の通りとりまとめる事ができる。

Table 4 Survey Period

年度別	現地調査	解 析
第1年度	昭和63年10月17日～12月30日	昭和63年12月31日～平成元年 2月28日
第2年度	平成元年 7月10日～12月29日	平成元年12月30日～平成 2年 2月28日
第3年度	平成 2年 7月 9日～12月 7日	平成 2年12月 8日～平成 3年 2月28日
第4年度	平成 3年 6月24日～ 8月 5日	平成 3年 8月 6日～平成 4年 1月10日

年度別の調査団員は次の通りである。

1) 第1年度	日本側		ペルー側	
事前調査	松川 圭男 MMAJ		HERCILLA GONZALES, J. G.	INGEMMET
協定折衝	岸本庄太郎 MITI		FLORES NANES, G.	INGEMMET
	安達 直隆 MMAJ		DYARLE GONZALES, L.	INGEMMET
	貝 沼 弘 康 JICA			
総 括	濱 博 也 MINDECO		VILCA NEIRA, C.	INGEMMET
地質調査	亀 澤 稔 MINDECO		ROJAS RIVERA, E.	INGEMMET
	水谷内 修 MINDECO		JIMENEZ VELASCO, C.	INGEMMET
			GALLOSO CARRASCO, A.	INGEMMET
物理探査	三好福次郎 MINDECO		GAMARRA ROMERO, C. A.	INGEMMET
	吉 本 猛 MINDECO		PARI PINTO, W.	INGEMMET
	斎 藤 光 義 MINDECO			
2) 第2年度	日本側		ペルー側	
調査計画	目次 英 哉 MMAJ		BALCAZAR RIOJA, G.	INGEMMET
			FLORES NANES, G.	INGEMMET
			DYRCE GONZALES, L.	INGEMMET

Table 1 Flow sheet of the Survey in the Pachapiriana Area (パチャピリアーナ地域調査フローシート)

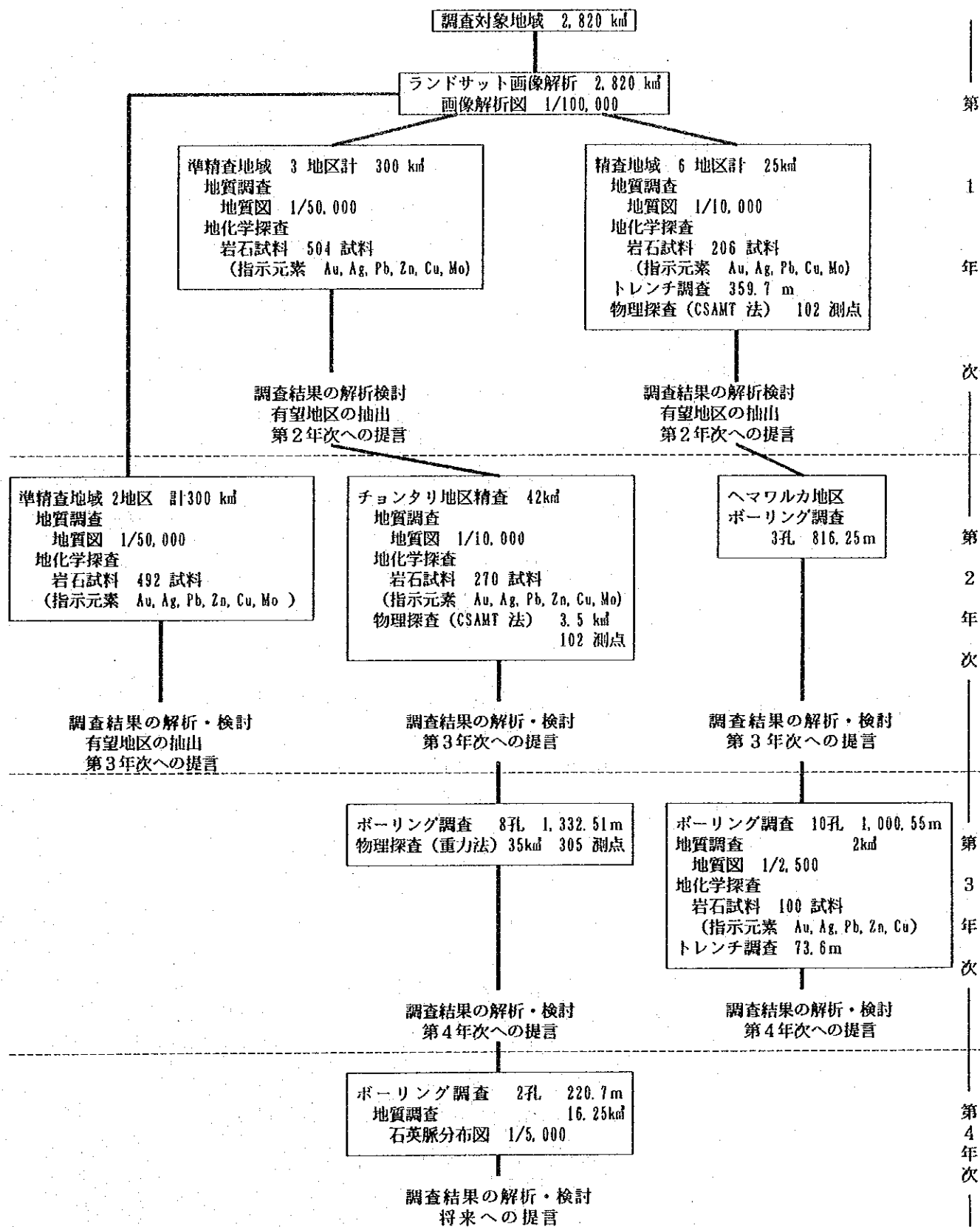
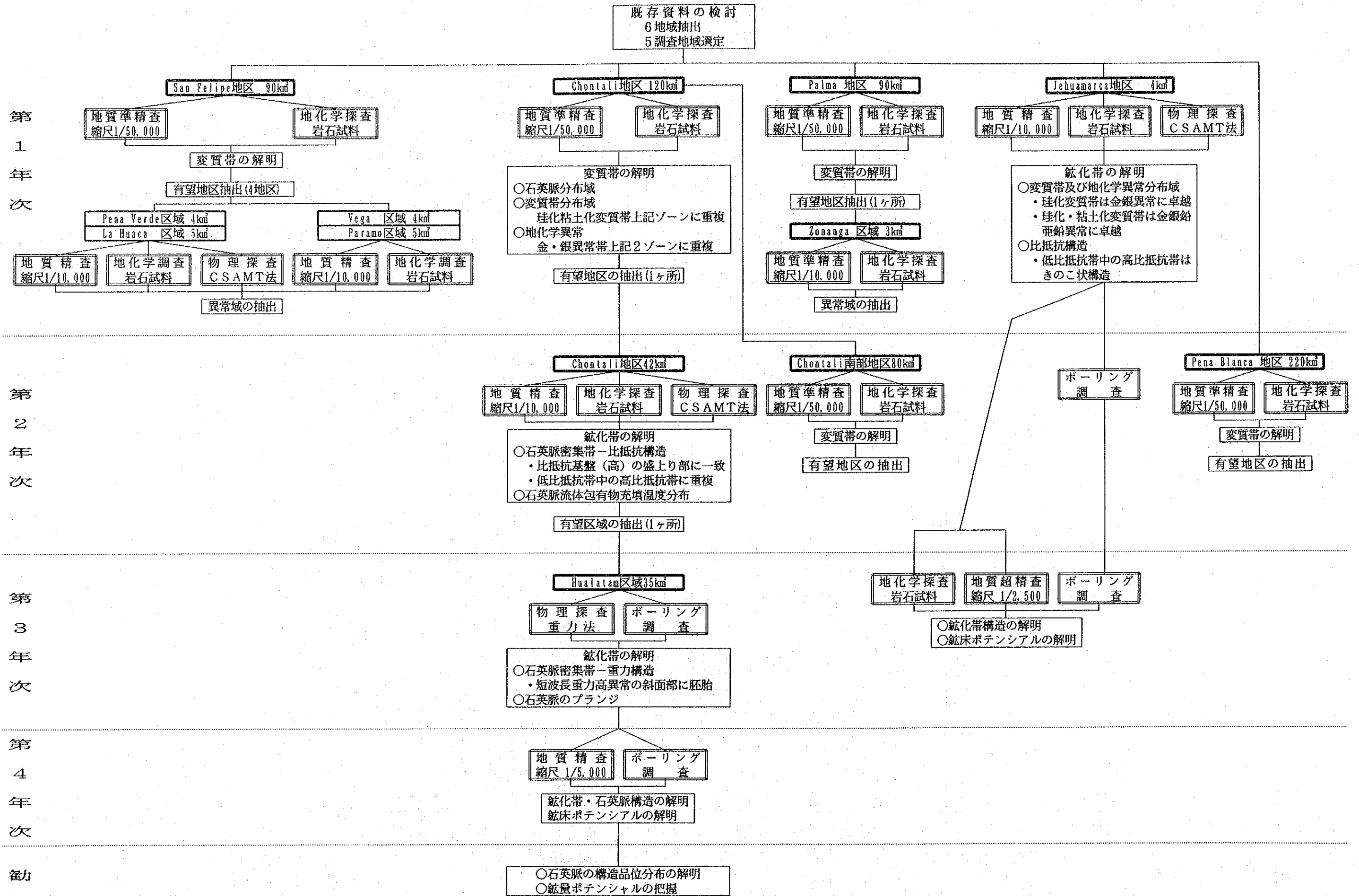


Table 2 Quantity of the Survey

	Phase I (1988)	Phase II (1989)	Phase III (1990)	Phase IV (1991)	Total
Geological Survey					
Semidetalled (km ²)	300	300	—	—	600
Detailed (km ²)	25	42	2.5	16.25	85.75
Trenching (m)	359.7	—	73.6	—	433.3
Geochemical Survey					
CSAMT (km ² , m.p.)	25, 102	35, 102	—	—	60, 234
Gravity (km ² , m.p.)	—	—	33, 305	—	33, 305
Drilling Survey					
Drilling hole	—	3	16	2	21
Total Length (m)	—	816.25	2334.06	220.70	3371.01
Laboratory Test (Sample)					
Chemical Analysis	26	236	327	54	643
Thin Section	20	24	25	5	74
Polished Section	15	9	22	—	46
X-ray Diffractive Analysis	20	28	48	15	111
Whole Rock Analysis	11	10	—	—	21
Homogenization Temperature	—	30	12	12	54
Absolute Age Determination	5	5	—	—	10
Resistivity measurement	20	23	—	—	43
Density Measurement	—	—	35	—	35

m.p. measured point

Table 3 Flow Chart of the Extraction of Promising Area (鉱床有望地区抽出フローチャート)



総括	濱 博也	MINDECO	VILCA NEIRA, C.	INGEMMET
地質調査	阿達一宏	MINDECO	ROJAS RIVERA, E.	INGEMMET
	山中和彦	MINDECO	QUISPE ARANDA, L.	INGEMMET
物理探査	小林 学	MINDECO	GAMARRA ROMERO, C. A.	INGEMMET
	吉本 猛	MINDECO	PARI PINTO, W.	INGEMMET
	齋藤光義	MINDECO		
ボーリング調査	形部雄二	MINDECO	JIMENEZ VELASCO, C.	INGEMMET

3) 第3年度

日本側

ペルー側

調査計画	横川勝美	MMAJ	BALCAZAR RIOJA, G.	INGEMMET
	目次英哉	MMAJ	DEL CASTILLO, J. R.	INGEMMET
			DEL AGUILA, R.	INGEMMET
			FLOREZ NANES, G.	INGEMMET
			CHACON ABAD, N.	INGEMMET

総括・地質調査	濱 博也	MINDECO	JIMENEZ VELASCO, C.	INGEMMET
物理探査	木下和彦	MINDECO	GAMARRA ROMERO, C. A.	INGEMMET
	齋藤光義	MINDECO	PARI PINTO, W.	INGEMMET
ボーリング調査	原田陽夫	MINDECO	QUISPE ARANDA, L.	INGEMMET

4) 第4年度

日本側

ペルー側

調査計画	横川勝美	MMAJ	DEL CASTILLO, J. R.	INGEMMET
	小沢悦夫	MMAJ	CHACON ABAD, N.	INGEMMET
	荻尾憲三	MITI	JIMENEZ VELASCO, C.	INGEMMET
	佐藤具揮	MFA		

総括・ボーリング調査	濱 博也	MINDECO	JIMENEZ VELASCO, C.	INGEMMET
地質調査	武部晃充	MINDECO	PALACIO, C.	INGEMMET

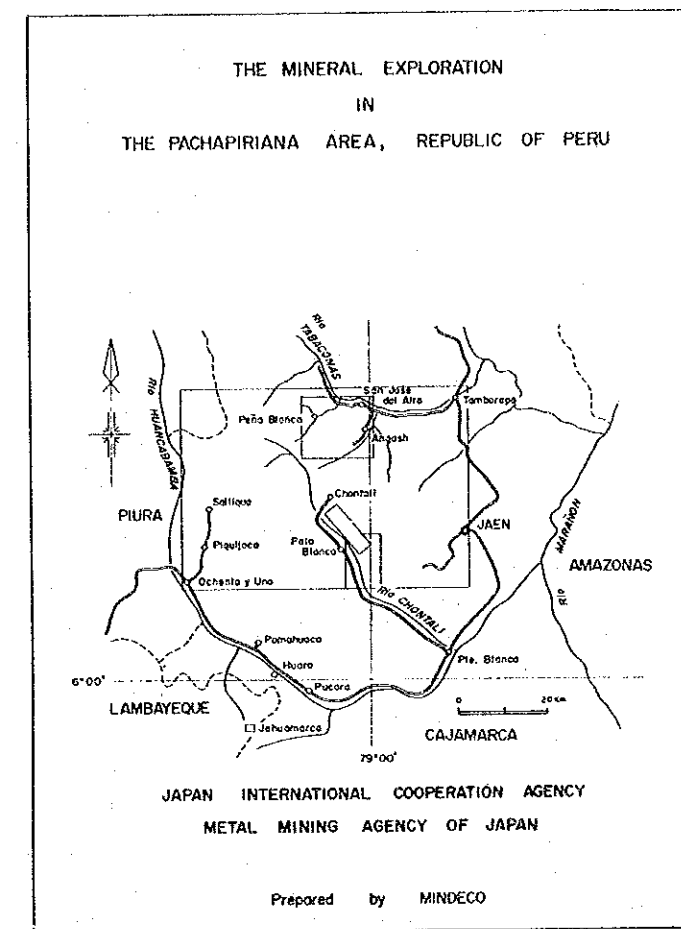
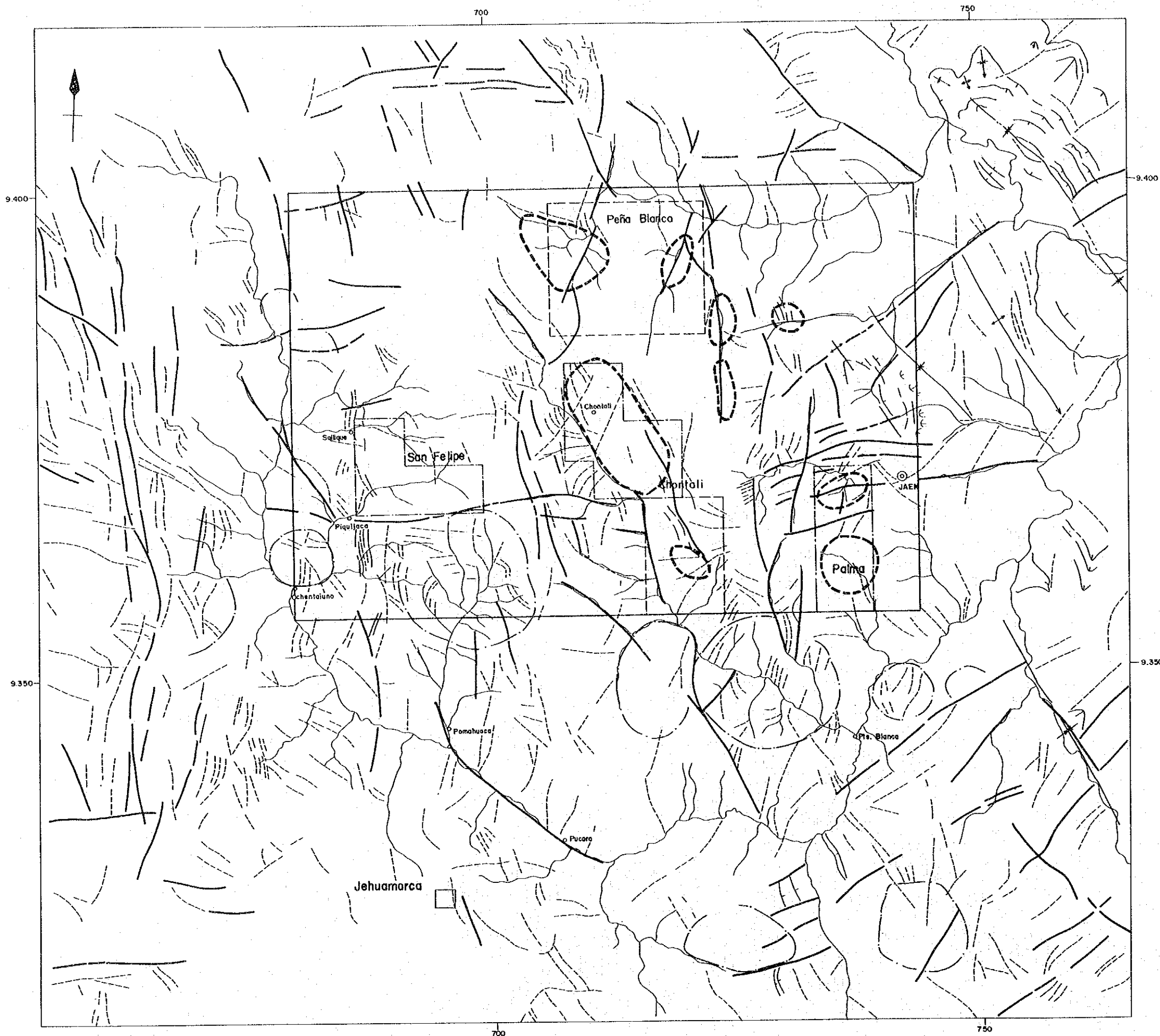
MMAJ : 金属鉱業事業団

