

-6)。これらによれば、しきい値はupper fence, 補助的しきい値はupper whisker である (Tab. II-1-7)。

Soluble-Cuについては、Total-Cuに対する比をAppendix 5に示す。

(ii) 多変量解析

各試料の分析データから元素と鉱化作用あるいは母岩の特性などとの関連性を検討するために因子分析法を使用した。

分析データは、コンピュータを使用して、バリマックス法で処理した。計算の対象とした元素はSoluble-Cuを除いた6元素である。計算の結果、①Cu-Mo-(Ag), ②Pb-Zn-(Mo), ③Au-Agの3つの因子が抽出された。因子分析による因子負荷量・共通性・因子寄与量をTab. II-1-8に示す。さらに因子分析により関連するとされた元素グループが各試料中にどれだけ共有されているかを数値で表わしたものが因子得点であり、この数値が各試料への当該元素グループの関与を示している。本報告では因子得点の絶対値が1異常を示す試料をひろいだし、地質及び鉱化作用との関連について検討した。

1-2-3 探査結果

(1) 元素別地化学異常

単変量解析としてEDA法を用いて、Cu, Soluble-Cu/Total Cu, Pb, Zn, Au, Ag及びMoの各元素の濃度分布を調べ、地化学異常図を作成した (Fig. II-1-7)。

銅 (Cu)

銅の濃度は、最小値3ppmから最大値16,082 ppmの広がりを示す。upper fence の値 (657.5ppm), upper whiskerの値 (413.0ppm) 及びupper hinge の値 (290.0ppm) を基に、Fig. II-1-7 (1) に示すような高濃度分布図を作成した。

Upper fence の値をしきい値とする異常域は、広い範囲のものが1地域、狭い範囲のものが6地域認められた。狭い範囲のものは、広い範囲の異常域を取り囲むように分布している。

広い範囲の異常域

- ①フニン川上流部からベルデ沢に掛けた地域

狭い範囲の異常域

- ②フニン川支流の上流部域
- ③リモニタ沢とエスカレラ沢との合流部付近
- ④リモニタ沢の上流部域
- ⑤ベルデ沢の最上流部域
- ⑥コントラベルシア沢の最上流部域
- ⑦コントラベルシア沢とリカ沢との合流部付近

Tab.II-1-4 Method and detection limits of chemical analyses

Sample media	Elements	Method	Detection limits
Rock	T-Cu	Inductively coupled plasma emission spectrometry	1 ppm
	So-Cu	ditto	1 ppm
	Pb	ditto	1 ppm
	Zn	ditto	1 ppm
	Au	Atomic absorption spectroscopy	1 ppb
	Ag	ditto	0.1 ppm
	Mo	Inductively coupled plasma emission spectrometry	1 ppm
Stream sediment	Cu	Inductively coupled plasma emission spectrometry	1 ppm
	Pb	ditto	1 ppm
	Zn	ditto	1 ppm

Tab.II-1-5 Summary of statistical analysis of rock geochemical data

Geologic units	Elements	Mean	Variance	Standard deviation	Min.	Max.	Mean+2S. D
Gd, Qp & Dp. (N=304)	Cu (ppm)	130.6	0.473	0.688	3.0	16,082.0	3,101.6
	Pb (ppm)	3.6	0.223	0.473	0.5	413.0	31.5
	Zn (ppm)	16.7	0.408	0.639	0.5	1,333.0	316.1
	Au (ppb)	1.2	0.298	0.546	0.5	79.0	14.3
	Ag (ppm)	0.09	0.317	0.563	0.05	12.50	1.26
	Mo (ppm)	1.5	0.431	0.656	0.5	124.0	29.9

Tab.II-1-6 Correlation of six elements of rock geochemical data

	Cu	Pb	Zn	Au	Ag	Mo
Cu	1.000					
Pb	0.254	1.000				
Zn	0.081	0.455	1.000			
Au	0.051	-0.115	-0.322	1.000		
Ag	0.425	0.092	-0.154	0.379	1.000	
Mo	0.330	-0.138	-0.476	0.236	0.318	1.000

Tab.II-1-7 Results of the EDA analysis of rock geochemical data

Elements	Median	L. fence	L. whisker	L. hinge	U. hinge	U. whisker	U. fence
Cu(ppm)	115.0	-322.5	34.0	45.0	290.0	413.0	657.5
Pb(ppm)	3.0	-5.5	2.0	2.0	7.0	10.0	14.5
Zn(ppm)	19.5	-77.0	3.0	4.0	58.0	67.0	139.0
Au(ppb)	0.5	-1.8	0.5	0.5	2.0	3.0	4.3
Ag(ppm)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.20	0.05
Mo(ppm)	0.5	-4.8	0.5	0.5	4.0	7.0	0.3

Tab.II-1-8 Results of factor analysis of rock geochemical data

Elements	Factor			Communality
	1	2	3	
Cu	-0.685	-0.190	0.108	0.4809
Pb	-0.224	-0.636	-0.028	0.4551
Zn	0.098	-0.700	-0.243	0.5591
Au	-0.085	0.209	0.603	0.4142
Ag	-0.476	-0.020	0.503	0.4799
Mo	-0.548	0.447	0.167	0.5273
Contribution	35.20%	40.30%	24.50%	

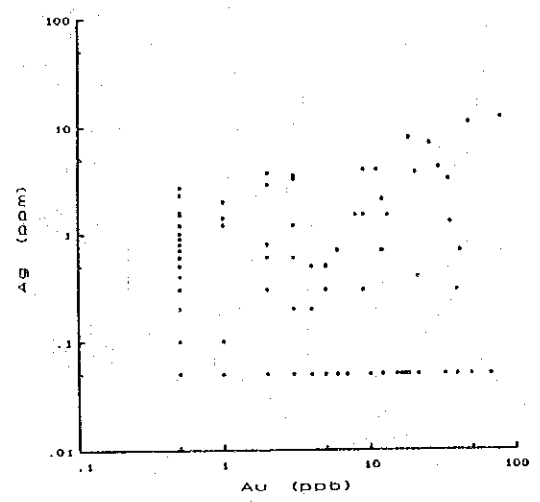
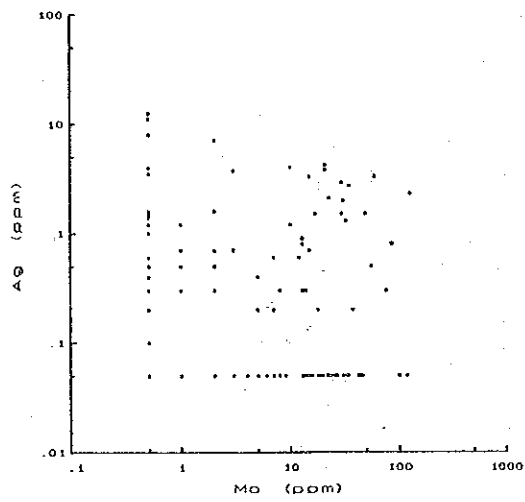
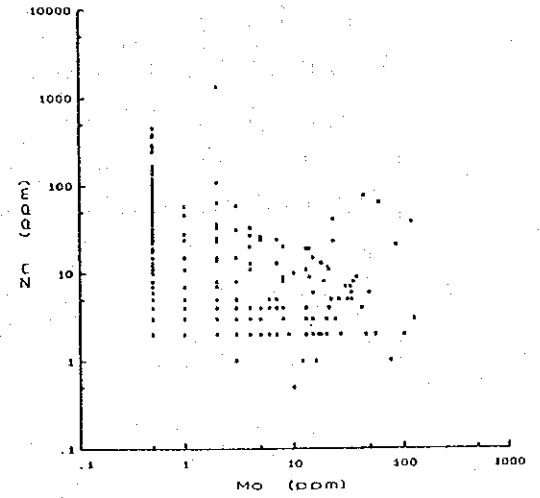
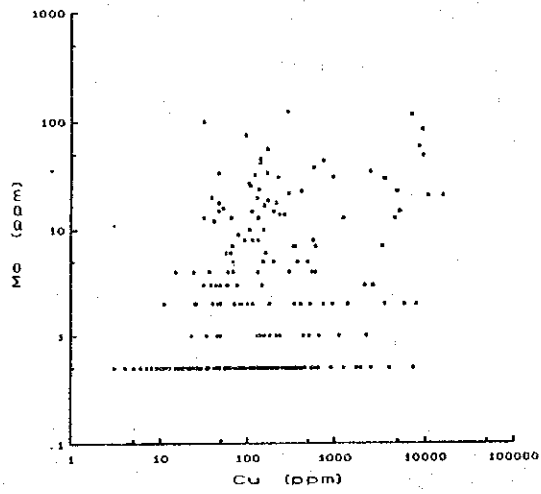
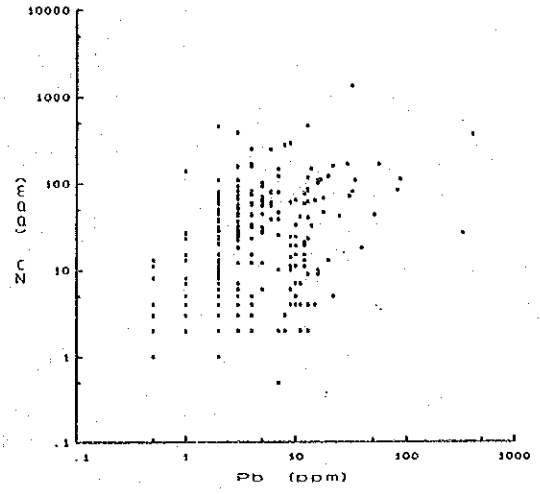
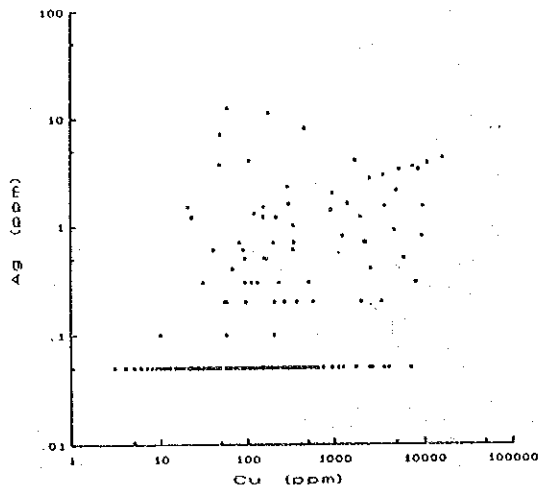