MITI : 通商産業省

JICA : 国際協力事業団

MINDECO : 三井金属資源開発株式会社

MFA : 外務省



- LEGEND**
- MAJOR LINEAMENTS
 - MINOR LINEAMENTS
 - CIRCULAR FEATURE
 - BEDDING
 - ANTICLINAL AXIS
 - SYNCLINAL AXIS
 - Pachapiriana Project Area
 - Semidetailed Survey Area in 1988
 - Semidetailed Survey Area in 1989
 - Geochemical Anomaly by INGEMMET

Fig. I - 2 Geochemical Anomaly Extracted by INGEMMET

第2章 既往調査

本調査範囲の地質については部分的又は局所的地質調査はなされていたが、広域的地質調査は地質鉱物冶金研究所の図幅調査 (Geología de Los Cuadrangulos de La Playas, La Tinta, Las Lomas, Ayabaca, San Antonio, Chulucanas, Morropon, Huancabamba, Olmos, Pomahuaca; Bol No. 39, Serie A, Reyes, L. y Caldas, J. 1987) をその嚆矢とする。

本調査地域の鉱床調査は、1968年から1970年までの英国の技術協力による“北部地化学探査計画”、1971年から1975年までの西独及びフランスの技術協力及び地質鉱物冶金研究所自身による前記技術協力調査により得られた河川堆積物による地化学異常帯に対するフォロー調査及び1983年から1986年までのチンチッペ総合計画 (Proyecto Integral Chinchipe) があげられる。これらの調査により得られた地化学異常の調査範囲内の分布をFig. I-2に示す。

“北部地化学探査計画”ではカニャリアコ (Canariaco)、ラ・ワカ (La Huaca)、ラ・グランハ (La Granja)、ヘワマルカ (Jhuamarca)、ペーニャ・ベルデ (Pena Verde)、パラモ (Paramo) 及びベガ (Vega) 等の鉱徴が捕捉され、カニャリアコ及びヘワマルカは地質鉱物冶金研究所自身により、ラ・ワカはフランスの技術協力により、ラ・グランハは西独の技術協力によりフォロー調査が実施されている。その他の鉱徴は未調査のまま放置されている。

“チンチッペ総合計画”ではトマケ (Tomaque)、ワキージャ (Huaquilla)、セロ・カンパーニャ (Cerro Campana)、エル・セドロ (El Cedro)、ラス・ピーニャス (Las Pinas)、チョンタリ (Chontali)、ハエン及びソナンガ (Zonanga) 等の地化学異常帯が捕捉されている。これらの異常帯のうち前4者は、1986年より西独の技術援助により調査が開始され1990年に完了した。

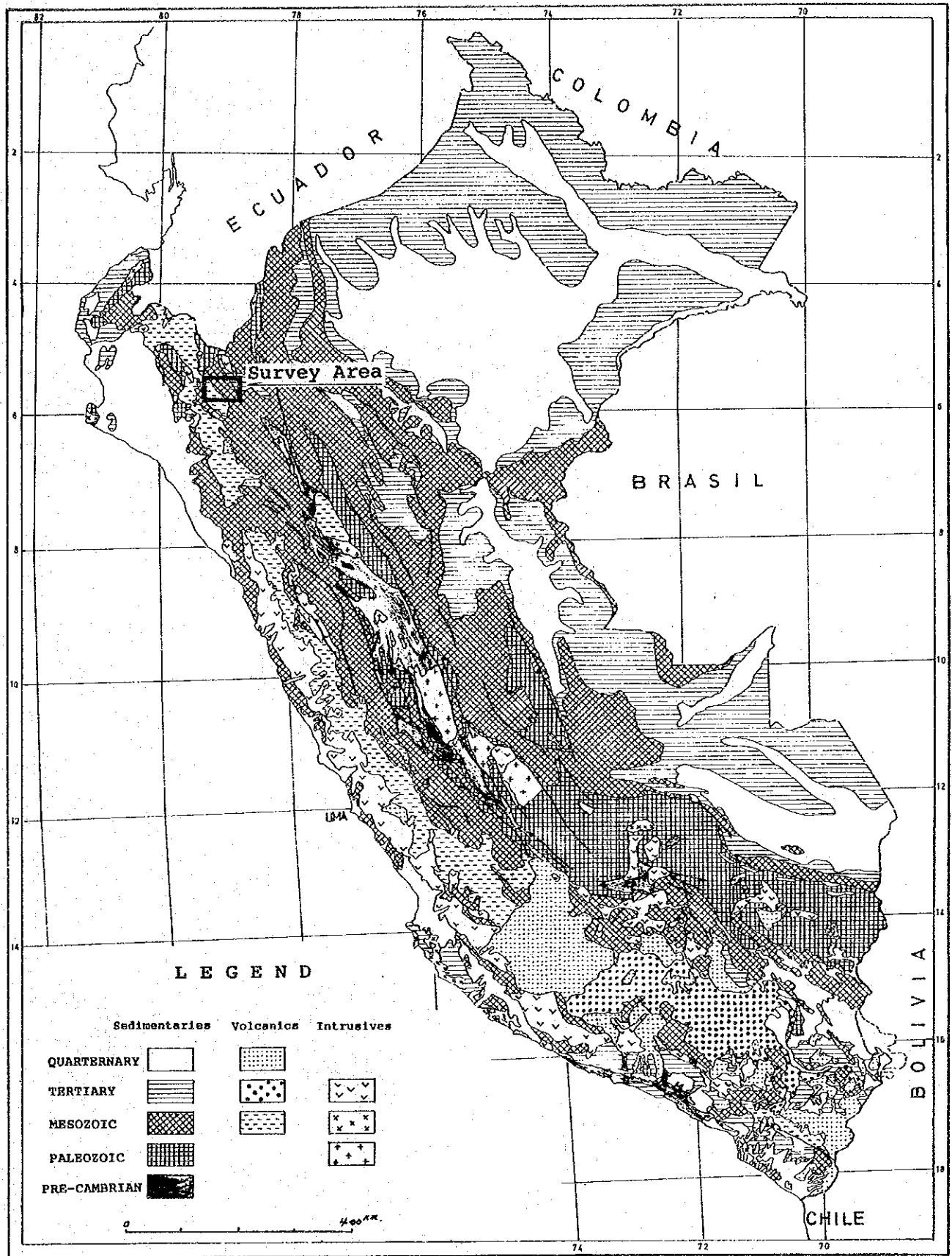
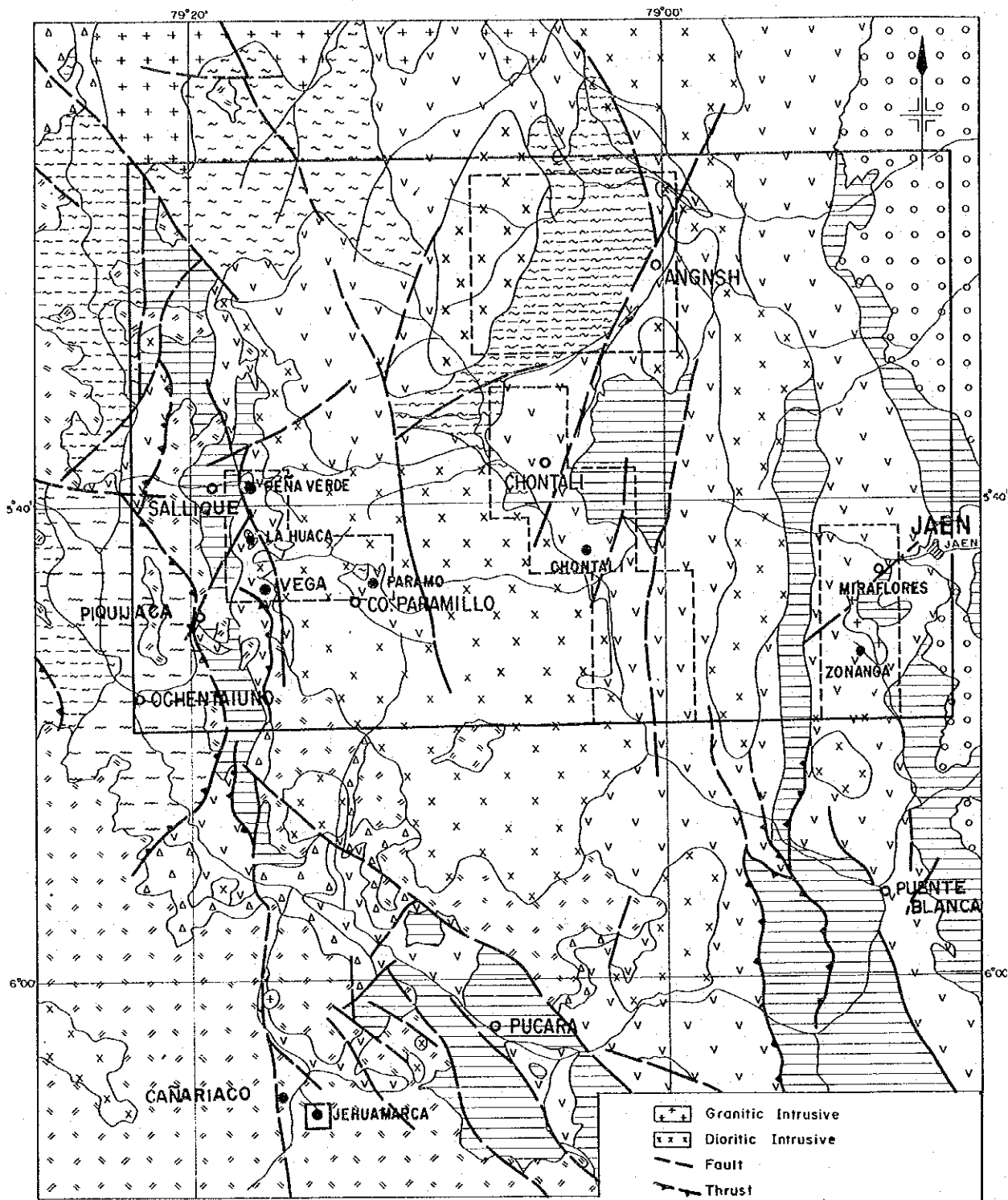


Fig. I - 3 Generalized Geological Map of Peru
after Bellido (1969)



Quaternary	Tamborapa Formation		Shale, sandstone, conglomerate
Tertiary	Porculla Volcanics		Andesite, tuff, tuff breccia
	Llama Volcanics		Tuff breccia, sandstone, limestone, gypsum
Cretaceous	Goyllarisquizga Group		Quartzite, shale, sandstone, limestone
Jurassic	Oyotun Volcanics		Andesite, tuff, tuff breccia, shale, limestone
Triassic			
Silurian	Salas Group		Phyllite, schist, quartzite, conglomerate
Ordovician			
Combrrian	Olmos Complex		Schist, gneiss,
Proterozoic	Marañon Complex		Gneiss

Fig. 1 - 4 Generalized Geological Map of The Survey Area

modified from Wilson (1984), Reyes et al (1987) and Davila et al (unpubl)

第3章 地質概要

調査対象地域は地質構造擾乱帯であるいわゆるワンカバンバ屈曲帯南端部に位置する (Fig. I-3)。すなわちアンデストレンドである北北西-南南東を示す一般走向が、北東-南西のエクアドル-コロンビアトレンドに変化する転移帯の南端部を占める。従って調査対象地域内においては、各地質単元の岩相の変化が著しく、従来の調査では地層の対比に相当の混乱が認められる。更に本地域は未開の土地が広範に広がるため、調査のルート確保も極く限られ、地質層序の対比も不充分であり、今後の更なる調査・研究が必要である。

第2年次調査までの広域地質調査により得られた知見をもとに、Wilson (1984)、Reyes y Caldas (1987) 及び Davila et al (未公刊) の図幅を集約し修正すれば、本地域の地質は Fig. I-4 の如く取りまとめる事ができ、更にこれに対応する模式的地質層序は Fig. I-5 に示す通りとなる。

本地域は大別すれば、先カンブリア系ないし古生界に対比される変成岩類、中生界の火山岩類及び堆積岩類、新生界の火山岩類及び貫入岩類が分布する。

変成岩類は、本地域の基盤岩である先カンブリア系に対比されるマラニオン複合岩体 (Maranon Complex)、オールドビス系に対比されるオルモス (Olmos) 複合岩体及びシルル系に対比されるサラス (Salas) 層群であり、片麻岩から片岩ないし千枚岩までの岩相変化を示す。これらの変成岩類は対象地域中央部以西に分布する。

中生界は、下部より石灰岩を主体とするレーチェ (Leche) 累層、火山砕屑岩を主体とするオヨトゥン (Oyotun) 火山岩類、凝灰質岩を挟在する砂質堆積物より成るティナホネス (Tinajones) 累層、珪岩を主体とするゴイアリスキスガ (Goyllarisquizga) 層群、石灰質岩を主体とするインカ (Inca) 累層、チュレック (Chulec) 累層、パリアタンボ (Pariatambo) 累層及びプルイカーナ (Pullucana) 累層より成り、本調査対象地域の主要地質単位である。

新生界は火山岩類の活動により特徴付けられ、下部よりヤーマ (Llama) 火山岩類、ポルクーヤ (Porcuilla) 火山岩類、シンベ (Shimbe) 火山岩類より成り、調査対象地域西部ないし南西部に出現する。更に第四系に対比される固結度の低い礫岩層であるタンボラーパ (Tamborapa) 累層が調査対象地域東部縁に分布する。

貫入岩類は斑禰岩類、閃緑岩類及び花崗岩類より成る。一般に塩基性岩類は花崗岩類より古く、花崗岩類はポルクーヤ火山岩類までを貫く。K-Ar 法による絶対年代測定によれば、石英閃緑岩 119 ± 6 百万年、石英モンゾニ岩 106 ± 5 百万年、花崗閃緑岩 82.5 ± 4 百万年、モンゾニ閃長岩 78 ± 3.9 百万年、アダメロ岩 47.6 ± 2.4 百万年を示す。貫入岩の分布トレンドは本地域の地質構造を反映し、北西-南東及び南北の伸長方向を示す岩体が多い。

本調査対象地域における地質構造上の特徴はアンデス構造帯の一般方向の変異帯の南縁に位置することである。本変異帯はいわゆるワンカバンバ屈曲帯と呼称され、アンデスの基本構造である北北西－南南東の一般方向がエクアドル－コロンビアの基本構造である北東－南西に変化する地域に相当する。本屈曲帯は中生代の構造運動発展過程に形成されたとされている。

本地域における断層構造は東西の圧縮力により生じた東西及び北東－南西の組合せと北西－南東の圧縮力による南北及び北北西－南南東の組合せの二系統があり、これらの断層系列はいずれもワンカバンバ屈曲帯形成時の構造運動を反映しているものとされている。

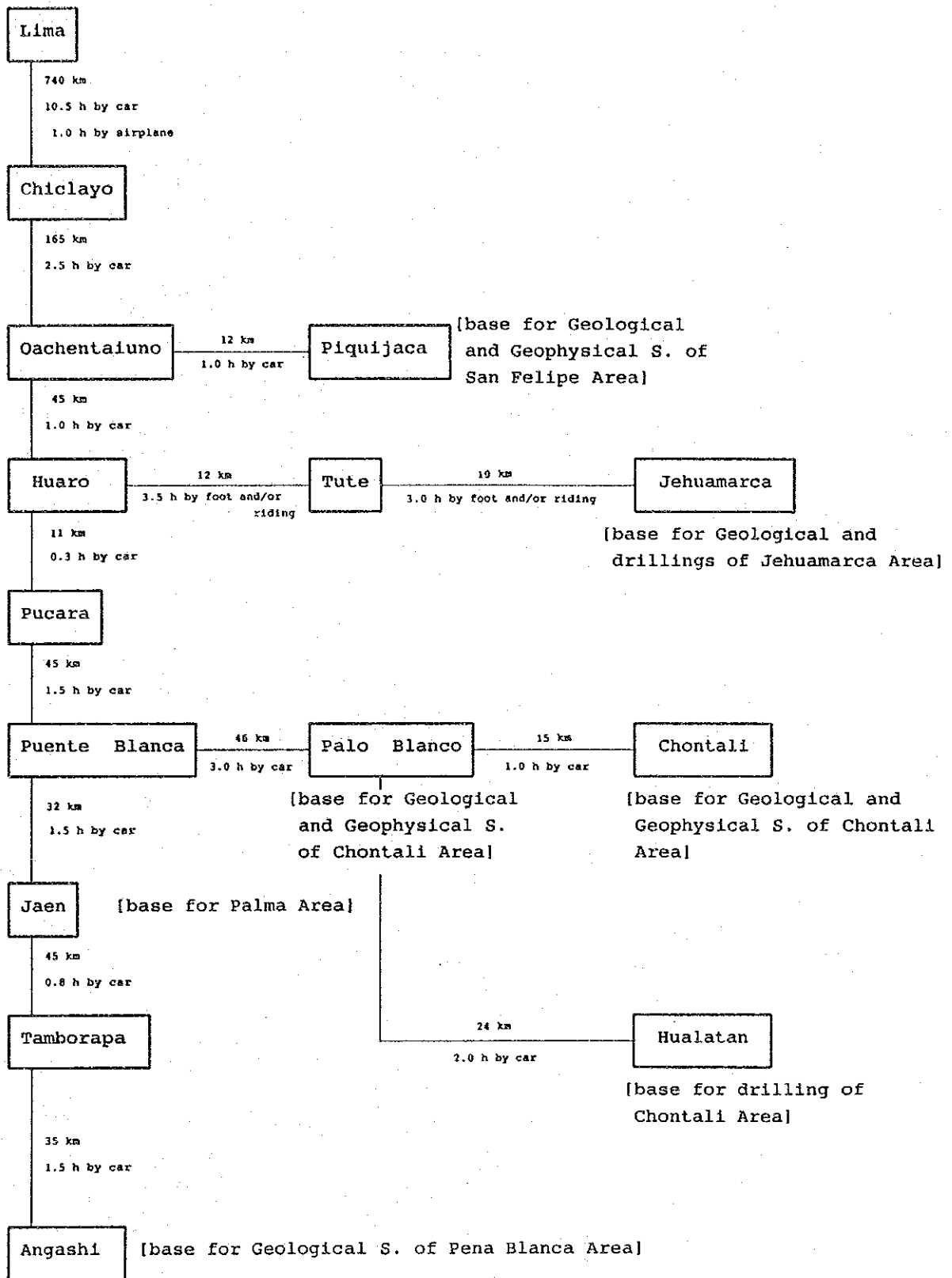
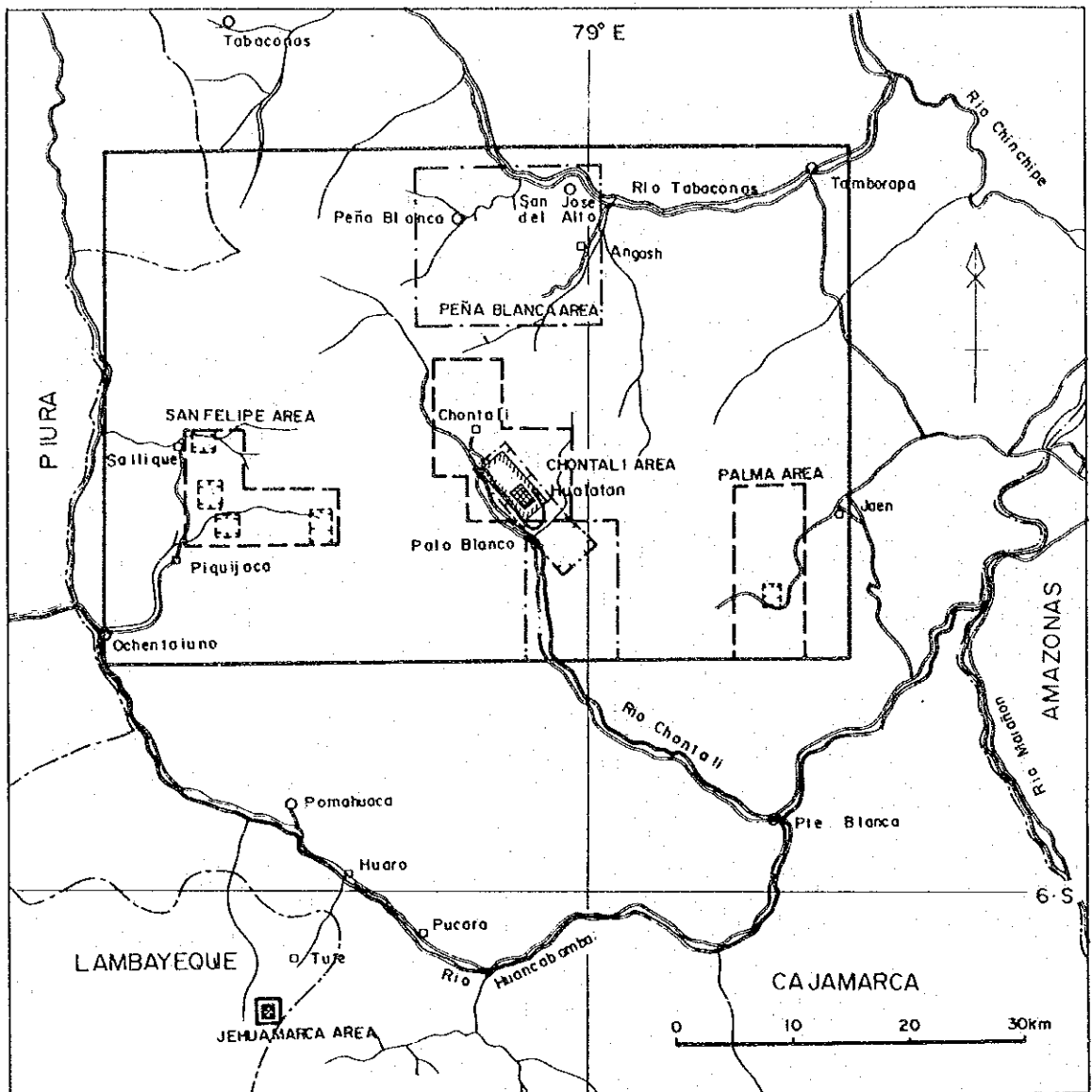


Fig. I-6 Summarized Accessibility of the Survey Area



- | | | | |
|--|---|--|----------------------------------|
| | Limits of Department | | Pachapiriana Project Area |
| | River | | Detailed Survey Area in 1988 |
| | Road | | Semidetailed Survey Area in 1988 |
| | Town and/or Village | | Detailed Survey Area in 1989 |
| | Base and/or Supplemental Camp for the field works | | Semidetailed Survey Area in 1989 |
| | | | Detailed Survey Area in 1990 |
| | | | Detailed Survey Area in 1991 |

Fig I-7 Location of the Survey Area

第4章 現地事情

4-1 位置及び交通

調査地域内の各ベースキャンプに至る交通経路はFig. I-6のとおり要約できる。

リマよりオチェンタイウノまでは舗装道路である。オチェンタイウノよりハエンまではベラウンデ(Belaunde)政権時に策定された舗装計画があり、一部舗装も施されてはいるが、ガルシア(Garcia)政権となり、計画自体が保留され、大部分が未舗装として残っており、かつ路面装備も全くなされておらず、雨期の通行は難渋を極める。支線に至っては全て単にブルドーザーで開さくしたのみであり、整備も全くなされていないと言ってもよく、乾期であっても通行は難渋する。

調査地域内の交通は自動車道はFig. I-7に示す道路のみで非常に乏しく、実際の調査は馬道が主要交通網となる。その馬道も調査地域内部では未だ広大な熱帯雨林帯(原生林)が残存し未開拓地であるため非常に乏しく、調査ルート確保のためには伐採班を編成する必要があった。

4-2 地形及び水系

ペルーの地形区分に従えば本調査地域の大部分はサジケ(Sallique)山脈帯に属する。標高は海拔700mから3,800mまでを示し、地形は急峻で典型的な幼年期地形を呈する。調査地域の西側はいわゆるワンカバンバ低地帯をはさみ南米大陸の分水嶺を形成する西アンデス山脈が分布する。調査地域東端はいわゆるマラニオン(Maranon)低地帯にかかり、起伏のゆるやかな老年期地形を呈する。

サジケ山脈帯は西アンデス山脈帯より氷河活動により分離されたとされ、比較的低位にもU字谷、氷蝕カール等の氷河地形の残影がみられる。また高所では針状峰(aiguille)、氷蝕尖峰(horn)及び鋸歯状山稜(grat)等の氷河に特徴的な地形が随所に保存されている。

本調査地域の水系は全てアマゾン川を經由して、大西洋に注ぎ込む。重要河川としては調査地域の西部を境しほぼ南北に流れ、調査地域南方でほぼ東西に方向を転ずるワンカバンバ川、調査地域中央部を北西-南東の方向性をもって斜交するチョンタリ川、調査地域北端を境するタバコナス(Tabaconas)川がある。これらの河川は全てアマゾン川のペルーにおける一大支流の一つであるマラニオン川に合流する(Fig. I-1)。

ワンカバンバ川はその豊富な水量を西アンデス山脈西部に広がる広大な砂漠地帯に灌漑するための、西アンデス山脈を横断する用水路計画の水源として位置付けられている。

4-3 気候及び植生

調査地域の気候及び植生は標高差が 3,000mにも達するため標高による変化が特に顕著である。

標高 3,000m以上はいわゆるプーナ(Puna)気候であり、寒冷気候帯である。植生もイチユ(Ichu)と呼ばれる針状植物あるいは低灌木類のみであり、氷河地形の急峻さと相俟って土地利用はほとんどなされていない。

標高 1,500m~3,000 m間は亜熱帯性気候であり、高温多湿の性格を有し、主要濃耕地帯を形成する。未開墾部は高地性亜熱帯雨林帯が残存し、地形の急峻さと相俟って人跡未踏の地を形成する。開墾部はいわゆる焼畑農業であるため、放置された部分は、二次的植生が繁茂する。西部域は、開墾が進むにつれ降雨量が減り砂漠化が進んで来たという。ワンカパンバ川の支流であるグランデ(Grande)川下流域ではかつては植生豊かであったとの事であるが、現在では岩石砂漠に変化している。

標高 1,500m以下は初生的には高温多湿の熱帯雨林帯であるが、現在では開墾が進み、熱帯雨林帯は河川流域に局所的に残存するのみである。

調査対象地域内の気象条件は場所により相当の差異が感じられるが、気象観測拠点が非常に少なく、また観測データも不揃いであり、明確に本区域全域を定義付けする事は出来ない。ハエン、チョンタリ及びタバコナス(調査対象地域外、北東延長部)での観測データの総括をTable 5に示す。

気温は、標高に如実に反映し、より低地にあるハエンで高く、順次高度が上るに従いチョンタリ、タバコナスと平均気温は低下する。3地点共に、月別平均気温の変化は僅少であり、季節の変化は微々たるものであると言える。しかしながら月別の最高気温と最低気温の温度差はいずれの地点でも10℃以上の差が認められ、日較差がかなり大きい事を暗示している。

相対湿度は気温とは逆に高地ほど高くなる傾向を示す。月別の平均湿度を眺めれば、湿度の高低は雨期・乾期とは関係なく、平均気温の高低に比較的良好一致しているとみる事が出来る。

降水量は標高とは関係なく、むしろ周辺区域の原生林の有無に相当影響をうけているものと考えられる。周辺区域全てが開墾され、水田、畑あるいは放牧地となったハエンでは降雨日数は他2地点とあまり変わらないにもかかわらず、降水量は約7割強を示すにすぎない。チョンタリのデータは観測地点がペーニャ・ブランカ地区寄りの原生林が残存する区域にあり、植生の多い地点の性格を如実に示しているものと思われる。またタバコナスは両者の中間の性格を示していると解される。降雨はいずれの地点でも年中認められ乾期及び雨期の区分は明瞭でないが、平均 100mm/月以上降る月を雨期と定義づければ12月~5月が雨期、