Fig.II-1-5 Correlation diagram between each element

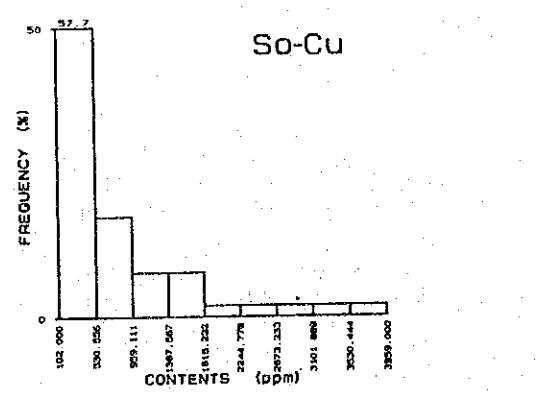
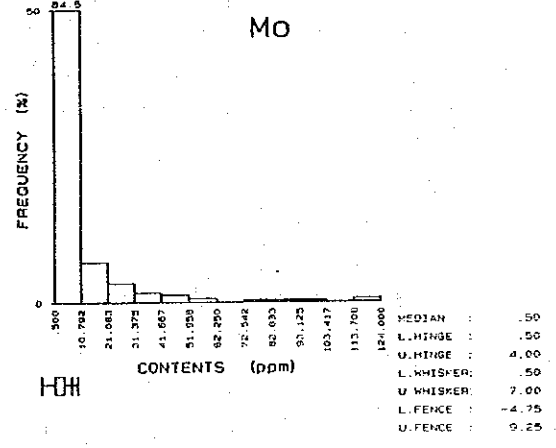
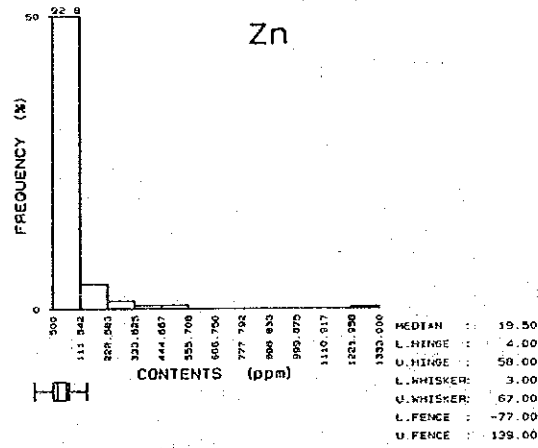
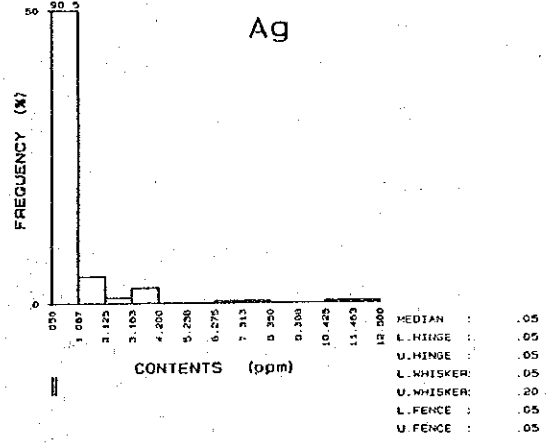
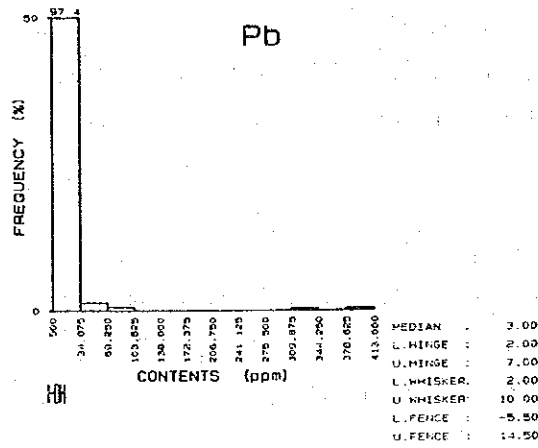
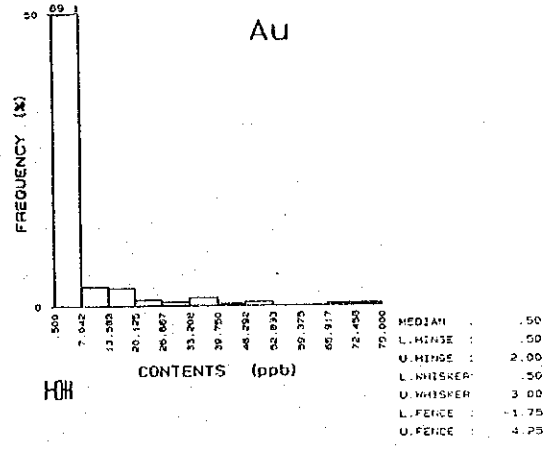
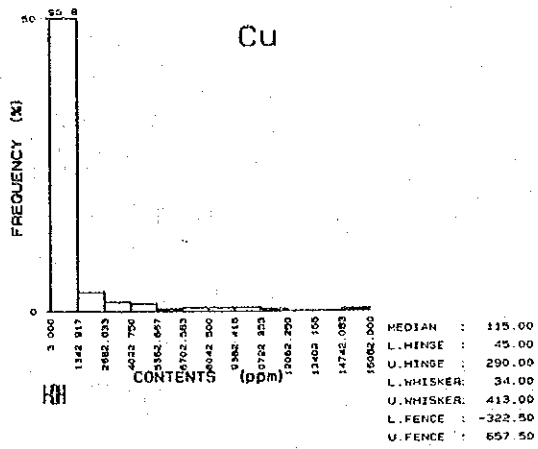


Fig.II-1-6 Histograms and boxplots of seven elements

①の異常域は、最大16,082 ppmの値を含み、30の採取点を包括している。②の異常域は、4,916ppmの値を1点含む。③の異常域は、最大4,196 ppm の値を含み、4つの採取点を包括している。④の異常域は、7,435 ppm の値を1点含む。⑤の異常域は、958ppmと674ppmの値の2点含む。⑥の異常域は、3,414ppmの値を1点含む。⑦の異常域は、最大8,069ppmの値を含み、4つの採取点を包括している。

Soluble-Cu/Total Cu

この値は、銅の酸化鉱物及び硫酸塩鉱物の占める割合を示す。つまり、値が高ければ酸化鉱物・硫酸塩鉱物量が多く、硫化鉱物量が少ないことを意味する。

Fig. II-1-7(2) に示すように、リモニタ沢鉱化帯、リモニタ沢上流鉱化帯、ベルデ沢鉱化帯及びコントラベルシア沢鉱化帯では硫化鉱物が多く、これらの鉱化帯の周辺及びフニン川鉱化帯の一部で硫化鉱物量が少ない結果が得られた。これは地表の鉱化帯の特徴を反映している。

鉛 (P b)

鉛の濃度は、最小値1ppm以下（検出限界）から最大値413ppmの広がりを示す。upper fenceの値（14.5ppm）、upper whiskerの値（10.0 ppm）及びupper hingeの値（7.0ppm）を基に、Fig. II-1-7(3) に示すような高濃度分布図を作成した。

upper fence の値をしきい値とする異常域は、大きく7地区認められる。

- ①リモニタ沢に沿って及びその尾根部に4地域
- ②フニン川上流の支流の上流部に1地域
- ③フニン川下流の支流の上流部及びその尾根部に合わせて2地域
- ④フニン川下流から右岸の尾根部までの1地域
- ⑤コントラベルシア沢下流に2地域
- ⑥コントラベルシア沢の上流部に1地域
- ⑦リカ沢を上った尾根部に1地域

①の区域は、最大337ppmの値を含み、10の採取点を包括している。②の区域は、57 ppmと37 ppmの値の2つの採取点を含む。③の区域は、最大88 ppmの値を含み、4つの採取点を包括している。④の区域は、最大413 ppm の値を示し、3つの採取点を含む。⑤の区域は、16 ppmと17 ppmの値の2つの採取点を含む。⑥の区域は、16 ppmの値の1つの採取点を含む。⑦の区域は、最大22 ppmの値を含み、3点の採取点を包括している。

亜鉛 (Z n)

亜鉛の濃度は、最小値1ppm以下（検出限界）から最大値1,333ppmの広がりを示す。upper fenceの値（139.0ppm）、upper whiskerの値（67.0 ppm）及びupper hingeの値（58.0 ppm）を基に、Fig. II-1-7(4) に示すような高濃度分布図を作成した。

upper fence の値をしきい値とする異常域は、大きく4地区である。

- ①リモニタ沢に沿って3採取点
- ②フニン川上流の支流の上流部に2地域
- ③フニン川下流の支流の上流部及びその尾根部に合わせて2地域
- ④フニン川下流から右岸の1地域

①の区域は、165ppm、165ppm及び165ppmの値を含む。②の区域は、1,333ppm及び165ppmの値を含む。③の区域は、主に最大452ppmの値を示し、4つの採取点を包括している区域と156 ppmの値の1つの採取点からなる。④の区域は、最大461ppmの値を含み、6つの採取点を包括している。

金 (Au)

金の濃度は、最小値1ppb以下(検出限界)から最大値79 ppbの広がりを示す。upper fenceの値(4.25ppb)、upper whiskerの値(3.00 ppb)及びupper hingeの値(2.00 ppb)を基に、Fig. II-1-7(5)に示すような高濃度分布図を作成した。

upper fenceの値をしきい値とする異常域は、図に示されるように複雑な分布を示す。補助的しきい値(upper whiskerの値)も加味して見てみると、大局的には、2つの分布域に区別される。

- ①フニン川とリモニタ沢の合流点付近からコントラベルシア沢及びリカ沢の6地域
- ②①地域の周辺域

①地域は、最大49 ppbの値を示し、16の採取点を包括している。②の区域は、最大79ppbの値を含み、27の採取点を包括している。

銀 (Ag)

銀の濃度は、最小値0.1ppm以下(検出限界)から最大値12.5 ppmの広がりを示す。upper whiskerの値(0.20 ppb)を基に、Fig. II-1-7(6)に示すような高濃度分布図を作成した。

upper whiskerの値をしきい値とする異常域は、図に示されるように複雑な分布を示す。大局的には、2つの分布域に分れる。

- ①ベルデ沢からコントラベルシア沢とリカ沢の合流点までの地域
- ②①地域の周辺域に点在する地域

①地域は、最大4.0ppmの値を含み、37の採取点を包括している。②の区域は、最大12.5 ppmの値を含み、20の採取点を包括している。

モリブデン (Mo)

モリブデンの濃度は、最小値1ppm以下(検出限界)から最大値124ppmの広がりを示す。upper fenceの値(9.3ppm)、upper whiskerの値(7.0ppm)及びupper hingeの値(4.0ppm)を基に、Fig. II-1-7(7)に示すような高濃度分布図を作成した。

upper fenceの値をしきい値とする異常域は、北に開いたU字形の広い範囲のものが1地域、

狭い範囲のものが4地域認められた。

U字形の広い範囲の異常域

- ①ベルデ沢，フニン川上流部，コントラベルシア沢中流，リカ沢およびエル・コボ沢に掛けた地域

狭い範囲の異常域

- ②フニン川支流の中流部
③リモニタ沢とエスカレラ沢との合流部付近
④ベルデ沢の最上流部
⑤リモニタ沢の最上流部
⑥コントラベルシア沢最上流部の尾根

①の異常域は，最大124ppmの値を含み，42の採取点を包括している。②の異常域は，117ppmの値を1点含む。③の異常域は，最大44ppmの値を含み，2つの採取点を包括している。④の異常域は，最大31ppmの値を含み，2つの採取点を包括している。⑤の異常域は，13ppmの値を1点含む。⑥の異常域は，13ppmの値を1点含む。

(2) 因子分析結果

多変量解析としてバリマックス法による因子分析を実施した結果，下記の3つの因子が抽出された。

第1因子：Cu-Mo-(Ag)

第2因子：Pb-Zn-(Mo)

第3因子：Au-Ag

(i) 第1因子：Cu-Mo-(Ag)

因子得点が-1.000以下の高因子得点分布図をFig. II-1-8 (1)に示す。

高因子得点分布域は，ほぼ南北に伸長した広い範囲のものが1地域，狭い範囲のものが8地域認められた。

広い範囲の高因子得点分布域

- ①ベルデ沢，フニン川上流部，コントラベルシア沢とリカ沢の合流点付近掛けた地域

狭い範囲の高因子得点分布域

- ②フニン川上流部の支流に2地域
③リモニタ沢に2地域
④クリソコラ沢に1地域
⑤エル・コボ沢に1地域
⑥リカ沢に1地域
⑦コントラベルシア沢最上流部に1地域

(ii) 第2因子：P b - Z n - (M o)

因子得点が-1.000以下の高因子得点分布図をFig. II-1-8 (2)に示す。

高因子得点分布域は、調査区域の西側にほぼ南北に散在する狭い範囲のものが15地域に認められた。

- ①フニン川に沿って4地域
- ②フニン川下流部の支流に2地域
- ③フニン川上流部の支流および尾根部に4地域
- ④リモニタ沢およびエシカレラ沢に4地域
- ⑤ベルデ沢最上流部の尾根部に1地域

これらの分布域は、第1因子の高因子得点分布域の西縁を取り囲むように点在している。

(iii) 第3因子：A u - A g

因子得点が+1.000以上の高因子得点分布図をFig. II-1-8 (3)に示す。

高因子得点分布域は、調査区域の全域に散在する狭い範囲のものが27地域認められた。これらの中でも比較的良くまとまったものは、フニン川上流部の左岸からコントラベルシア沢中流に掛けた地域で、8採取点を包括している。