6月～11月が乾期という事が出来よう。この中でも 1月～ 4月が特に雨の多い月、 7月～ 9月が特に雨の少ない月とみる事が出来る。

Table 5 Meteorology of the Survey Area

		Precipitation (mm)											
		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Tabaconas	Mean	114.1	107.1	115.1	113.3	90.6	67.7	53.4	58.0	54.4	88.1	73.1	111.4
	Max.	232.2	233.4	179.6	229.2	145.2	158.8	93.2	134.1	114.4	257.8	182.8	256.9
	Min.	63.1	42.2	45.4	41.7	25.1	13.5	16.2	13.0	5.6	11.6	10.0	0.3
Chontali	Mean	159.5	119.6	173.7	152.3	102.1	71.8	46.2	35.1	52.1	90.1	80.8	87.5
	Max.	676.5	204.9	830.0	380.8	206.5	187.0	123.3	79.9	134.3	195.4	221.5	215.5
	Min.	22.1	29.2	55.2	23.1	28.3	24.8	10.2	13.3	6.3	6.0	25.0	4.2
Jaen	Mean	73.2	79.2	110.2	100.9	70.4	42.5	33.6	25.9	46.4	74.0	65.1	62.8
	Max.	159.7	174.0	264.7	194.0	176.7	142.1	174.1	41.9	216.8	139.7	153.5	174.1
	Min.	11.0	13.0	23.9	40.9	17.4	7.8	10.0	6.5	5.4	14.2	11.7	9.2
		Rainy Day (days)											
		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Tabaconas	Mean	17.7	17.5	17.1	17.1	15.7	15.0	13.1	12.1	13.0	14.0	12.4	16.0
	Max.	27	25	26	26	22	25	21	19	19	20	23	22
	Min.	7	8	10	9	5	8	7	1	5	5	7	1
Chontali	Mean	14.8	13.7	17.3	16.4	15.7	12.3	10.1	8.4	9.2	11.4	10.1	11.7
	Max.	25	20	26	25	24	19	14	15	16	24	15	22
	Min.	6	5	3	5	6	6	6	4	2	2	3	1
Jaen	Mean	13.9	13.6	16.3	15.9	13.5	12.1	10.6	10.0	10.5	12.6	11.1	12.5
	Max.	23	22	28	22	21	21	19	16	17	20	19	20
	Min.	6	7	8	8	6	3	4	5	3	6	4	1
		Temperature (°C)											
		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Tabaconas	Mean	17.3	17.6	17.6	17.6	17.3	16.6	16.1	16.6	17.1	17.8	18.3	18.0
	Max. highest	23.6	23.1	23.1	23.0	22.5	22.1	22.0	23.1	23.2	24.2	24.8	28.1
	lowest	19.9	20.0	20.6	21.3	20.7	19.8	19.1	19.9	20.7	21.1	22.3	20.6
	Min. highest	8.4	8.4	8.4	8.4	6.6	5.9	6.4	5.7	5.8	8.3	7.7	7.5
	lowest	14.5	14.9	14.7	14.8	14.7	14.1	13.4	14.4	13.7	14.4	14.2	14.4
Chontali	Mean	19.1	19.2	19.3	19.4	19.2	18.7	18.3	18.7	19.1	19.6	19.9	19.7
	Max. highest	26.0	26.0	25.6	25.6	25.2	25.1	25.2	25.6	26.9	27.0	28.5	26.5
	lowest	21.4	22.2	22.6	22.9	22.6	22.1	22.2	22.2	23.4	22.8	23.2	23.1
	Min. highest	12.4	12.4	13.2	12.7	12.5	11.5	11.0	11.4	11.8	11.5	12.1	12.4
	lowest	16.9	16.4	16.5	15.8	16.6	15.1	14.6	14.5	15.6	15.6	15.5	16.5
Jaen	Mean	24.8	24.8	24.6	24.7	24.5	24.1	24.0	24.7	25.5	25.7	25.8	25.5
	Max. highest	33.6	32.6	31.5	32.4	30.7	30.9	30.8	32.6	32.6	33.3	33.0	34.0
	lowest	27.8	28.1	27.7	28.4	28.3	27.5	28.3	27.9	29.5	29.4	29.8	29.5
	Min. highest	17.6	16.6	17.2	16.4	16.4	16.5	16.0	16.5	16.4	16.6	16.3	17.4
	lowest	22.0	21.5	21.0	20.8	21.4	20.4	20.2	20.9	21.5	21.8	22.0	21.7
		Humidity (%)											
		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Tabaconas	Mean	87.1	87.6	88.0	88.8	89.1	90.0	88.7	88.0	87.9	85.9	83.5	84.7
	at 7 am.	91.3	91.6	93.6	93.7	94.5	94.9	95.1	94.7	95.1	93.4	90.7	90.2
	at 1 pm.	82.5	83.0	81.9	81.7	83.5	84.2	82.0	80.6	83.1	82.5	73.5	79.8
	at 7 pm.	88.1	89.4	90.0	90.6	91.0	90.3	91.9	90.2	91.5	89.7	87.8	88.3
Chontali	Mean	85.5	86.5	87.0	85.7	85.9	84.5	83.9	82.6	81.9	83.9	82.3	82.7
	at 7 am.	95.0	94.5	94.2	96.5	95.0	95.0	95.8	93.4	93.9	95.0	94.1	93.1
	at 1 pm.	82.8	81.3	81.0	79.5	79.7	77.8	75.8	75.6	75.8	80.1	77.6	77.6
	at 7 pm.	87.0	87.3	88.5	87.3	87.2	86.0	86.0	84.9	84.5	85.1	85.1	84.5
Jaen	Mean	70.3	72.9	74.6	75.1	74.4	74.0	68.8	66.6	65.5	66.4	65.9	67.9
	at 7 am.	86.5	88.4	88.5	90.3	89.7	89.8	85.4	84.8	82.5	81.9	81.2	82.5
	at 1 pm.	61.1	61.5	60.7	60.8	61.0	60.0	53.0	52.9	51.4	53.6	54.1	56.5
	at 7 pm.	71.5	72.4	74.1	76.3	76.7	74.9	67.6	67.0	66.5	66.9	67.1	67.2
Elevation		Lat.	Long.										
Tabaconas	1860 m	5° 19'	79° 17'										
Chontali	1610 m	5° 45'	78° 58'										
Jaen	620 m	5° 40'	78° 51'										

第5章 結論及び提言

5-1 結論

本地域における鉍化示徴はスカルン型、斑岩銅型及び浅熱水性鉍染～鉍脈型の三種に分類することができる。またこれらの鉍化示徴は、レーチェ石灰岩類、オヨトゥン火山岩類及びポルクーヤ火山岩類の三地質単元にのみ出現する。

スカルン型鉍化示徴は、オヨトゥン火山岩類中のサンフェリッペ地区パラモ区域及びパルマ地区ミラ・フローレス南岸区域、及びレーチェ石灰岩類中のペーニャ・ブランカ地区アンガシ区域に分布するが、いずれも小規模・低品位で経済的な鉍床賦存の可能性は低い。

斑岩銅型鉍化示徴は、サンフェリッペ地区ラ・ワカ区域及びパルマ地区ソナンガ区域のオヨトゥン火山岩類中に分布する。いずれの鉍化示徴も変質作用や地化学異常帯は斑岩銅鉍床賦存可能性を示唆しており、このうちラ・ワカ区域については電磁探査により大規模低比抵抗帯を確認した。

浅熱水性鉍染～鉍脈型鉍化示徴は、オヨトゥン火山岩類中にてサンフェリッペ地区ペーニャ・ベルデ区域及びチョンタリ地区ワラタン区域及びポルクーヤ火山岩類中のヘワマルカ地区に分布する。これらの鉍化示徴はいずれも電磁探査により比抵抗分布を確認した。

ヘワマルカ地区では鉍化帯を暗示する低比抵抗帯中の高比抵抗帯を確認し、ボーリング調査により珪化変質作用に伴う単金属鉍染鉍化作用の存在を確認した。が、現在の金属価格では採算にのりがたく、未来資源と位置付けるべきであろう。

ワラタン区域では、貫入岩の貫入形態を暗示する高比抵抗基盤の盛り上り構造が抽出され、更に重力探査により比抵抗基盤に類似する重力基盤の盛り上り構造を確認した。基盤構造の盛り上りの斜面部にて実施したボーリング調査では、金鉍化作用を伴う石英脈はプランジを有する事が確認された。石英脈の屈曲・露頭品位分布を総合的に判断すれば、鉍化帯は急傾斜で南方に傾斜（プランジ）するものと推定される。石英脈の流体包有物の充填温度は単純平均で151℃であり、金鉍化作用の最適温度よりも大幅に低温である。また地表下200mまでの地下浅部においては、地表露頭に比し金品位は相対的に低く、品位の変動は相当激しいものと考えられる。従って安定した品位分布をなす金鉍化帯は、より深部に潜在する可能性が高いと結論される。

5-2 提 言

ワラタン区域は金鉱床の賦存の可能性の極めて高い区域であり、次の一連の調査の実施が望まれる。

石英脈及び鉱化帯のプランジ確定の為の露頭詳細スケッチ及びサンプリング

鉱化帯のプランジ確定と立体的連続性確認の為の平面及び深部展開ボーリング

更に有望地区抽出過程で有望としながらも、優先順位により未調査として残されたソナガ区域及びラ・ワカ区域については、物理探査の実施が望まれる。

↑

第Ⅱ部 各 論

●

●

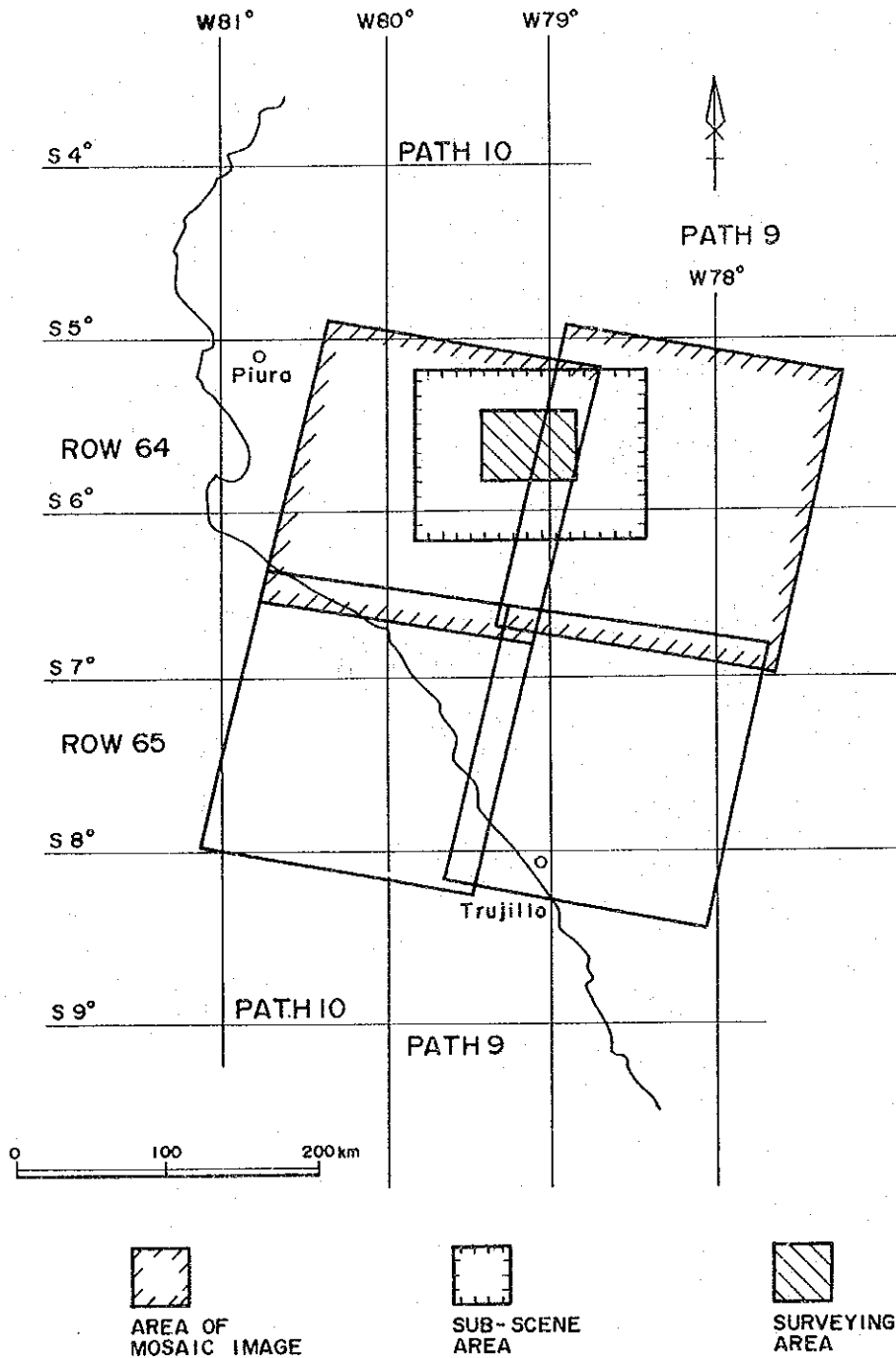


Fig.II-1

Location Map of Landsat Image

第1章 ランドサット画像解析

1-1 調査概要

MSSデータをコンピュータ処理することにより画像判読に最適のフォースカラー画像及び第7バンドの白黒画像を作成し、調査対象地域全域のリニアメント解析を行った。

入手されたMSSデータは、ブラジル局のものであり、ブラジリアンBIP12 (Band Interleaved by 2 Pixels)と呼ばれる特殊フォーマットであったため、標準的なBIL (Band Interleaved by Line)フォーマットに変換した後、濃度変換、ノイズを含むデータラインの補修、座標補正、モザイク接合部の濃度スムージング処理を行ない、画像判読範囲をサブシーンとして抽出した。数値処理した画像範囲をFig. II-1に示す。

1-2 解析結果

1-2-1 リニアメント

ペルー北部及びエクアドル南部は広域的な地質構造トレンドの変換部となっている。アンデス山脈を構成する三連の山脈は、この地域を境にNW-SE系からNE-SW系にトレンドを変える。画像範囲は、アンデス山脈がNW-SEトレンドを示す部分の北西端に位置している。NW-SEのトレンドは調査対象範囲の北東（画像北東端）の堆積岩類の走向に表われている他、対象範囲の南ないし南東及び北に主要なリニアメントの方向として表れている。また、画像東端には堆積岩類の向斜背斜構造が読み取れ、その方向もNW-SE系である。このNW-SE系に直交するNE-SW方向のリニアメントは南東部に顕著である。N-S方向のトレンドはワンカバンバ川西部に顕著である。

調査対象範囲内は、NW-SE方向及びNE-SW方向のリニアメントは優勢ではなく、むしろN-S系とこれに直交するE-W系が優勢である (Fig. I-2)。特にハエン西部のリニアメント群、チョンタリ南部の主要なリニアメント群及び南西端ピキハカ南部の弱いリニアメント群に表われている。

Fig. II-2はそれぞれ調査対象範囲の強いリニアメント (Fig. II-2上段) とすべてのリニアメント (Fig. II-2下段) のローズダイアグラムである。上半円は頻度、下半円は累積距離である。強いリニアメント図では抽出されたりニアメントは81本、その累積距離は約500kmで、N15°W方向が最も頻度が高く累積距離はN5°W方向が最も長い。これらに直交するE-W系が上記の方向の次に卓越している。1本のリニアメントの長さは3~4kmのものが最も頻度が高い。

すべてのリニアメントの数は 306本、累積距離約 900kmであった。頻度の高い方向はN20° W、累積距離の長いのはN10° Wで強いリニアメントのみの場合に比べ両者とも 5° 西へ回転している。1本のリニアメントの長さは 1~2 kmのものが頻度が高い。全体としては、アンデストレンドあるいはエクアドル-コロンビアトレンドを示すものは少なく、むしろNS系及びEW系のリニアメントに卓越するといえる。

1-2-2 環状構造

環状構造は調査範囲南西端から東南東方向にかけて 5ヶ所、画像南端に 2ヶ所、その他環状の一部が見えるものとして、2ヶ所判読された。環状構造の直径は 4~15kmである。このうち調査範囲南西端の環状構造は最も明瞭で南流するワンカバンバ川とオチェンタイ・ウノ部落で合流するピキハカ川とがきれいな半円を構成し、それぞれの川の枝沢が残りの半円を構成し環状を呈している。

1-3 考察

1) サン・フェリッペ地区

サン・フェリッペ地区は判読されたりニアメントが少ないが、これは、一部雲に覆われているためである。近傍も含めると判読されたりニアメントは、ほぼN-S系とE-W系で、ピキハカ部落から東に延びる明瞭なりニアメントはチョンタリ準精査地区まで達している。

2) チョンタリ地区

チョンタリ地区はNNW系~NW系が優勢でこれに斜交するNNE系~NE系が見られる。NNW~NW方向はアンデス山脈の大きなトレンドを反映しているものと考えられる。NNE~NE方向は、後述する断層構造を抽出したものと思われる。