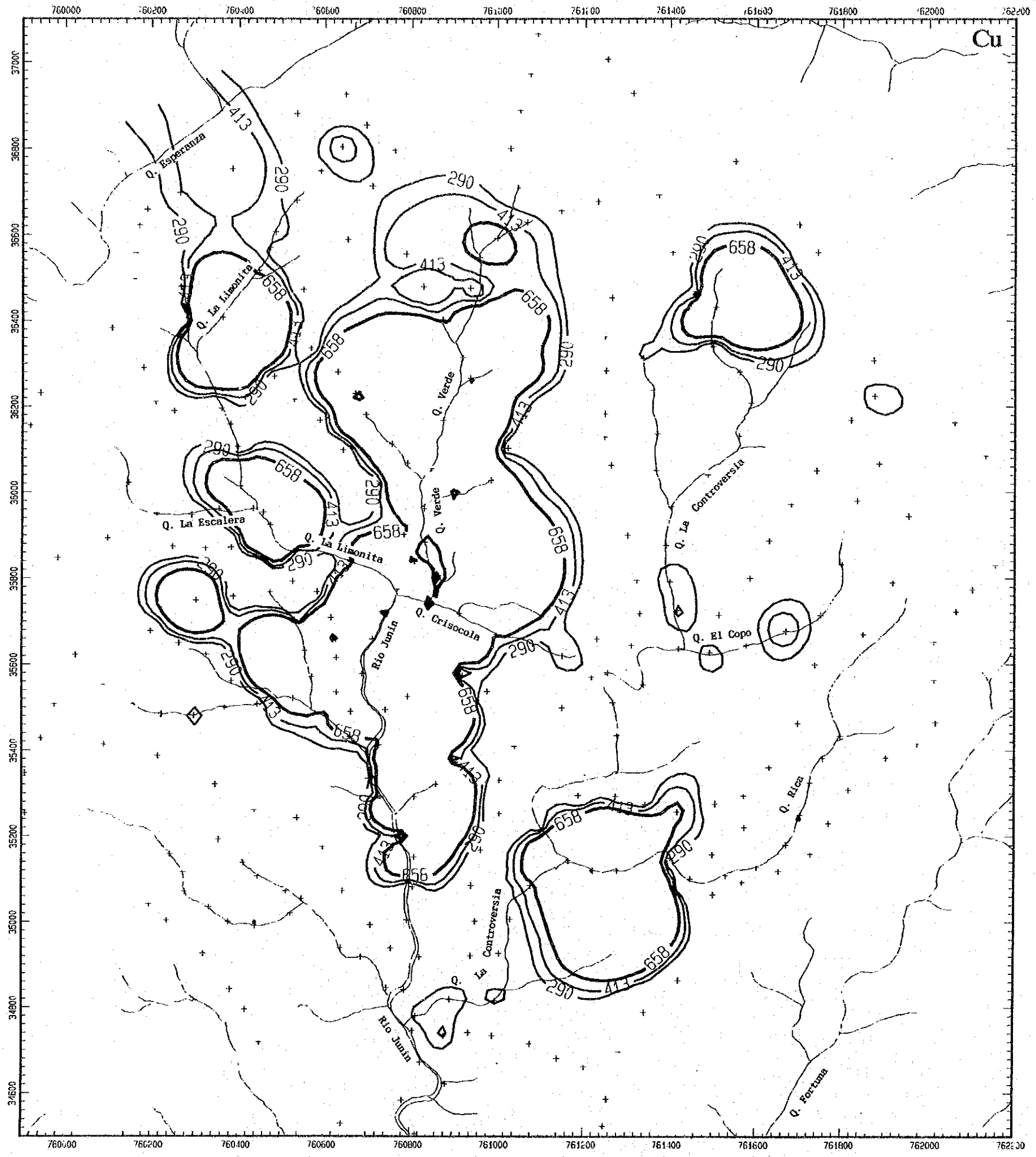
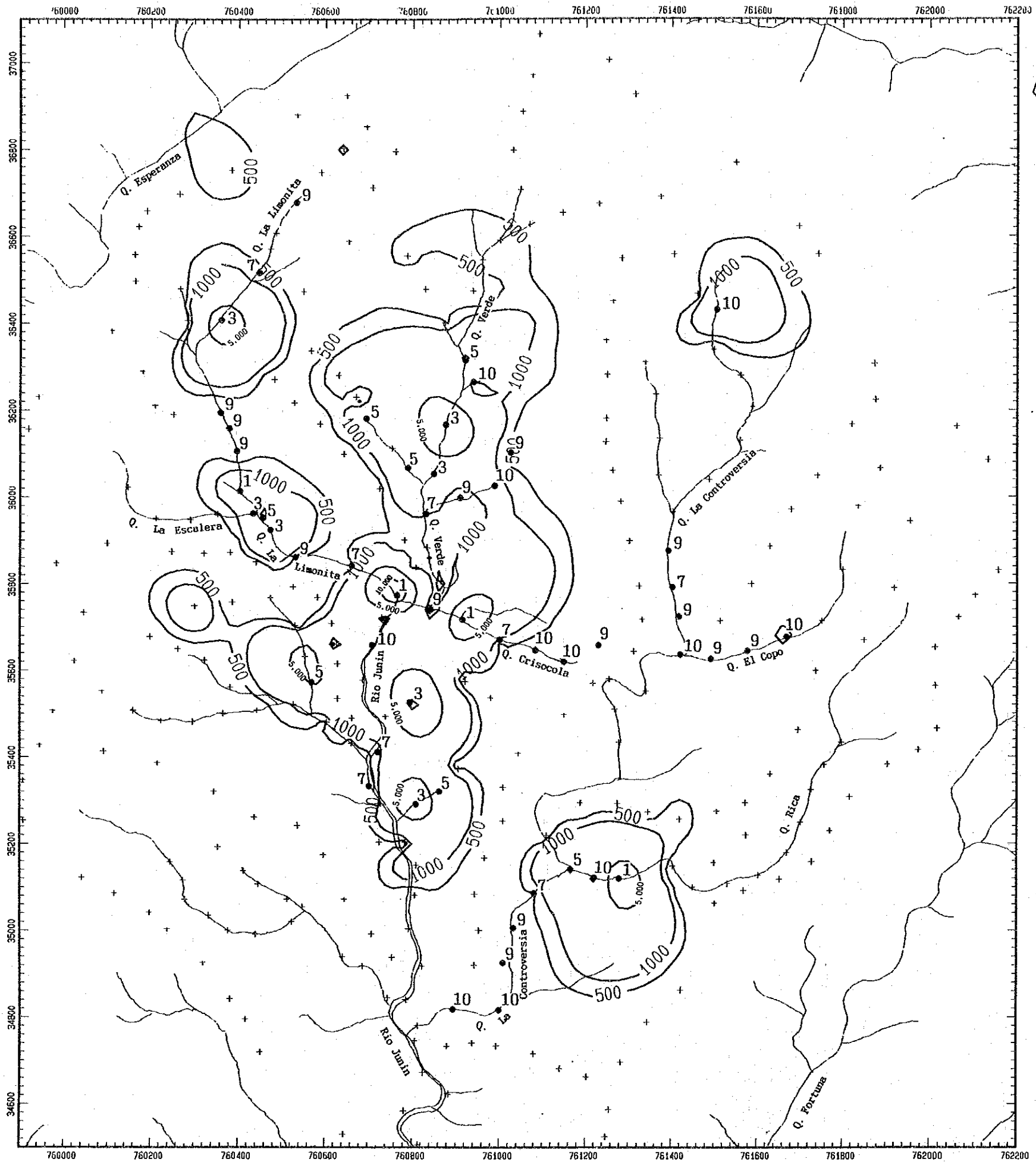


Fig.II-1-7(1) Geochemical anomalies of rock samples(Cu)



REGEND

- 1 : R < 10
- 3 : 10 < R < 30
- 5 : 30 < R < 50
- 7 : 50 < R < 70
- 9 : 70 < R < 90
- 10 : 90 < R < 100

$$R = ((So-Cu)/(T-Cu)) \times 100$$

T-Cu : total copper,
So-Cu : soluble copper.

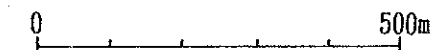


Fig.II-1-7(2) Geochemical anomalies of rock samples(Soluble-Cu/Total-Cu)

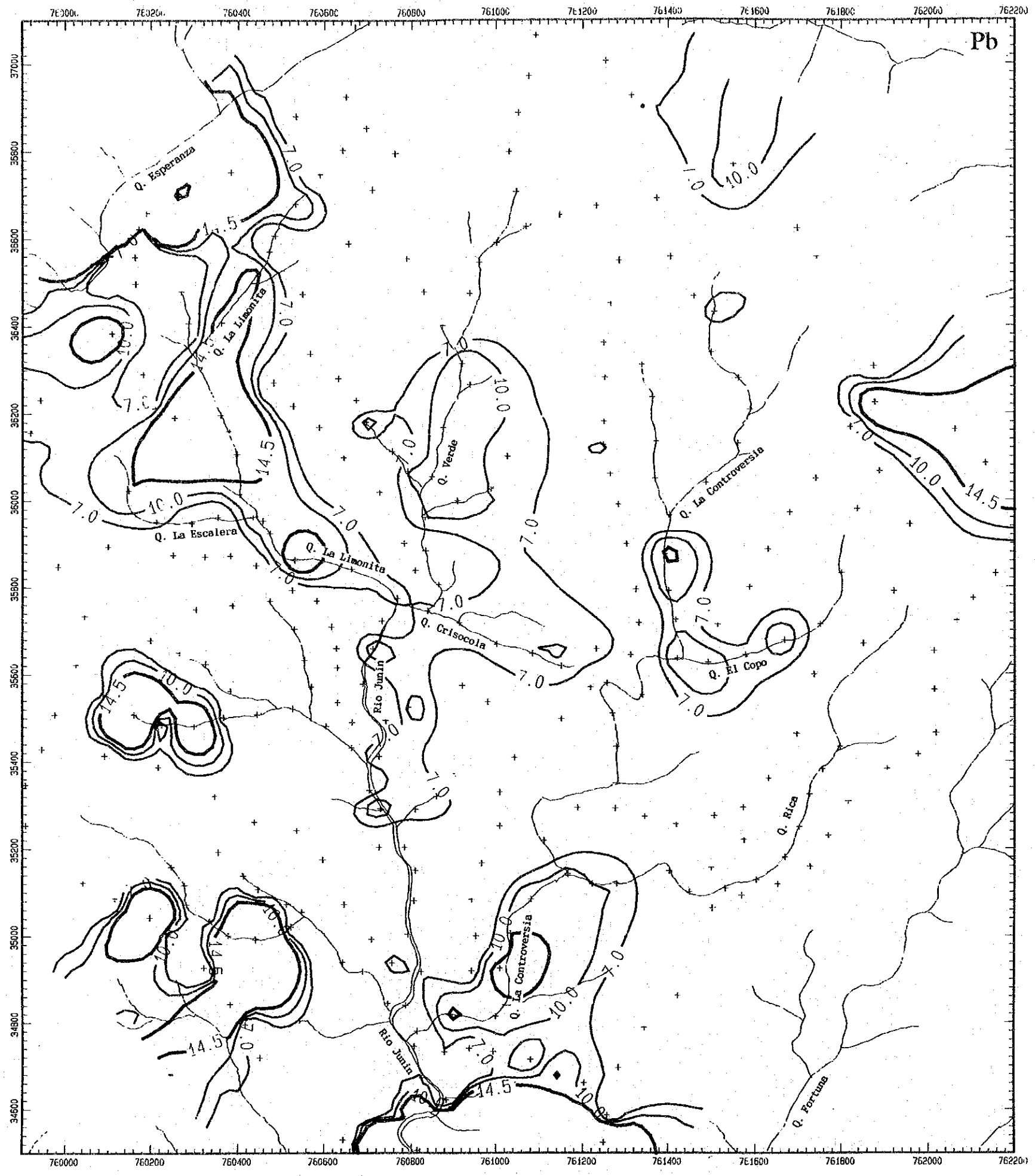


Fig.II-1-7(3) Geochemical anomalies of rock samples(Pb)

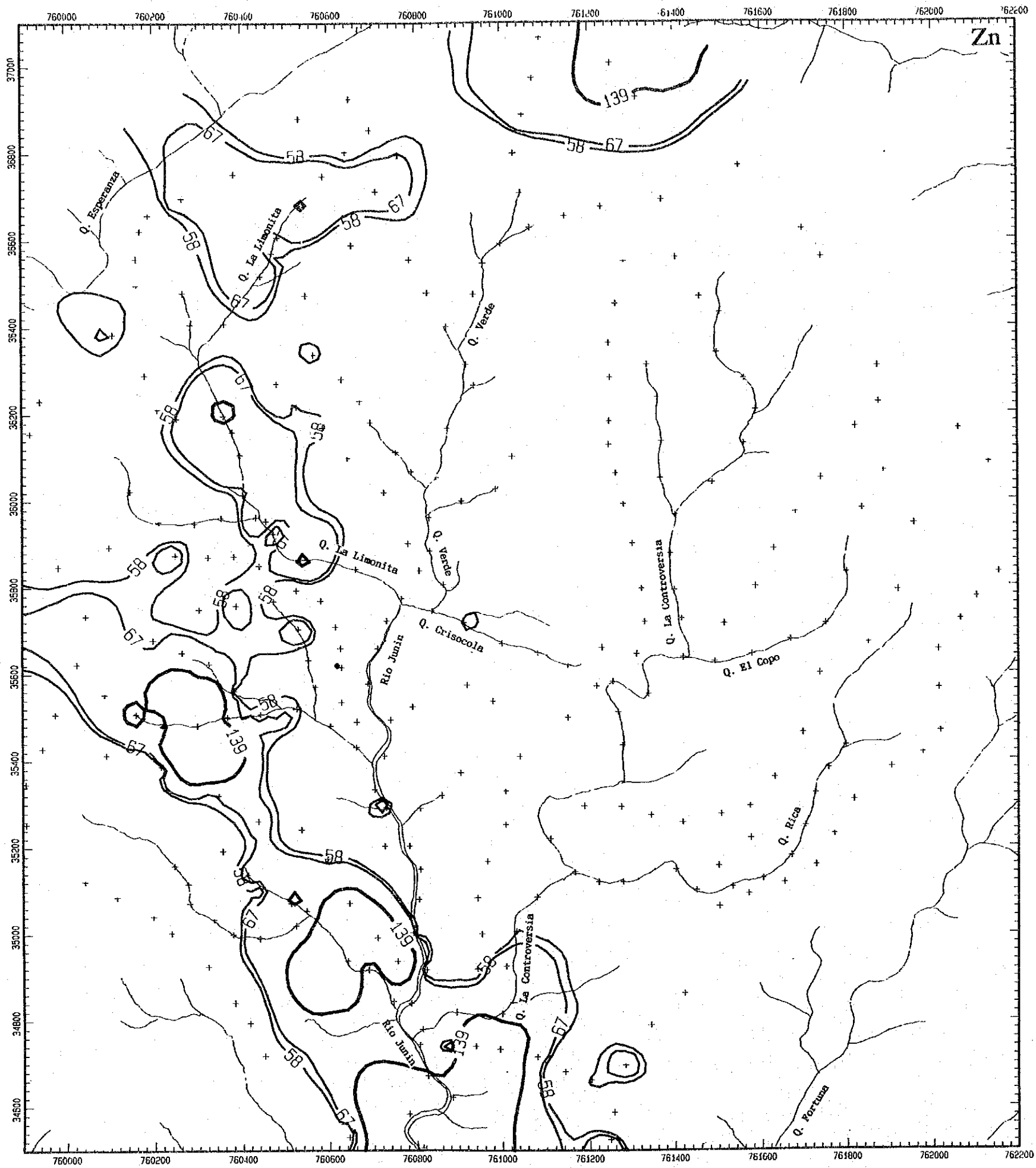


Fig.II-1-7(4) Geochemical anomalies of rock samples(Zn)

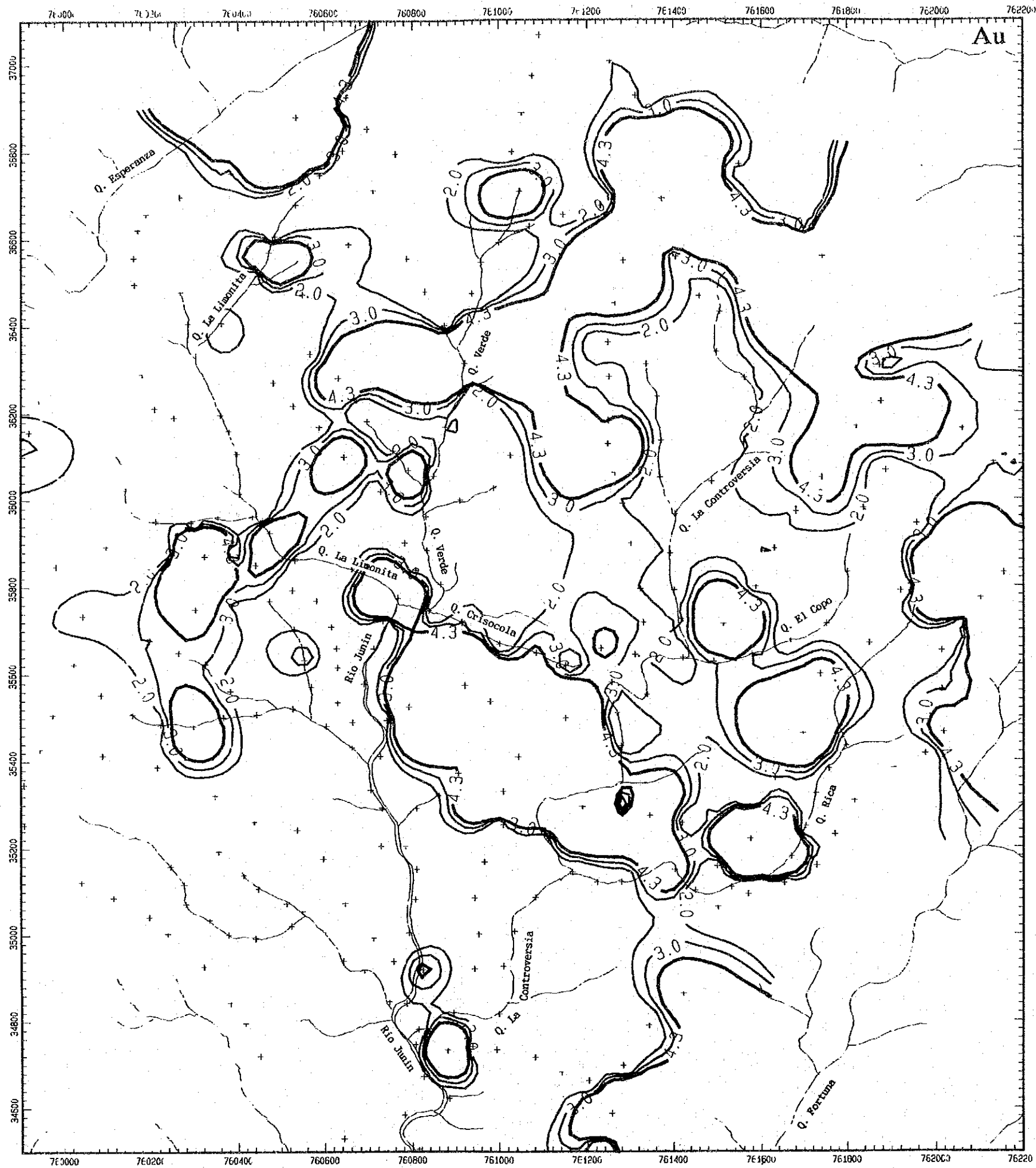


Fig.II-1-7(5) Geochemical anomalies of rock samples(Au)