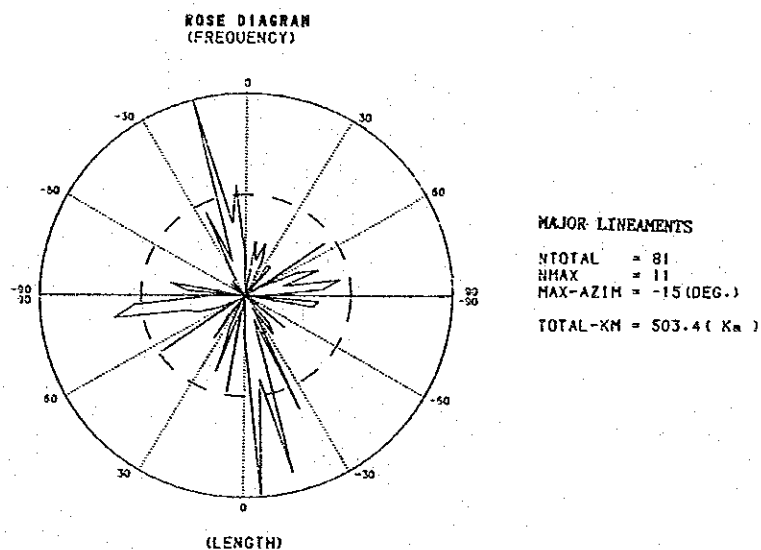
3) パルマ地区

パルマ地区北半分には明瞭なE-W系のリニアメントが見られる。このうち1本はハエンの東方にまで続く優勢なものである。この他NNE方向の明瞭なりニアメントとNE系の弱いリニアメントが見られる。

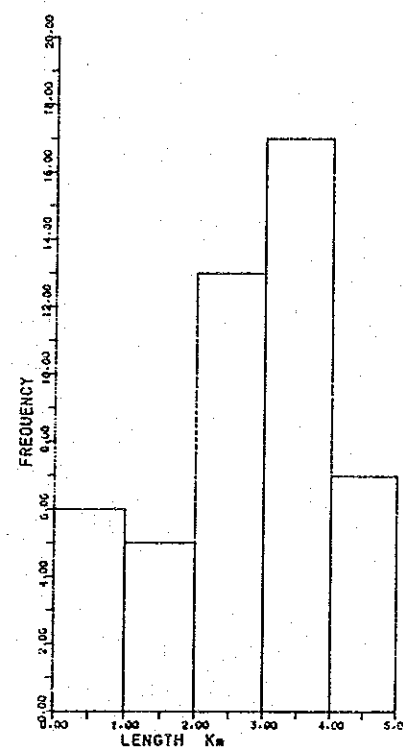
4) ヘワマルカ地区

一部に雲があるため判読されたりニアメントは2本で、いずれもNNW方向である。

ROSEDIAGRAM OF LINEAMENTS

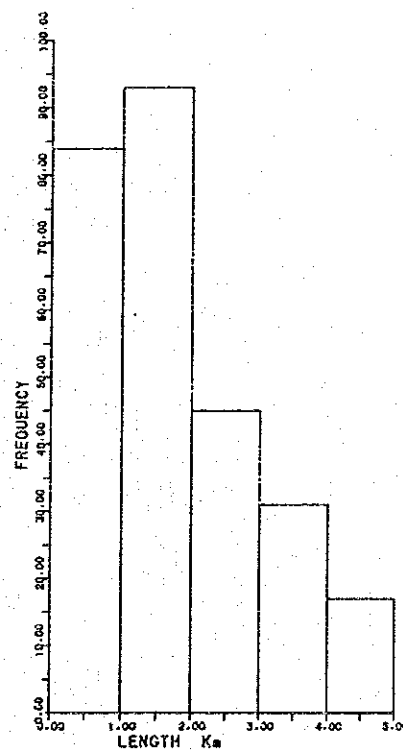
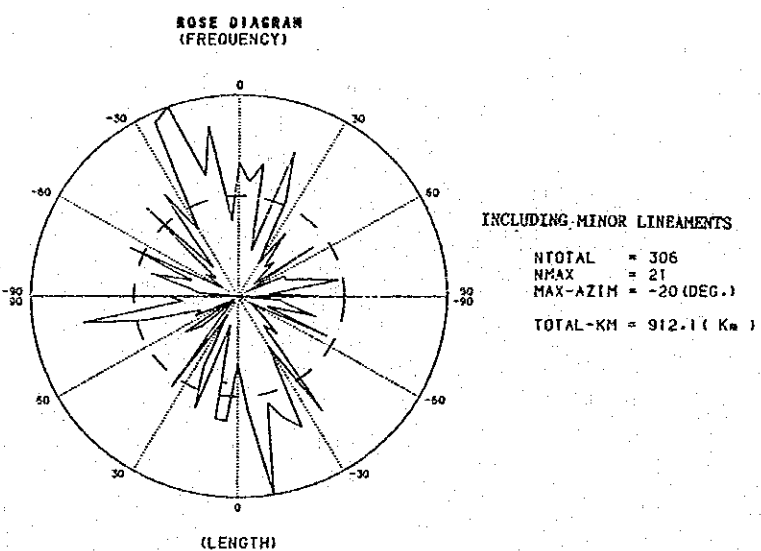


HISTOGRAM OF LINEAMENTS



LIST OF LINEAMENTS

DIRECTION	NUMBER	LENGTH
PCS X	X	KM X
N90.0E-N87.5E	1 1	8.8 2
N87.5E-N82.5E	4 5	30.7 6
N82.5E-N77.5E	5 6	36.9 7
N77.5E-N72.5E	2 2	16.7 3
N72.5E-N67.5E	4 5	13.9 3
N67.5E-N62.5E	3 4	8.1 2
N62.5E-N57.5E	1 1	2.4 0
N57.5E-N52.5E	5 6	27.9 6
N52.5E-N47.5E	0 0	.0 0
N47.5E-N42.5E	0 0	.0 0
N42.5E-N37.5E	2 2	7.3 1
N37.5E-N32.5E	2 2	14.8 3
N32.5E-N27.5E	0 0	.0 0
N27.5E-N22.5E	2 2	8.8 2
N22.5E-N17.5E	3 4	23.1 5
N17.5E-N12.5E	2 2	4.7 1
N12.5E-N 7.5E	3 4	27.9 6
N 7.5E-N 2.5E	0 0	.0 0
N 2.5E-N 2.5W	2 2	11.6 2
N 2.5W-N 7.5W	6 7	57.7 11
N 7.5W-N12.5W	4 5	24.4 5
N12.5W-N17.5W	11 14	52.3 10
N17.5W-N22.5W	2 2	6.9 1
N22.5W-N27.5W	5 6	35.8 7
N27.5W-N32.5W	1 1	4.1 1
N32.5W-N37.5W	1 1	13.1 3
N37.5W-N42.5W	1 1	9.8 2
N42.5W-N47.5W	0 0	.0 0
N47.5W-N52.5W	1 1	11.1 3
N52.5W-N57.5W	0 0	.0 0
N57.5W-N62.5W	1 1	2.8 1
N62.5W-N67.5W	0 0	.0 0
N67.5W-N72.5W	0 0	.0 0
N72.5W-N77.5W	0 0	.0 0
N77.5W-N82.5W	4 5	18.7 4
N82.5W-N87.5W	3 4	19.9 4
N87.5W-N90.0W	1 1	8.8 2
SUM TOTAL	81	503.4



DIRECTION	NUMBER	LENGTH
PCS X	X	KM X
N90.0E-N87.5E	9 3	23.9 3
N87.5E-N82.5E	3 1	18.8 2
N82.5E-N77.5E	10 3	53.2 6
N77.5E-N72.5E	7 2	31.4 3
N72.5E-N67.5E	5 2	13.8 2
N67.5E-N62.5E	5 2	15.5 2
N62.5E-N57.5E	1 0	1.4 0
N57.5E-N52.5E	9 3	21.6 2
N52.5E-N47.5E	2 1	16.3 2
N47.5E-N42.5E	5 2	2.0 0
N42.5E-N37.5E	4 1	9.1 1
N37.5E-N32.5E	8 3	38.6 4
N32.5E-N27.5E	4 1	7.7 1
N27.5E-N22.5E	11 4	27.7 3
N22.5E-N17.5E	16 5	41.8 5
N17.5E-N12.5E	5 2	10.4 1
N12.5E-N 7.5E	14 5	43.6 5
N 7.5E-N 2.5E	12 4	43.9 5
N 2.5E-N 2.5W	14 5	23.6 3
N 2.5W-N 7.5W	8 3	40.0 4
N 7.5W-N12.5W	18 6	70.4 8
N12.5W-N17.5W	13 4	38.8 4
N17.5W-N22.5W	21 7	45.4 5
N22.5W-N27.5W	20 7	50.4 6
N27.5W-N32.5W	8 3	20.4 2
N32.5W-N37.5W	13 4	48.8 5
N37.5W-N42.5W	4 1	13.2 1
N42.5W-N47.5W	13 4	18.2 2
N47.5W-N52.5W	3 1	10.7 1
N52.5W-N57.5W	4 1	7.0 1
N57.5W-N62.5W	2 1	4.6 1
N62.5W-N67.5W	12 4	32.3 4
N67.5W-N72.5W	5 2	10.4 1
N72.5W-N77.5W	9 3	26.4 3
N77.5W-N82.5W	5 2	17.1 2
N82.5W-N87.5W	4 1	13.9 2
N87.5W-N90.0W	9 3	23.9 3
SUM TOTAL	306	912.1

Fig.II-2

Lineaments Analysis

第2章 サン・フェリッペ地区

2-1 地質調査・地化学探査

2-1-1 調査目的

本地区には“北部地化学探査計画”により抽出されたラ・ワカ、ペーニャ・ベルデ、ベガ及びパラモ等の鉱徴が存在する。これらの鉱徴のうち、ラ・ワカについてはフランスBRGM (Bureau de Recherches Geologiques et Minières)によりボーリング調査(7孔計572m)が実施されている。またその他の3鉱徴については地質鉱物冶金研究所により鉱床予察調査が部分的に実施されている。

初年度調査はこれら鉱徴地の相互の関係及び地質的位置付けを明確にすることを目的として地化学探査を併用した地質準精査と各鉱徴の具体的鉱床ポテンシャルを明らかとすることを目的として地化学探査を併用した地質精査とが実施され、更にラ・ワカにて捕捉された珪化岩分布域に対しその規模及び産状を探ることを目的としてトレンチ調査が実施された。

2-1-2 地質

本調査地区はReyes et al (1987)によれば、西部域(ペーニャ・ベルデ、ラ・ワカ及びベガ分布域)は堆積岩を主体とする中生層を基盤とし、これを不整合に覆い第三紀のポルクーヤ火山岩類が分布し、両者は断層により接しているのに対し、東部域(パラモ区域)では古生層サラス層群を基盤とし、これを不整合に覆いポルクーヤ火山岩類が分布し、両区域の中間域にほぼ南北の伸長方向を有する閃緑岩質貫入岩が分布するとしている。

中生層は調査地区西部縁にほぼ南北の伸長方向を有し、中生層分布域の東縁よりティナホネス累層、インカ累層、チュレック累層、パリアタンボ累層及びプレイカーナ累層が累重し、西縁でポルクーヤ火山岩類に不整合にて覆われる。東部縁に分布するティナホネス累層は衝上断層により東部に分布するポルクーヤ火山岩類を覆う。地質鉱物冶金研究所により捕捉されたペーニャ・ベルデ、ラ・ワカ及びベガの鉱徴はこのポルクーヤ火山岩類中に胚胎するとしている。

2-1-3 調査結果

1) 地質調査 (Fig. II-3)

本調査地区は片麻岩を主体とし結晶片岩を随伴する変成岩を基盤とし、安山岩類ないし石英安山岩類を含む火山砕屑岩類が不整合にて基盤岩を覆いその上位に石灰岩、泥灰

岩を挟在する石灰岩質ないし凝灰岩質堆積岩類が分布し、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～花崗斑岩及び安山岩が分布する。

変成岩類はラ・ワカ精査区域東部縁及びパラモ精査区域北西部の2ヶ所にて観察されるが、いずれも縞状構造が明瞭であり、変成度よりみてオルモス複合岩体の貫入岩近辺相に相当するものと考えられる。

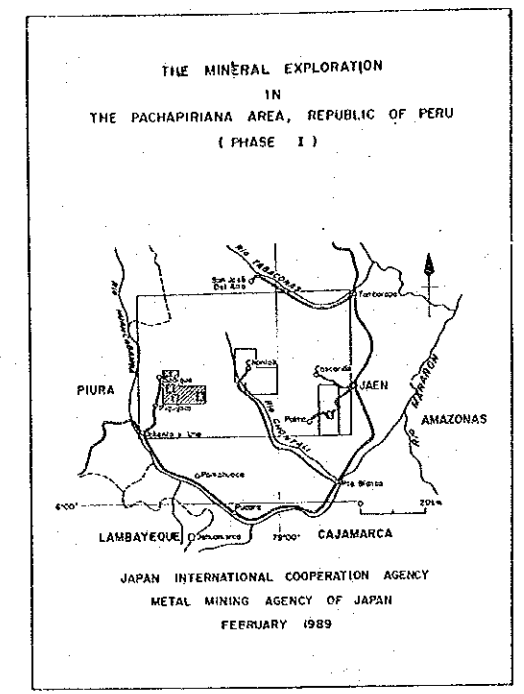
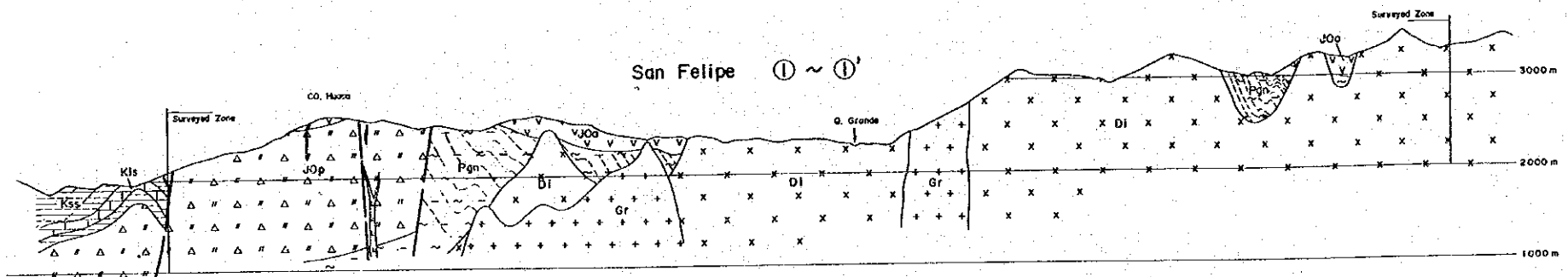
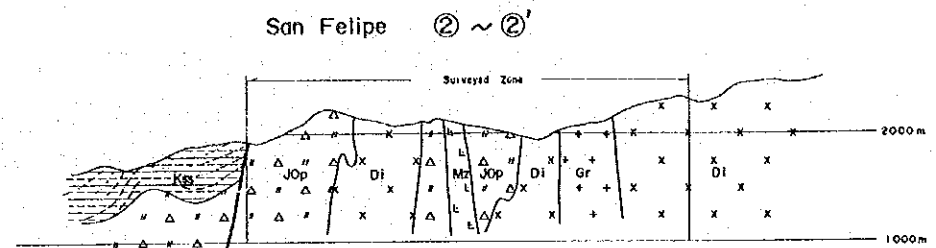
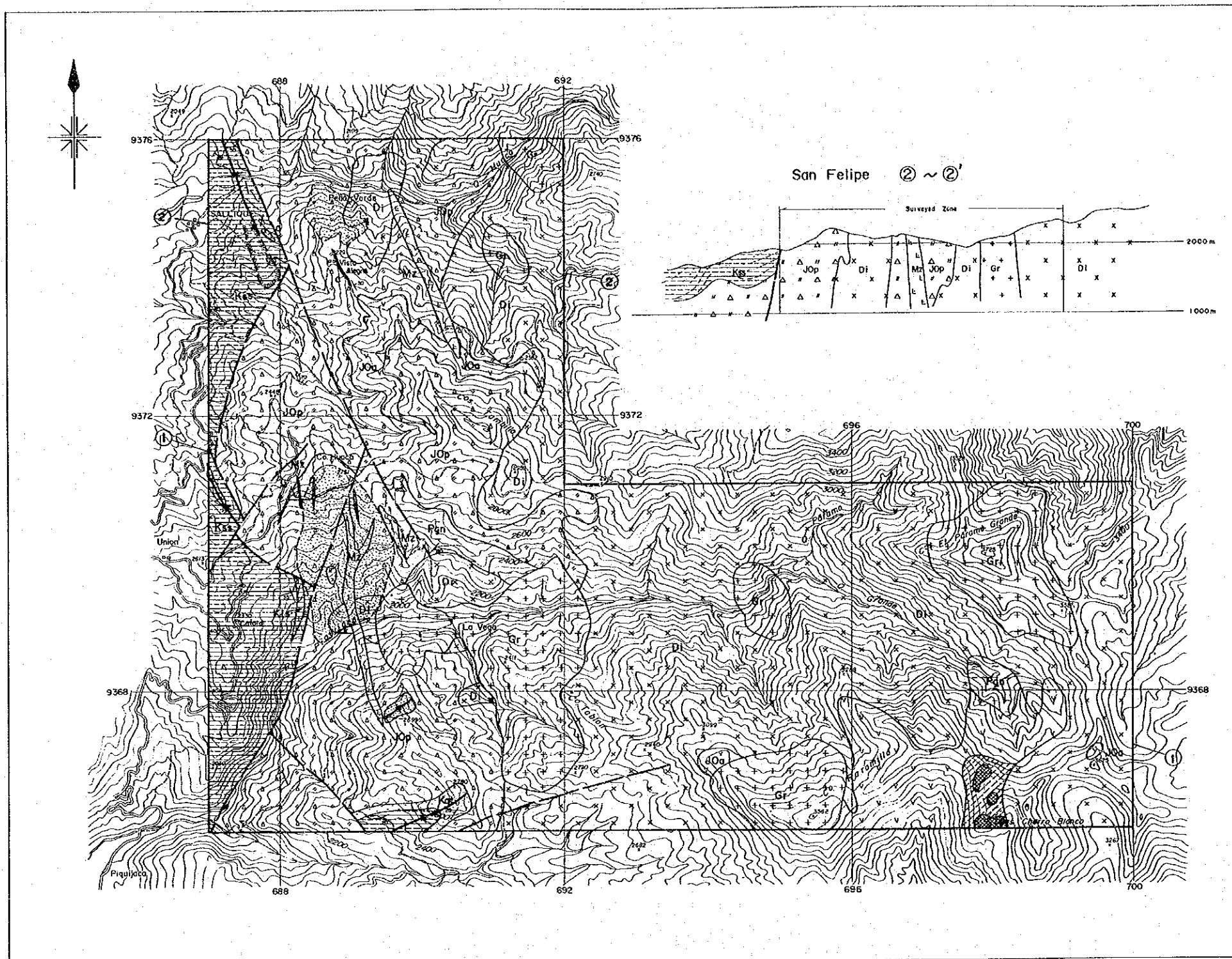
火山岩類は前述のオルモス複合岩体を不整合に覆い出現する。西部域に分布する火山岩類はほぼ南北の伸長方向を有して分布するが、その中央部にオルモス複合岩体が出現しており、全体的構造はこの複合岩体を境とし北部は北方へ、南部は南方へ傾斜するものと解釈される。換言すれば、ラ・ワカ付近において基盤の盛り上がりがあると解析することができる。一方、東部域においては、オルモス複合岩体に接して安山岩質溶岩が分布しており、凝灰岩ないし凝灰角礫岩は極めて乏しい。本火山岩類の堆積年代については化石の産出がなくまた絶対年代測定値もないため確言できないが、白亜紀の堆積岩類に覆われること、下部白亜系上部の貫入岩類に貫かれること及び前述の岩相よりオヨトゥン火山岩類に対比されるものと考えられる。