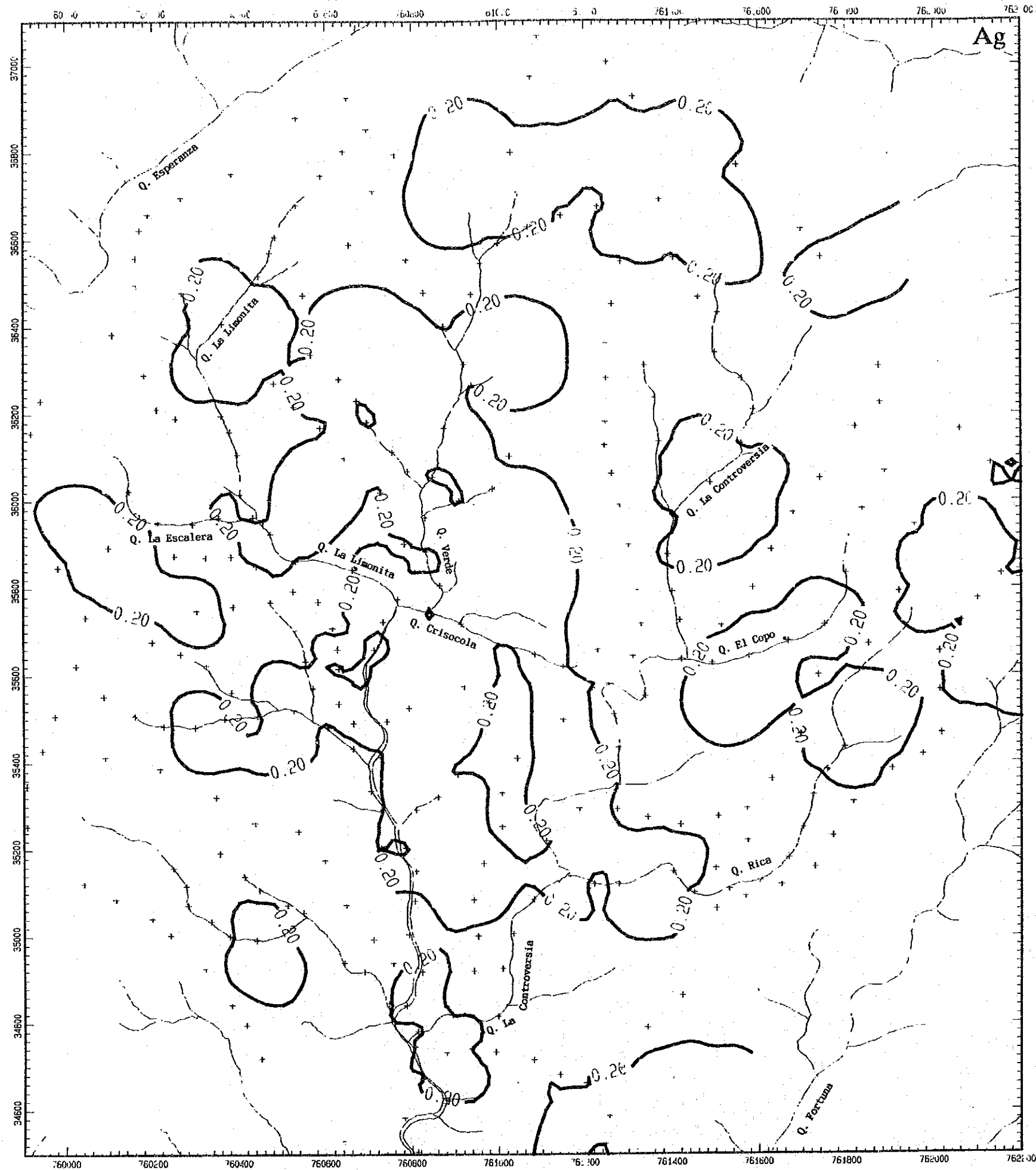


Fig.II-1-7(6) Geochemical anomalies of rock samples(Ag)

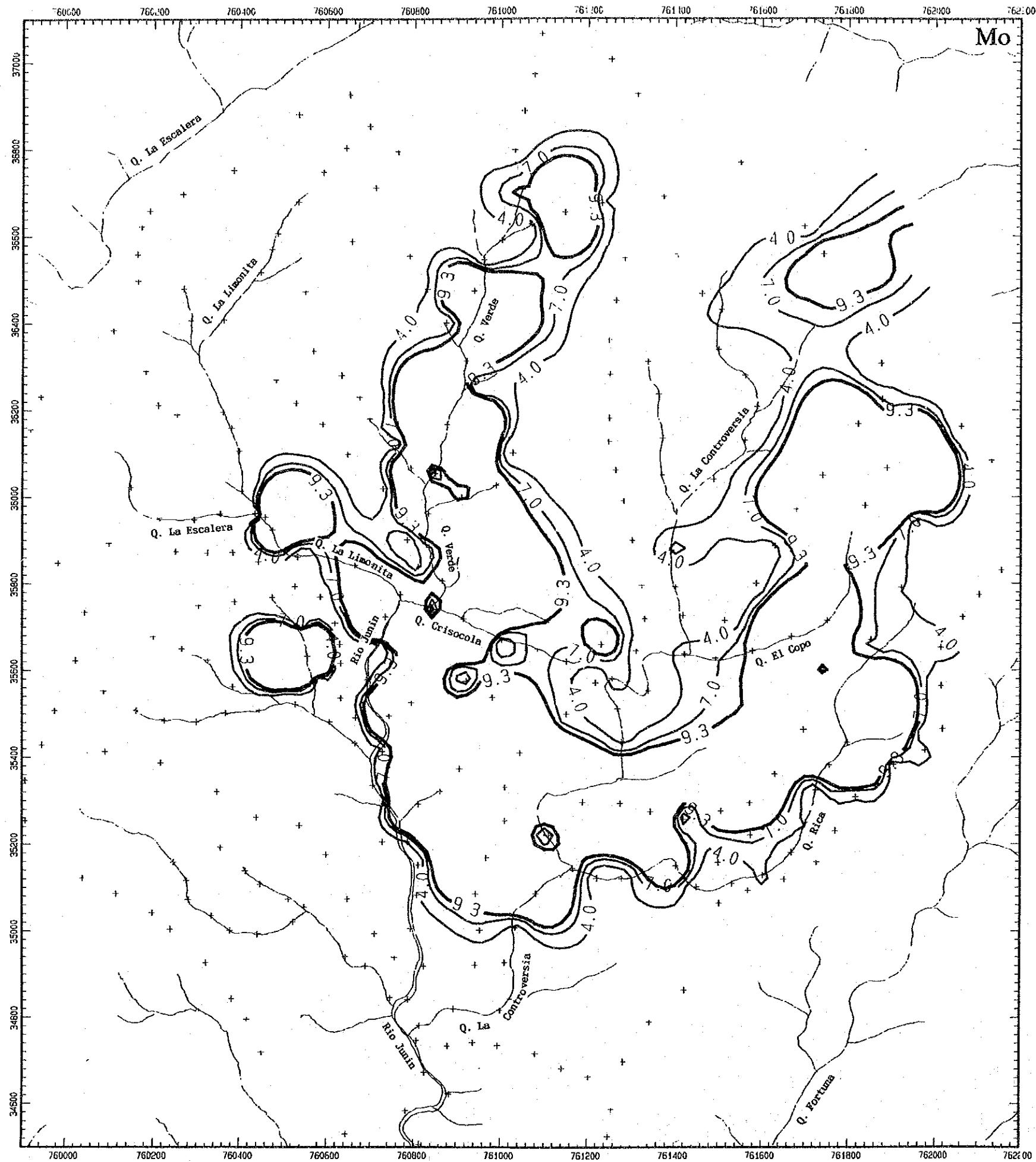


Fig.II-1-7(7) Geochemical anomalies of rock samples(Mo)

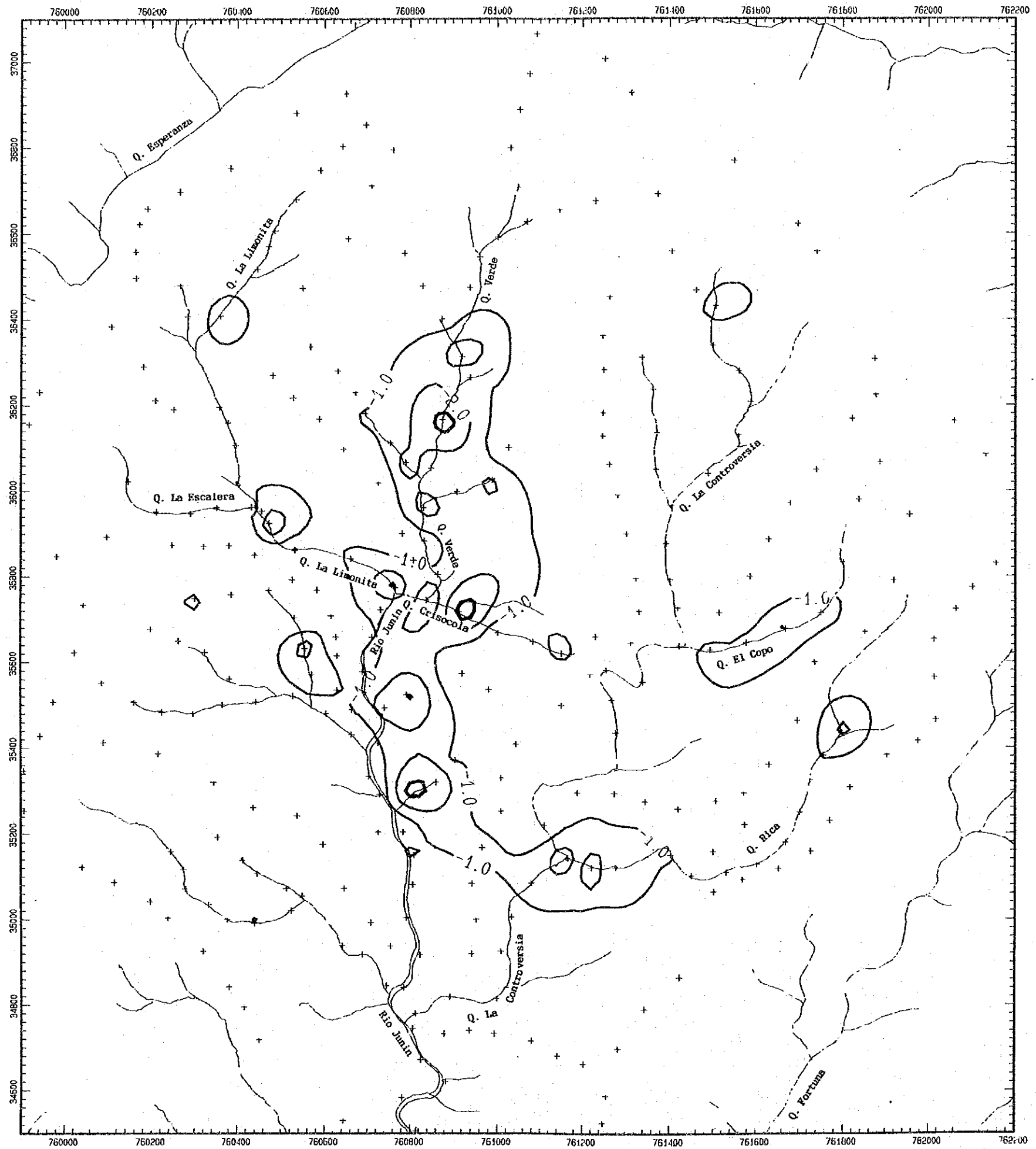


Fig.II-1-8(1) High factor scores from factor analysis of rock samples:Factor 1;Cu-Mo-(Ag)

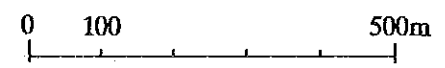
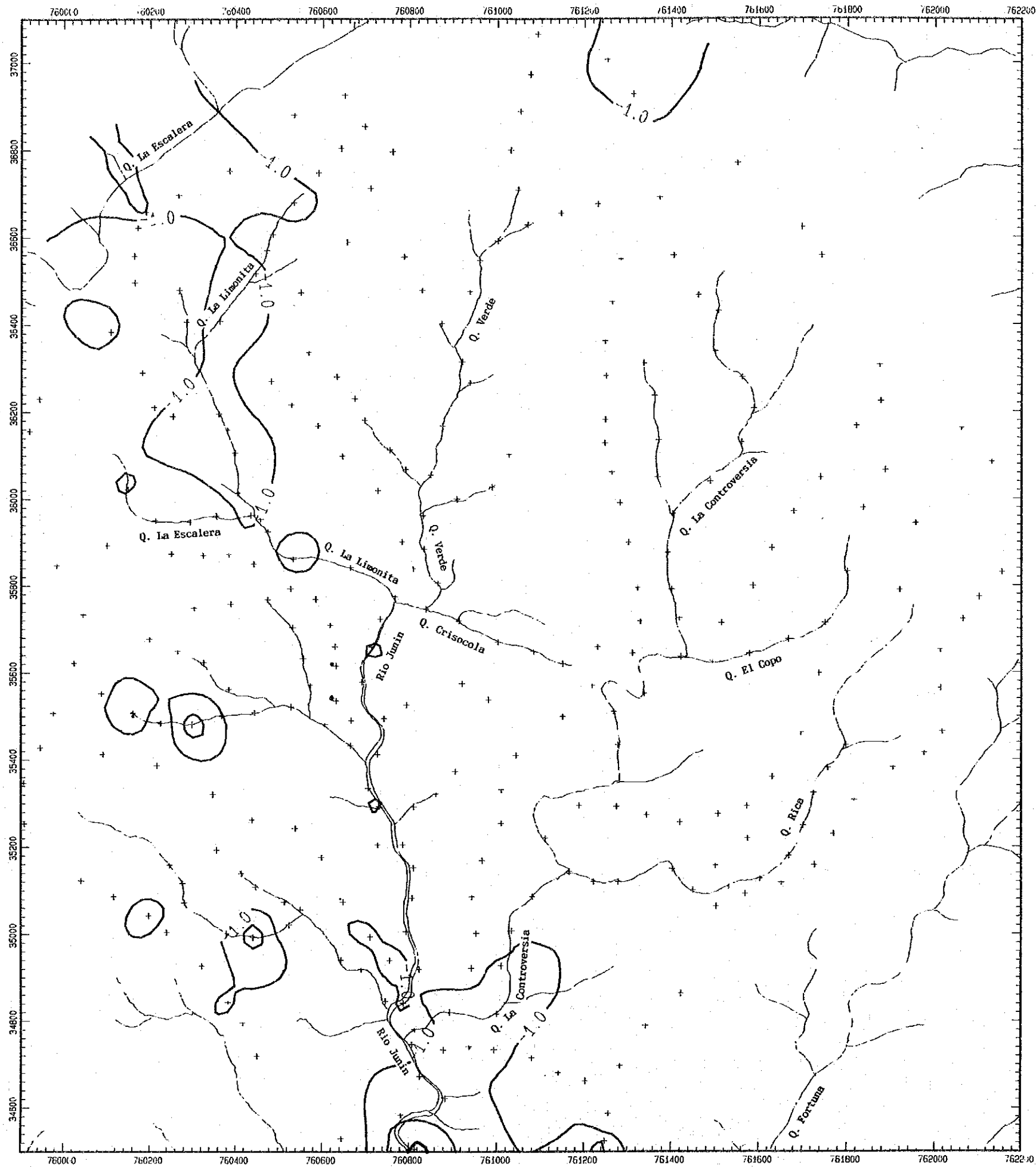


Fig.II-1-8(2) High factor scores from factor analysis of rock samples:Factor 2;Pb-Zn

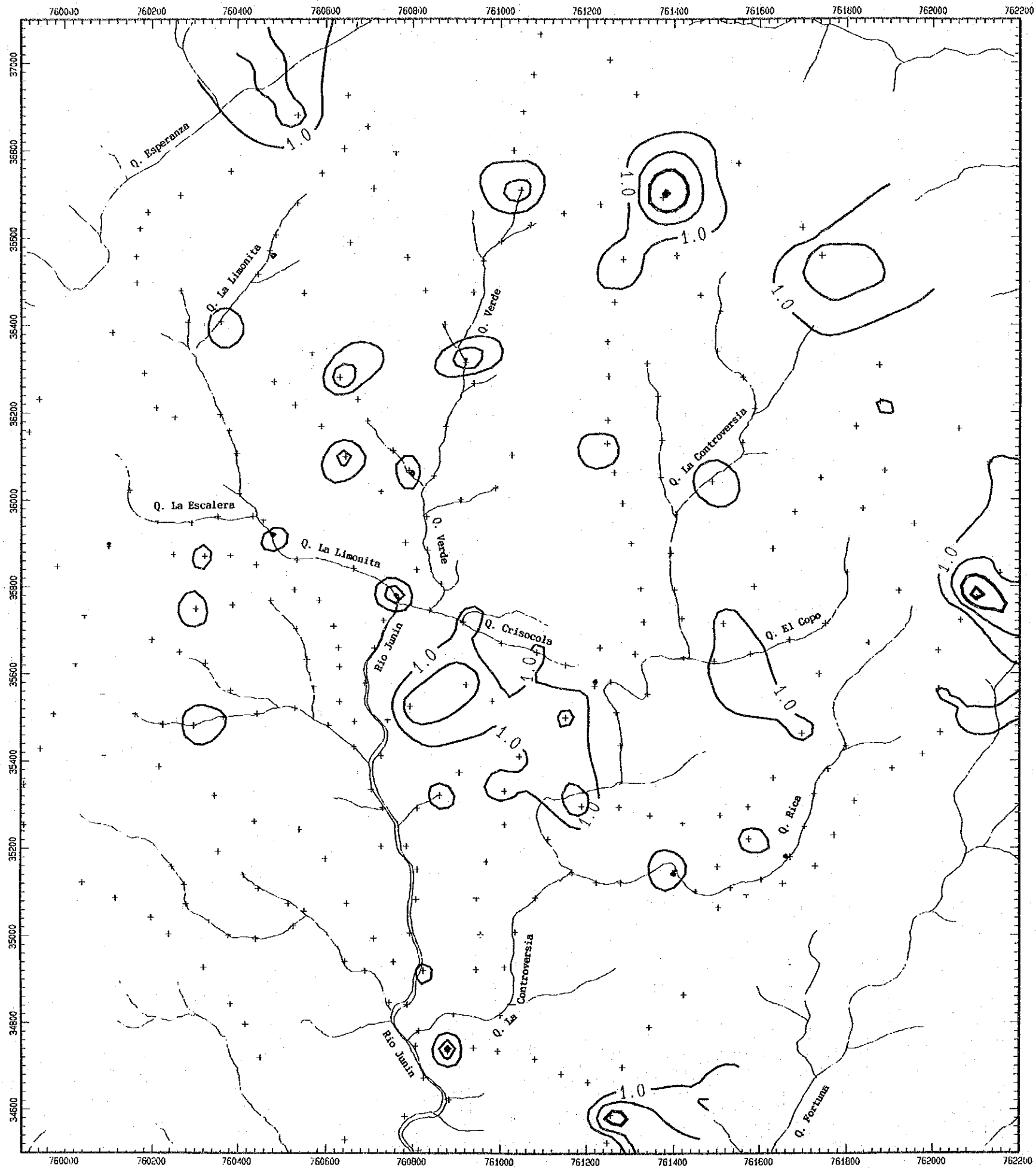


Fig.II-1-8(3) High factor scores from factor analysis of rock samples:Factor 3;Au-Ag