堆積岩類は大部分調査地区西縁部に南北の伸長方向を持って分布する。極く一部はオヨトゥン火山岩類と整合的關係でオヨトゥン火山岩類を覆って出現するが、南北の伸長方向を有して出現する堆積岩類は断層構造によりオヨトゥン火山岩類と接する。オヨトゥン火山岩類に直接する堆積岩は走向約20mの珪岩であり、その上位に頁岩層が分布する。更に上位には比較的厚い石灰岩を挟在する石灰質ないし凝灰質頁岩及び砂岩帯となる。石灰質岩には比較的普遍的にアンモナイト、巻貝、などの上部白亜系下部までの地質年代に相当する化石を産する。従ってReyes et al (1987) のインカ累層、チュレック累層、パリアタンボ累層及びプレイカーナ累層等に対比されるものと考えられる。

貫入岩類は調査地区中央部から東部にかけて上述の地質単元を切って広く分布する閃緑岩～花崗閃緑岩、閃緑岩～花崗閃緑岩の貫入境界部近辺に短径 0.5～1.5 km、長径 1～3 kmの規模でストック状に貫入する花崗岩、西部域のオヨトゥン火山岩類分布域に巾 10～150m、延長 50m～3 kmの規模で岩脈状に貫入するモンゾニ岩～モンゾニ斑岩及び巾数 10cm～数mの規模で岩脈状に貫入する石英斑岩～花崗斑岩と安山岩とである。

閃緑岩～花崗閃緑岩は、閃緑岩、花崗閃緑岩及びトナル岩に相当する岩相を示す。花崗閃緑岩の K/A r 法による絶対年代は 82.5 ± 4.1 百万年（上部白亜系中部）を示すが、カリ長石が絹雲母に変質しておることより若干若い年代を表示している可能性あることに留意しておく必要がある。

モンゾニ岩は一般に顕著な変質を受けているが、鏡下においてはモンゾニ閃長岩～石



LEGEND

Perloambo F.		Kas Shale, Sandstone
Cretaceous		Kls Limestone
Quartzite		Qtz Quartzite
Jurassic		JQa Andesite
Tertiary		JOp Tuff, Turfbracke, Lepilli Tuff
Silurian		Pgn Phyllite, Schist, Gneiss
Ordovician		DI Diorite, Granodiorite
Intrusives		Andesite
		Monzonite Tonalite
		Granite
Alteration		Sera
		Silicific Zone
		Chertified Zone
Others		Fault
		Antiformal Axis
		Synclinal Axis
		Bedding
		Schistosity
		Landslide

Fig.II-3 Geological Map and Profiles of The San Felipe Area

英閃緑岩の組成領域に位置している。本岩のK/A r法による絶対年代値は78.0± 3.9百万年（上部白亜系）を示すが、変質の度合も強く若干若い年代を与えている可能性もある。

石英斑岩～花崗斑岩は前述の貫入岩類を貫き主に花崗岩体周辺部に出現する。安山岩類は調査地区全域においてみられるが、岩相変化激しく貫入時期に相当の巾があるものと推定される。大別して、斑状組織を呈するものと、非顕晶質なものがあるが、後者は主にオヨトゥン火山岩類分布域に出現する。

断層裂罅系は北西－南東及び北東－南西の二系統が調査地区西部域の中生層分布域において顕著に認められる。いずれの断層裂罅系も急傾斜であり、西部に位置するブロックにより若い地質単元が出現する。これらの断層構造は航空写真解析結果、貫入岩分布域ではその連続性は不明瞭となることより、貫入岩の貫入時期以前に形成され、貫入構造を規制したものと考えられる。

変質作用は、調査地区西部域のオヨトゥン火山岩類、石灰質岩類及び東部域のオヨトゥン火山岩類分布域にそれぞれ特徴的な変質相を示し出現する。西部域のオヨトゥン火山岩類分布域に出現する変質作用は、いわゆる熱水変質作用によるものであり、その規模は地質鉱物冶金研究所により抽出されたペーニャ・ベルデ、ラ・ワカ、ベガ各鉱務区域を包含するほぼ南北の伸長方向を有する巾約 2km、延長約 9kmの範囲に分布する。この変質帯は大局的に概観すれば南部ベガ区域においては粘土化変質が主体となるが、中央部のラ・ワカ区域において珪化・粘土化混合変質を主体とし、最北部のペーニャ・ベルデ区域においては珪化変質を主体とする。変質鉱物としてはX線回折の結果、石英、絹雲母、スメクタイト、カオリナイト、ハロイサイト、緑泥石等の熱水変質に特徴的な粘土鉱物が検出されている。ラ・ワカ区域にて採取した珪化粘土化帯の絹雲母ポリタイプは2M₁であり比較的高温生成相であると推定される。これらの変質作用は前述の断層裂罅系を通路とし、閃緑岩～花崗閃緑岩及び／あるいは、モンゾニ岩の後火成活動の産物として生成されたものと推定される。

東部域オヨトゥン火山岩類中に出現する変質帯はいわゆる接触交代型変質作用によるものであり、緑泥石、緑簾石スカルンにより特徴付けられる。更に金属鉱物として磁鉄鉱を多量に伴う。極く稀に黄鉄鉱と共生するキューバ鉱が認められる。

調査地区西部縁に分布する堆積岩中には層理面及び又は層理面に斜交する割目沿いに生成する粘土化変質が認められる。X線回折結果、カオリナイト、絹雲母、パイロフィライト、明ばん石、鉄明ばん石を含有しており、前述熱水変質帯の外縁帯を形成するものと考えられる。

2) 地化学探査 (Fig. II-4)

本調査地区の地化学探査結果を各分析成分の平均値にて他地区(チョンタリ, パルマ, ヘワマルカ)と比較してみれば, 金(56.77ppb), 鉛(538.61ppm)及び銅(480.05ppm)が全調査地区平均より高く, 特に銅については平均値(190.86ppm)の2倍以上にも達しており, 銅卓越型の鉍化変質帯であると言える。各成分毎の地化学異常値及び地化学異常帯の分布をみれば, 金, 鉛及び銀については非常にまとまりが悪くかつ小規模である。モリブデンは小規模ではあるが比較的まとまりがよい。亜鉛及び銅については規模も大きく, 比較的よくまとまる傾向を示している。

各成分の地質との対応についてみれば, 金の地化学異常帯は閃緑岩~花崗閃緑岩体の内外縁部に主に分布する。銀の地化学異常はオヨトゥン火山岩類及び貫入岩類中に分布する。鉛の地化学異常はオヨトゥン火山岩類及び貫入岩類中に主として認められる。亜鉛及びモリブデンについては, 特定の地質単位と地化学異常との関係は認められず, 裂罅系及び貫入岩の縁辺部に分布する傾向がある。銅についてはオヨトゥン火山岩類中の変質帯にはほぼ重複して現われる。

これらの分布域を帯状分布の観点より眺めれば, ラ・ワカ精査区域及びその近傍では銅異常帯を亜鉛異常帯がとりまき, 更にその外側を鉛の異常帯がとりまくという配置が読みとれ, ペーニャ・ベルデ区域については, 銀異常の外縁に銅異常が分布する傾向が読みとれる。

2-2 物理探査

2-2-1 調査概要

斑岩銅型及び鉍脈型鉍化変質帯の賦存の可能性の高いペーニャ・ベルデ, ラ・ワカ区域間の地下深部の比抵抗構造を把握し鉍化変質帯と地質構造の関係を明らかとする事を目的としてCSAMT法による電磁探査を21km²の範囲に71測点実施した。

調査では4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048の10周波数の見掛比抵抗分布を得たが, 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。

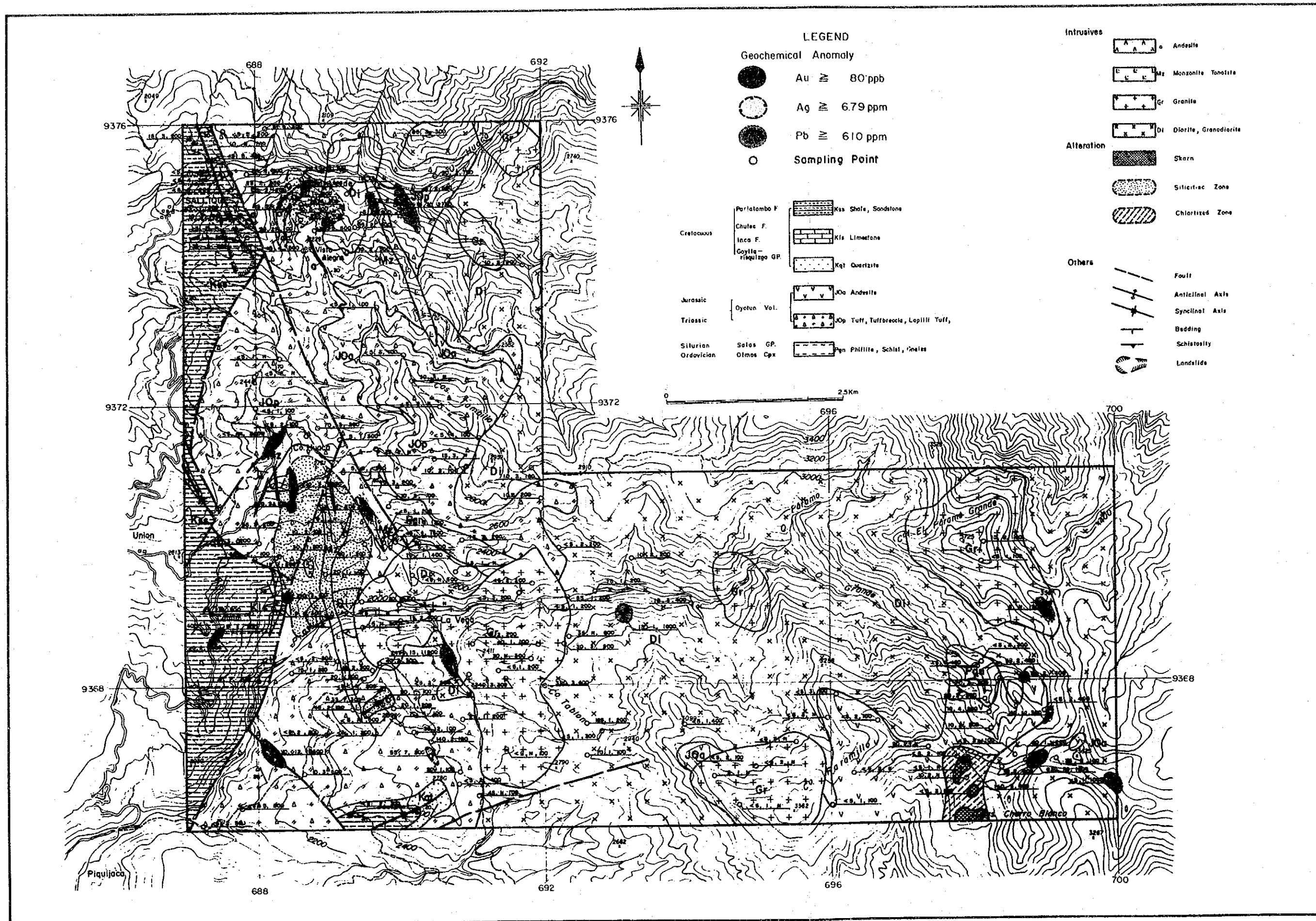


Fig. II-4(1) Geochemical Map of The San Felipe Area (Au, Ag and Pb)

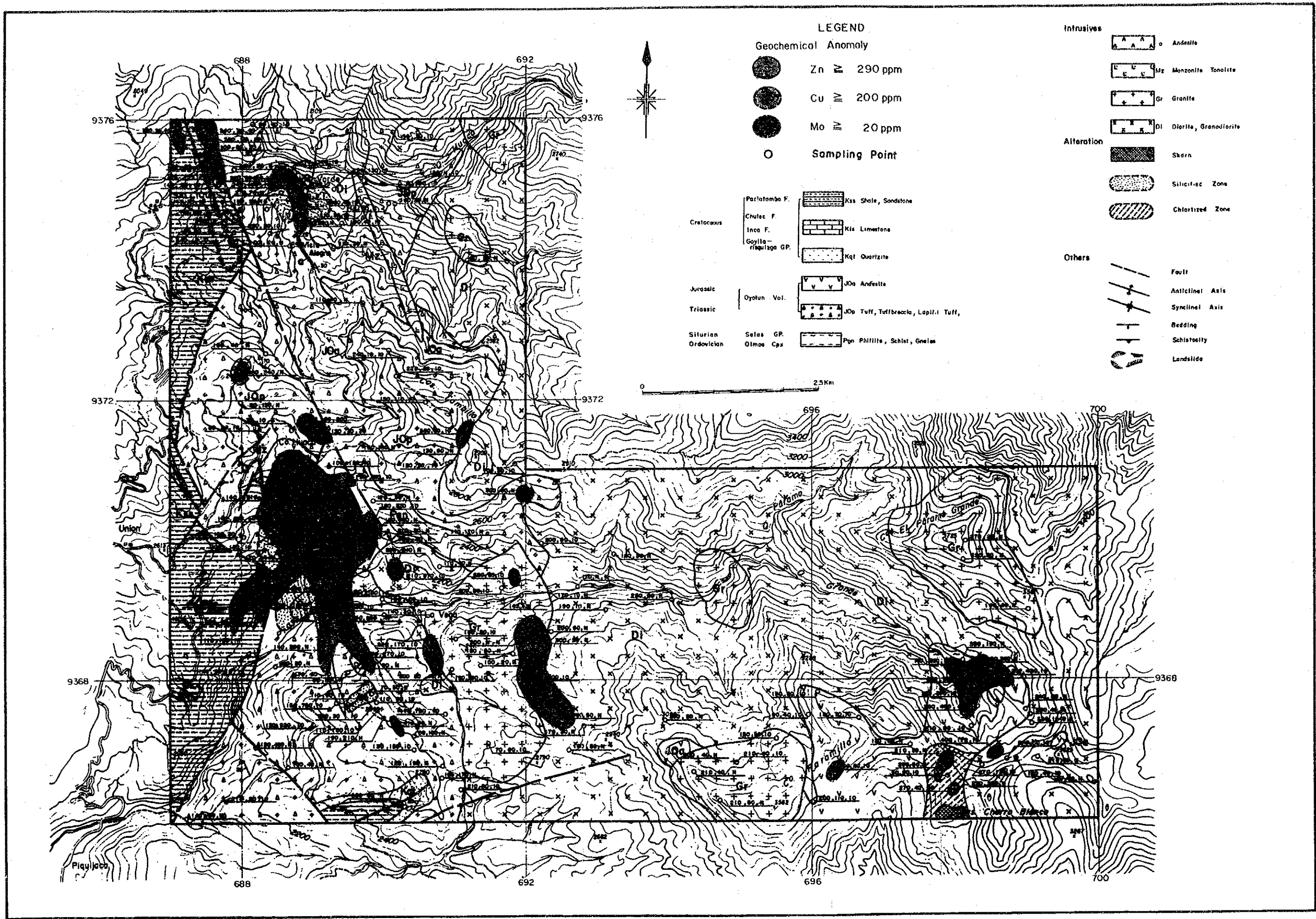
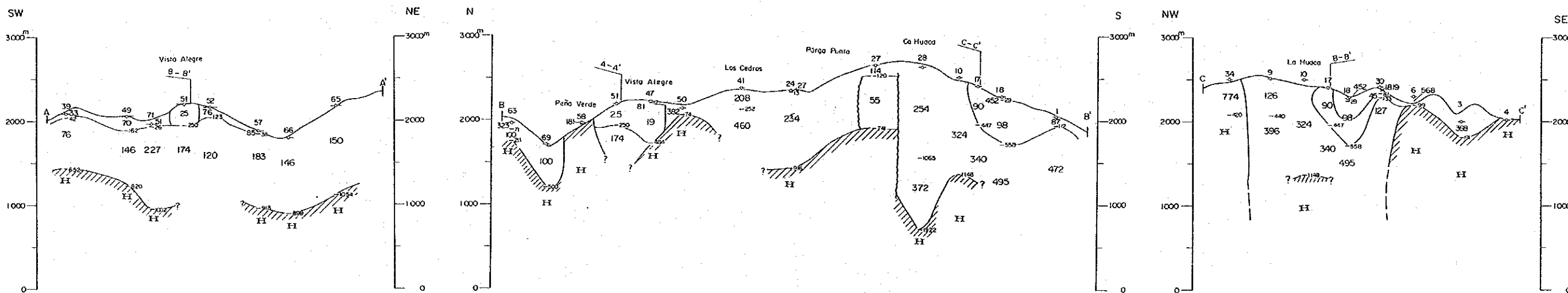
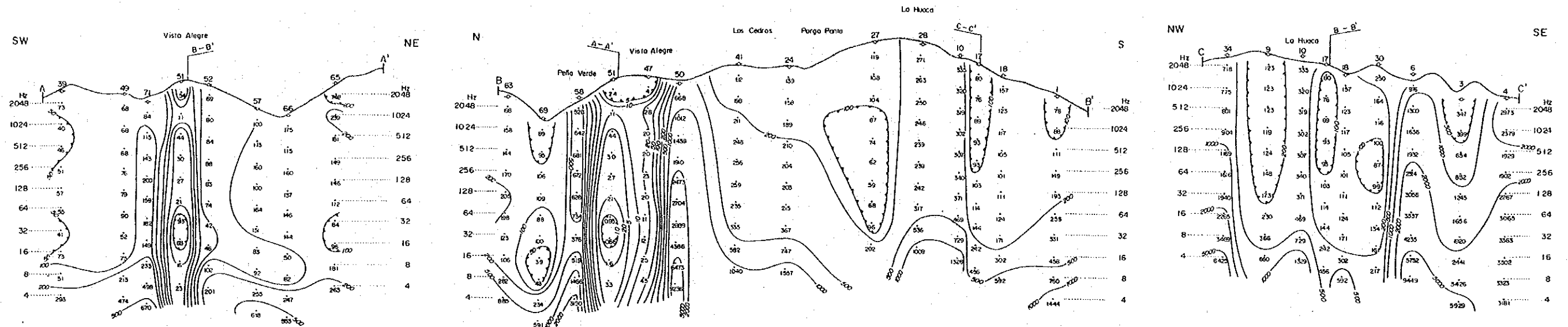
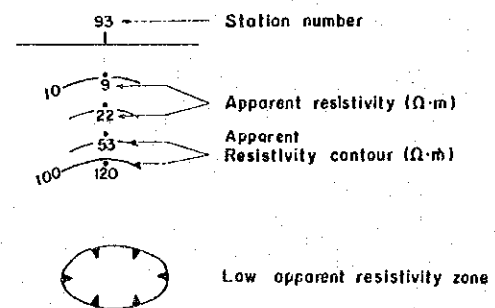


Fig. II -4(2) Geochemical Map of The San Felipe Area (Zn, Cu and Mo)

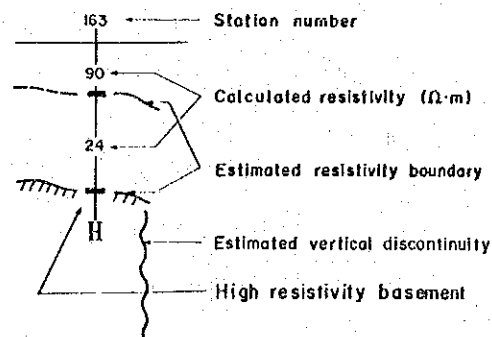


LEGEND

Apparent Resistivity Pseudo-Section



Estimated Resistivity Structure



1 : 50,000

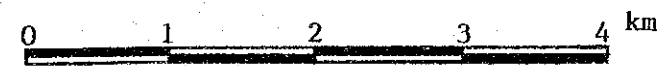


Fig. II-5 Apparent Resistivity Pseudo-Section with Estimated Resistivity Structure in The San Felipe Area

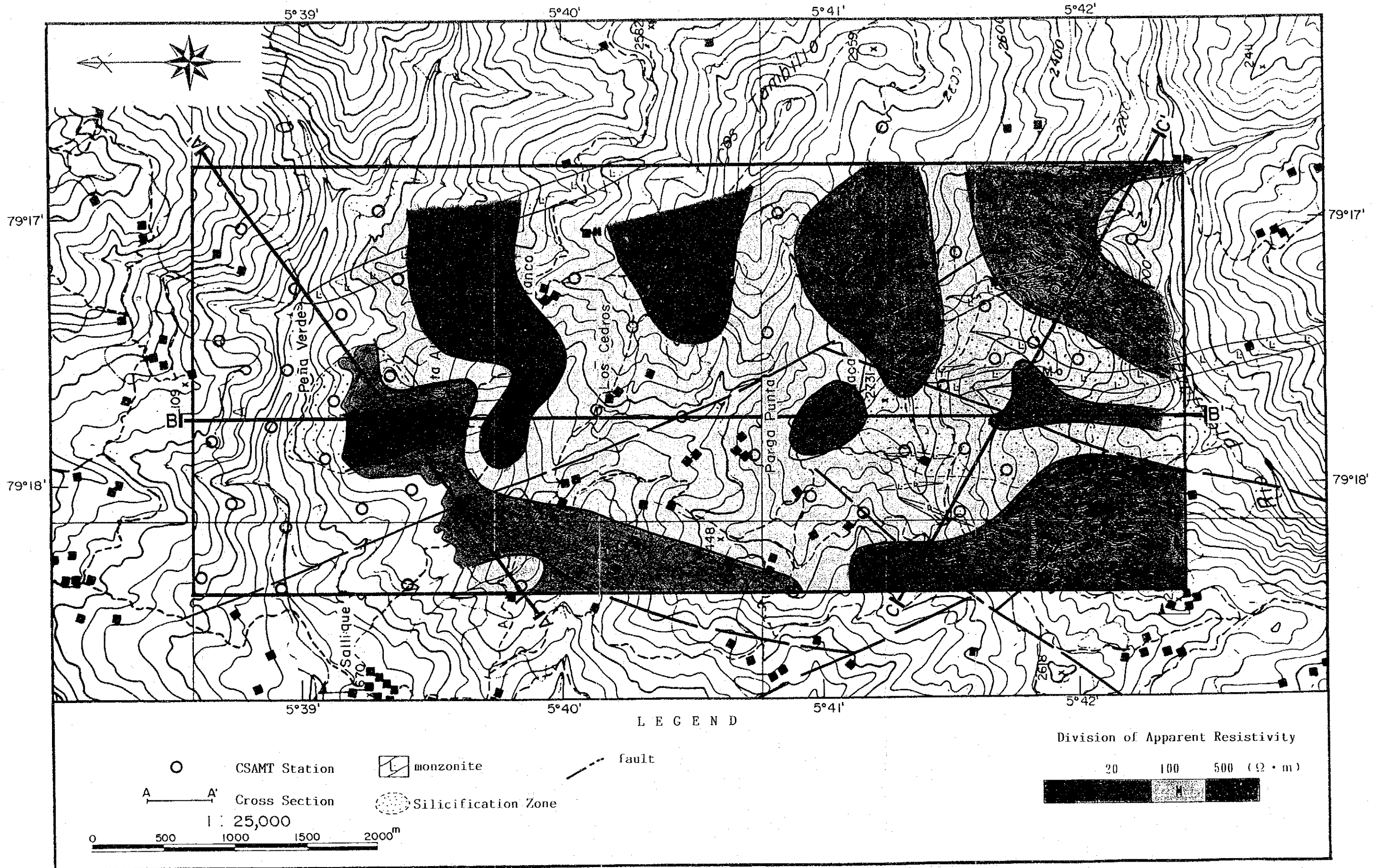


Fig. II -6(1) Resistivity Structure Map of The San Felipe Area (+2,000m)

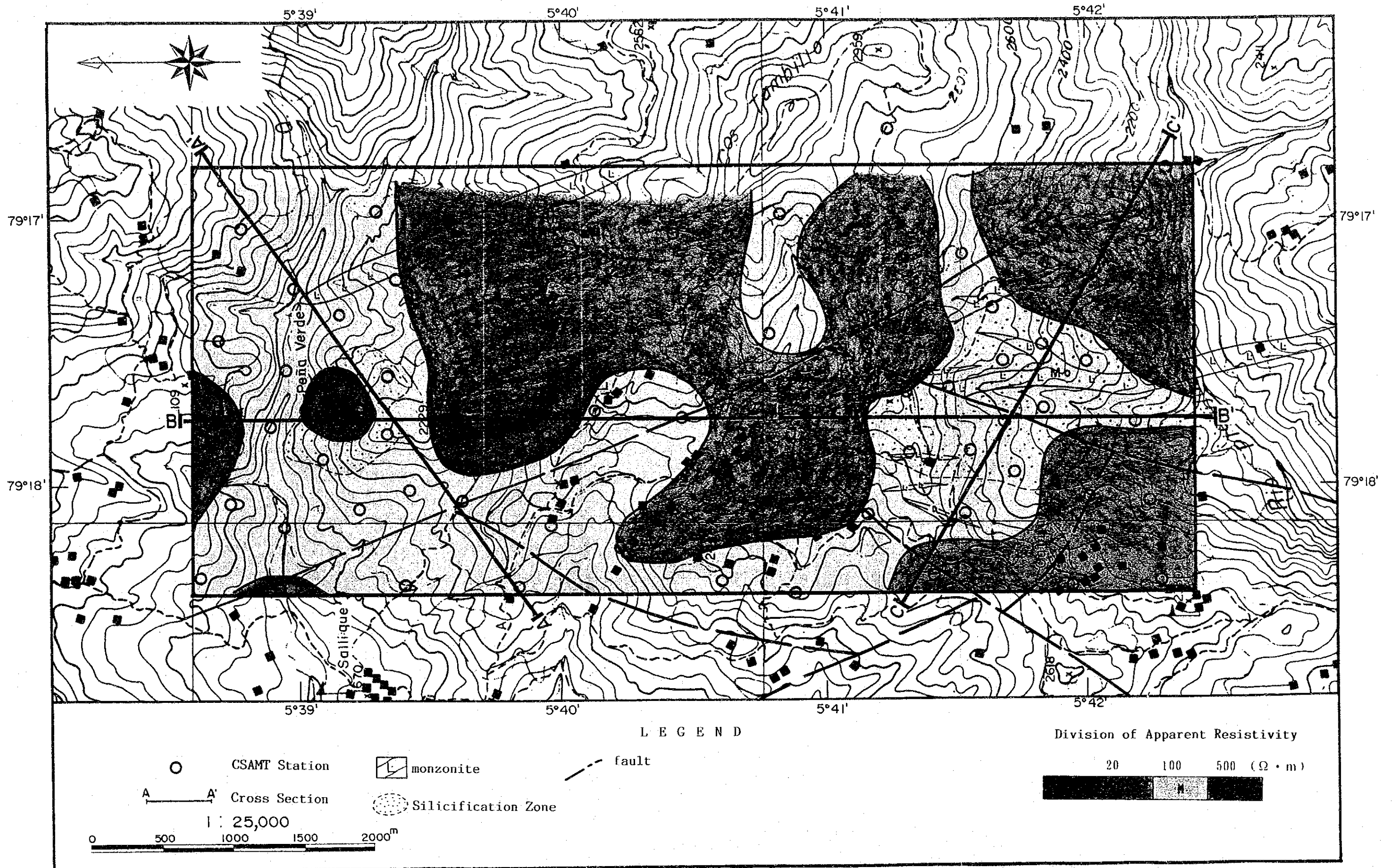


Fig. II -6(2) Resistivity Structure Map of The San Felipe Area (+1,500m)

2-2-2 解析結果

1) 比抵抗構造断面 (Fig. II-5)

[A-A' 断面]

本断面はペーニャ・ベルデの低比抵抗帯を北東から南西方向に切断したものであり、堆積岩、火山碎屑岩、花崗閃緑岩が断面の西から東へ分布している。

測点 No. 51付近の珪化および粘土化変質帯の分布ならびに安山岩の貫入位置に一致して地表浅部に小規模な低比抵抗層が解析された他は、中比抵抗層が地表から深部まで広く解析された。又測点 No. 57以南は中比抵抗層が2層に分れ、表層とその下位層に分れている。中比抵抗層の下位に $300 \sim 800 \Omega \cdot m$ 程度の高比抵抗層が解析された。火山碎屑岩が分布する測点 No. 51, 52ではこの高比抵抗層は解析されていない。

[B-B' 断面]

本断面は、調査域を南北方向に切断したものであり、火山碎屑岩が全面に分布する。

ペーニャ・ベルデ並びにラ・ワカにおいて低比抵抗層が解析されている。

ラ・ワカでは $50 \sim 100 \Omega \cdot m$ 程度の低比抵抗層が測点 No. 1 付近から測点 No. 10 付近まで、および測点 No. 27 付近に最大層厚およそ $500m$ 程度の規模で、地表浅部に解析され、その下位は $100 \Omega \cdot m$ 以上の中比抵抗層となっている。測点 No. 10 付近以南の低比抵抗層はモンゾニ岩の分布及び変質帯の分布に一致している。測点 No. 10 付近以北では、ペーニャ・ベルデ付近まで $700 \Omega \cdot m$ 程度以上の高比抵抗層が最下層として、中比抵抗層の下位に存在している。

[C-C' 断面]

本断面はラ・ワカの低見掛抵抗帯を横断する目的で北西から南東方向に切断したものであり、火山碎屑岩とそれに貫入するモンゾニ岩、花崗閃緑岩、花崗岩等を横断している。

測点 No. 17 において、地表浅部に解析された低比抵抗層が測点 No. 18, 30 では地下に潜在する形状となる。この低比抵抗層は粘土化変質帯の中央に位置し、モンゾニ岩の貫入個所に一致している。その周辺に解析された数 $100 \Omega \cdot m$ 程度の中比抵抗層は、測点 No. 30 付近から No. 9 付近まで、地下深部にまで解析され、その両外側で解析された $800 \Omega \cdot m$ 程度以上の高比抵抗層に挟まれる形状を示す。この高比抵抗層は断面東側では花崗岩、閃緑岩の分布に対応している。

2) 比抵抗構造平面 (Fig. II-6)

[2,000m準, 1500m 準平面]

①ラ・ワカで解析された低比抵抗層はB-B', C-C' 両断面で明らかな様に, 地表浅部に解析されたものであるが, 2,000m準平面図では北東から南西方向と南北方向のトレンドを示すが, 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 1,500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。

2-3 考 察

本調査地区内の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2 km, 延長約9 km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た。

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。

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。一方ペーニャ・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。

第3章 パルマ地区

3-1 地質調査・地化学探査

3-1-1 調査目的

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。本地区では初年度調査として捕捉されていた地化学異常帯の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。

3-1-2 調査結果

1) 地質調査 (Fig. II-7)

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に貫く貫入岩類より成る。

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るほか、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、これらを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が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。

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へ、更に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。岩相は全層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。

ないが、今回の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、少なくとも中央部東縁のものは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スキスガ層群に対比されるものと考えられる。

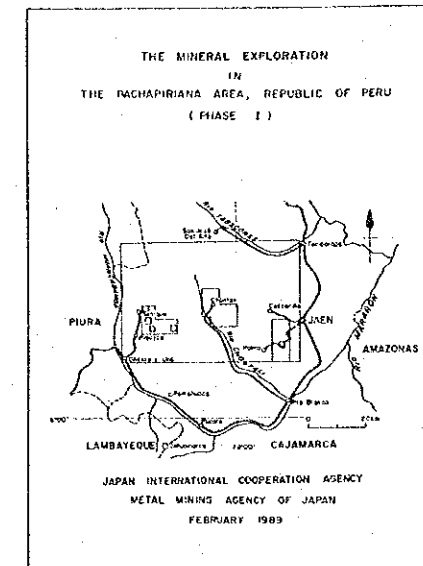
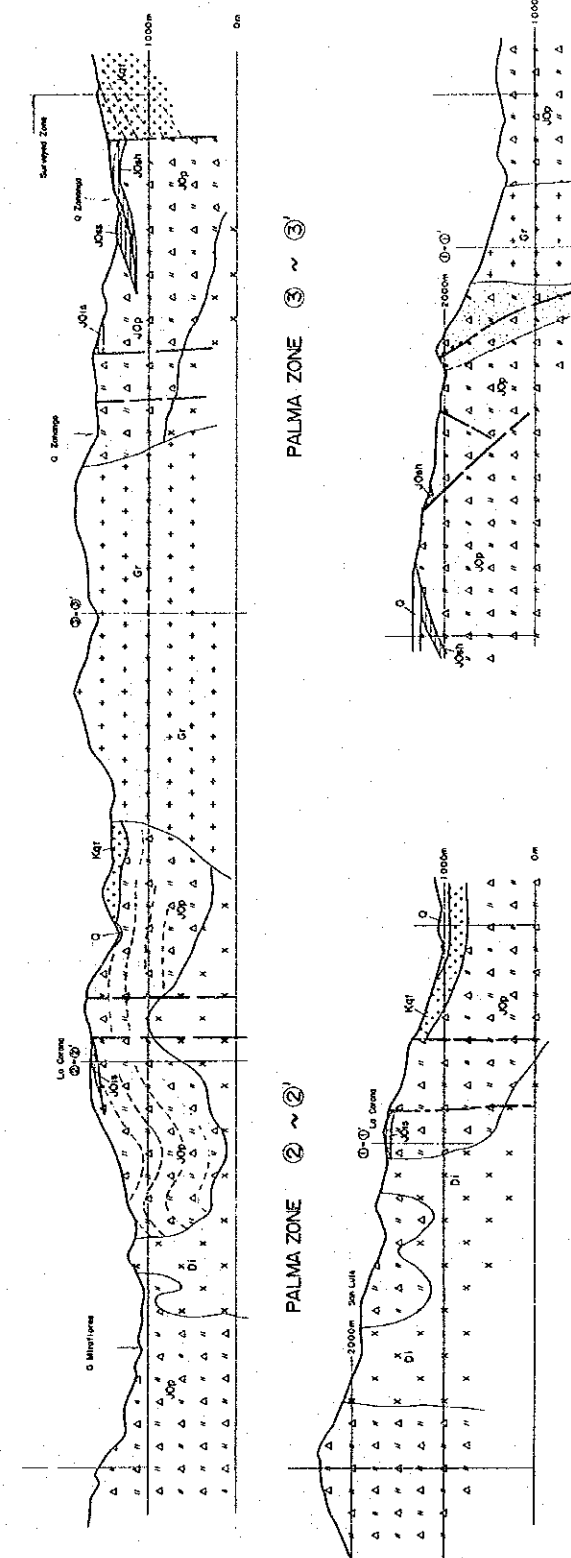
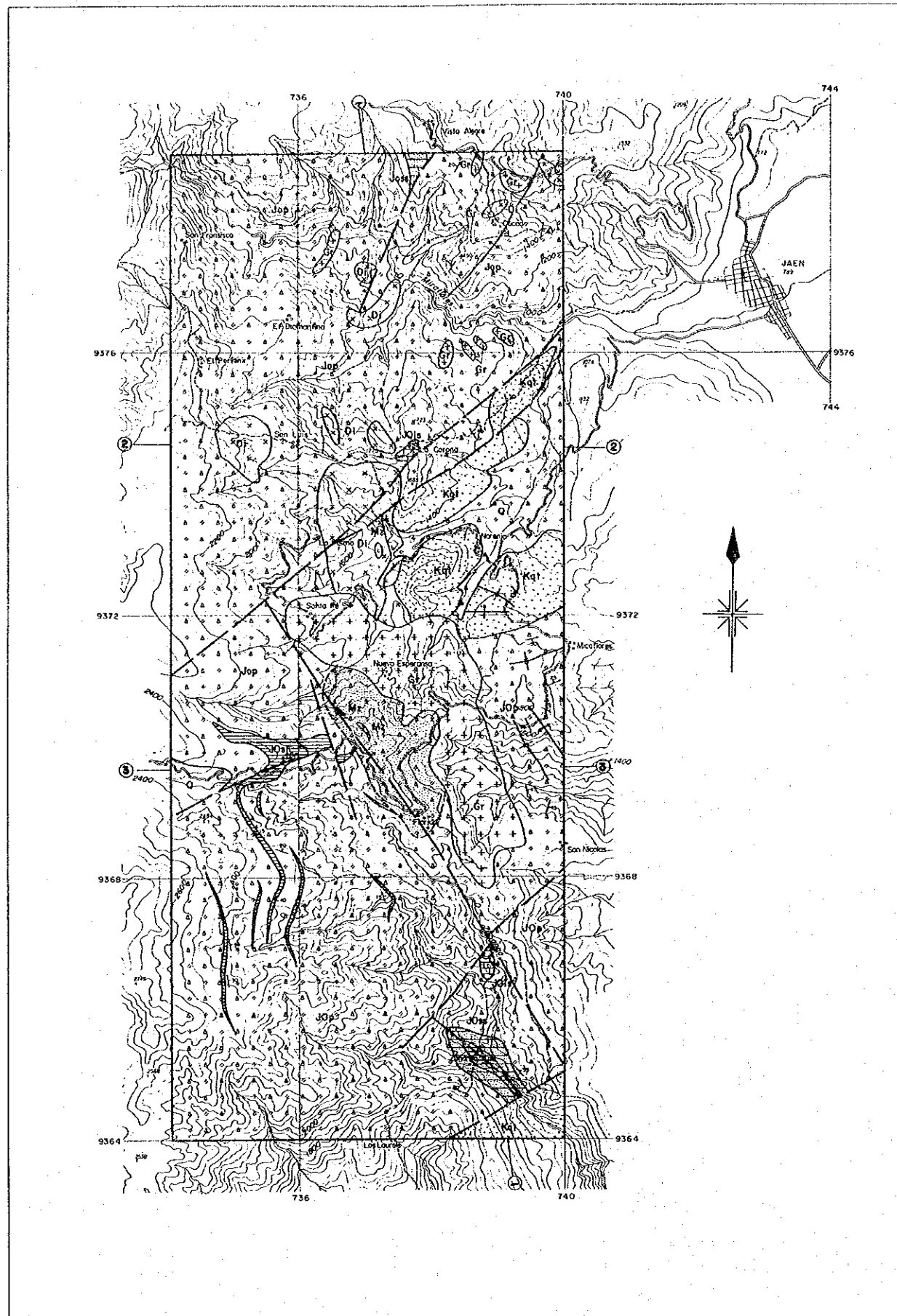
貫入岩類は調査地区中央部に比較的大きく、北部域に小岩体が分布する。岩質的には他の準精査地区と同様閃緑岩～花崗閃緑岩、花崗岩、モンゾニ岩、石英斑岩～花崗斑岩及び安山岩より成る。

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。鏡下ではいわゆる花崗岩（アダメロ岩）から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のK/A r法による絶対年代は47.6±2.4 百万年（始新世）を示すが、この試料には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。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大きく異なりかつ変質の度合にも相当の差異があることより、貫入時期には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、いずれも急傾斜の右横ズレ断層であろうと推定される。一方北西-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。



LEGEND

- | | | |
|---------------------|----|-----------------------------|
| Quaternary Alluvium | Q | Gravel, Sand |
| Cretaceous | C | Quartzite, Sandstone |
| Jurassic | J | Sandstone |
| | J1 | Limestone |
| | J2 | Andesite, Tuff, Tuffbreccia |
| Intrusives | I | Granite, Diorite |
| | I1 | Granite |
| | I2 | Diorite, Gabbro |
| Others | O | Silicified Zone |
| | + | Fault |
| | — | Anticlinal Axis |
| | — | Synclinal Axis |
| | — | Bedding |

Fig.II- 7

Geological Map and Profiles of The Palma Area

本調査地区における鉍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鉍石鉍物も見出されない。鉍石分析結果も亜鉛を除き地化学異常のしきい値以下である。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。これに対しソナング東岸域は花崗岩と北西-南東系断層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-南東)の規模を有する。変質鉍物は石英、絹雲母、緑泥石、ハロイサイト、スメクタイトがX線回折により認められた。本熱水変質帯に対してはソナング区域として地質精査を実施し、緑色銅鉍の示徴を前述断層帯及び珪化変質帯を捕捉した。

2) 地化学探査 (Fig. II-8)

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にて他地区と比較すれば、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及び地化学異常帯の分布をみれば、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及び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、ゴイアリスクスガ層群中にも分布するが、近傍に北西-南東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とも解釈できる。金については変質の項で若干記述した様に主として北部域に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の位置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

記した様に未鉍化スカルン帯であると結論される。

3-2 考 察

ソナンガ区域においてはオヨトゥン火山岩類中に珪化及び粘土化変質を伴う変質帯が巾1.5km, 延長3kmにわたり確認された。こ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な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鉍床型の鉍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、スカルン鉍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。更に閃緑岩類は金鉍化作用を伴う可能性も示唆されている。

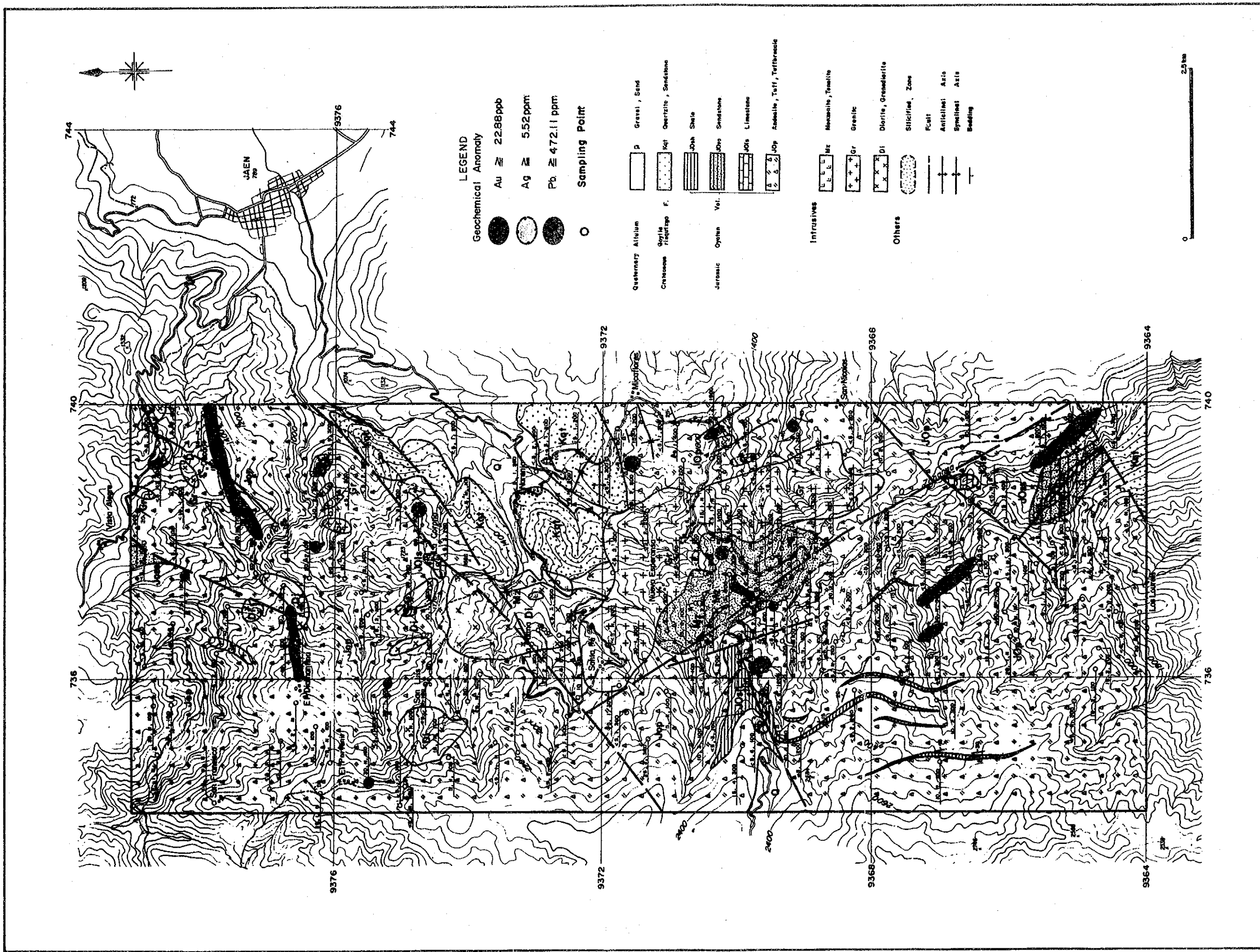


Fig. II -8(1) Geochemical Map of The Palma Area (Au, Ag and Pb)