1-3 ボーリング調査

1-3-1 調査目的

ボーリング調査の目的は、フニン地区中央区域における地質調査及び地化学探査により明らかにされたりモニタ沢鉍化帯について、同鉍化帯の地下深部への拡がりを確認することである。

1-3-2 調査工事内容

(1) ボーリング位置

ボーリングを実施したりモニタ沢鉍化帯はフニン地区中央区域の西部に位置している。ボーリングサイトは標高約2,100mの急峻な場所である。

MJJ-1孔の位置は、地質調査の結果、鉍化帯の分布、地形、及び運搬道路造成の難易等を考慮して決定された (Fig. II-1-9)。

(2) 工事概要

本工事は日本から搬入した試錐機・ポンプ等の掘削機械、ビット・ロット等の掘削用具及び泥剤を使用して実施した。

掘進作業は1991年11月5日から1991年12月31日の間に実施された。試錐機はLongyear社製L-24を使用した。設営、解体、移設作業は日勤のみとし、掘削作業は原則として24時間稼働で実施した。掘進方法は表土層を除きワイヤーライン工法を採用し、コアの採取率及び工程の向上に努めた。

掘進実績はTab. II-1-9に示すとおりである。

(3) 資機材の搬入及び設営作業

日本から輸送した資機材及びキートの倉庫に保管してあったロッドやツールズ類はチャルグアヤク・アルト (Chalguayacu Alto) の基地に集結した。ボーリングサイト計画地点のほぼ中間点に現地倉庫 (兼キャンプ) を設け、基地から現地倉庫までの運搬は、試錐機・ポンプ等の重量物は全て分解し人肩で行い、小分出来るものについては馬を使用した。現地倉庫とボーリングサイト間の搬入及び撤収は全て人肩運搬で行った。

資機材運搬用道路は旧歩道の拡幅造成及び一部新規造成を行って確保した。

工事揚水はエスカレラ (Escalera) 沢上流に貯水ダムを設け揚水ポンプで給水した。

(4) 掘進作業

掘進作業に係わる掘進実績をTab. II-1-10に、掘進工程をFig. II-1-10に、掘進機材及び消耗品についてはTab. II-1-11に示す。

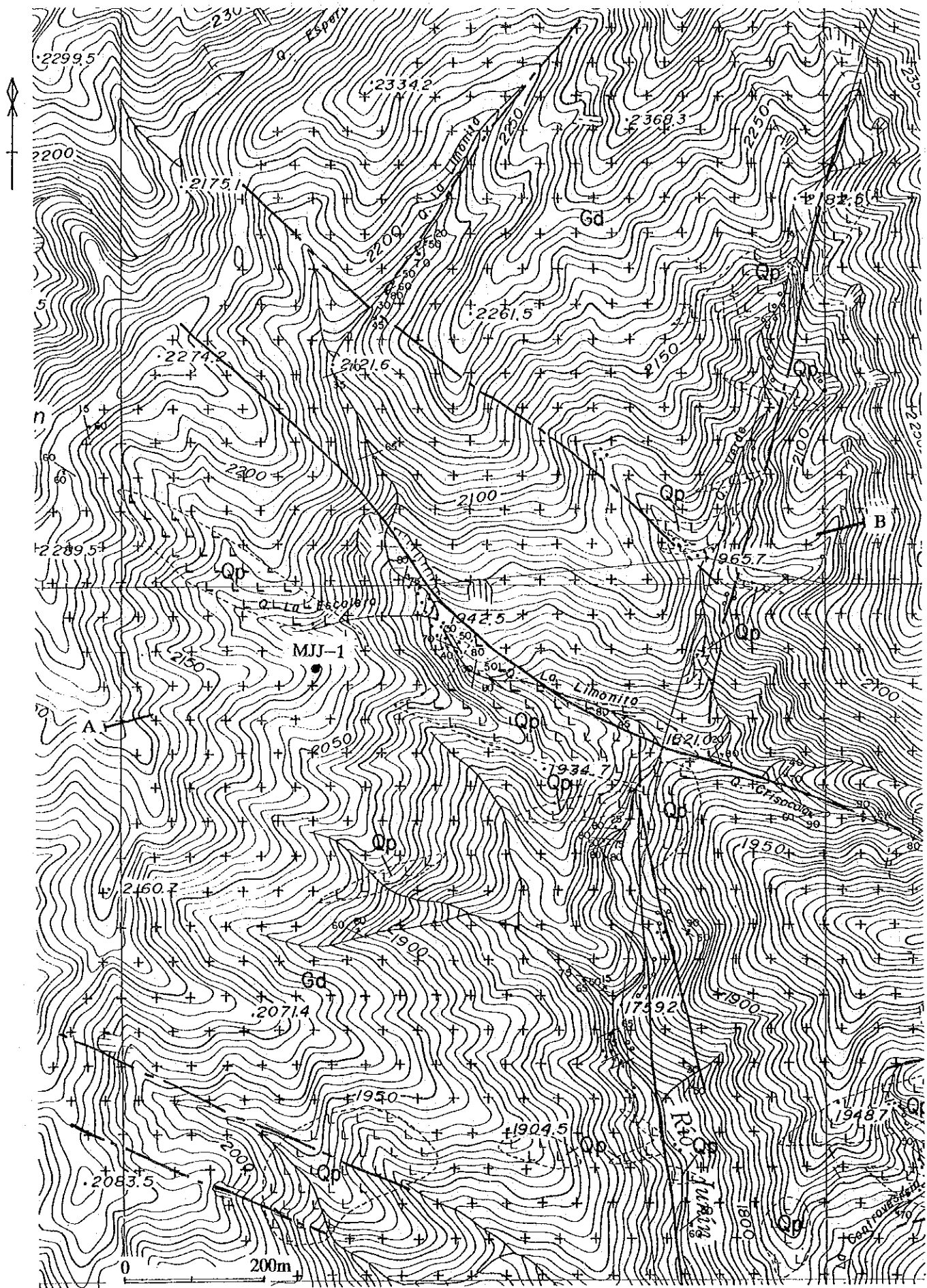


Fig.II-1-9 Location and geologic map of the drill hole MJJ-1

Tab.II-1-9 Generalized drilling results

Drill Hole NO	Machine Type	Drilling Period	Drilled Length	Core		Number of Drilling Shift			Drilling speed		Remarks
				Length	Recovery %	Drilling	Preparation & Removing	Total	m/shift*	m/shift**	
MJJ-1	L-24	Dec.4, 1991 ~ Dec.16, 1991	151.50 ^m	133.50 ^m	95.4	31	44	75	2.02	4.89	

Note * Drilled Length per one shift covering total works operated

** Drilled Length per one shift covering net drilling operation

MJJ-1 were drilled by 3 shift/day (8 hours/shift)

Tab.II-1-10 Summary record of drilling activities(MJJ-1)

Drilling Period	Periods		Number of Days	Actual Working Days	Pay off	Total Number of Workers
	Nov. 4.1991~Dec. 3.1991	Dec. 4.1991~Dec.16.1991				
Preparation			30	30	-	1893
Drilling			13	13	-	444
Removing			15	15	-	570
Total			58	58	-	2907
Planned Length	150m	Overburden	Core Recovery for Each 50m Section			
Increase or Decrease in Length	+1.50m	Core Length	133.50m	Section(m)	Core Length(m)	Core Recovery(%)
Drilled Length	151.50m	Core Recovery	95.4%	46.70	40.40	86.5
Drilling	127° 50'	49.9%	12.6%	46.20	47.00	99.6
Accompanying Works	128° 10'	50.1%	12.7%	46.10	46.10	100.0
Repairing	0°	-	-			
Sub Total	256°	100 %	25.3%	Drilling Efficiency		
Preparation	156°		15.4%	$\frac{151.50}{13}$ [Total Length / Drilling Days]		11.65m/Day
Moving	88°		8.7%	$\frac{151.50}{58}$ [Total Length / Total Working Days]		2.61m/Day
Others	512°		50.6%	$\frac{444}{151.50}$ [Net Drilling Workers / Total Length]		293mens/Day
Grand Total	1012°		100 %	$\frac{2907}{151.50}$ [Net Drilling Workers / Total Length]		19.19mens/Day
Pipe size & Inserted Length	Inserted Length / Drilled Length × 100	Recovery of Casing Pipe	Remarks			
N8-NUCP 12.5m	8.3 %	100 %				
BWCP 58.40m	38.5 %	100 %				

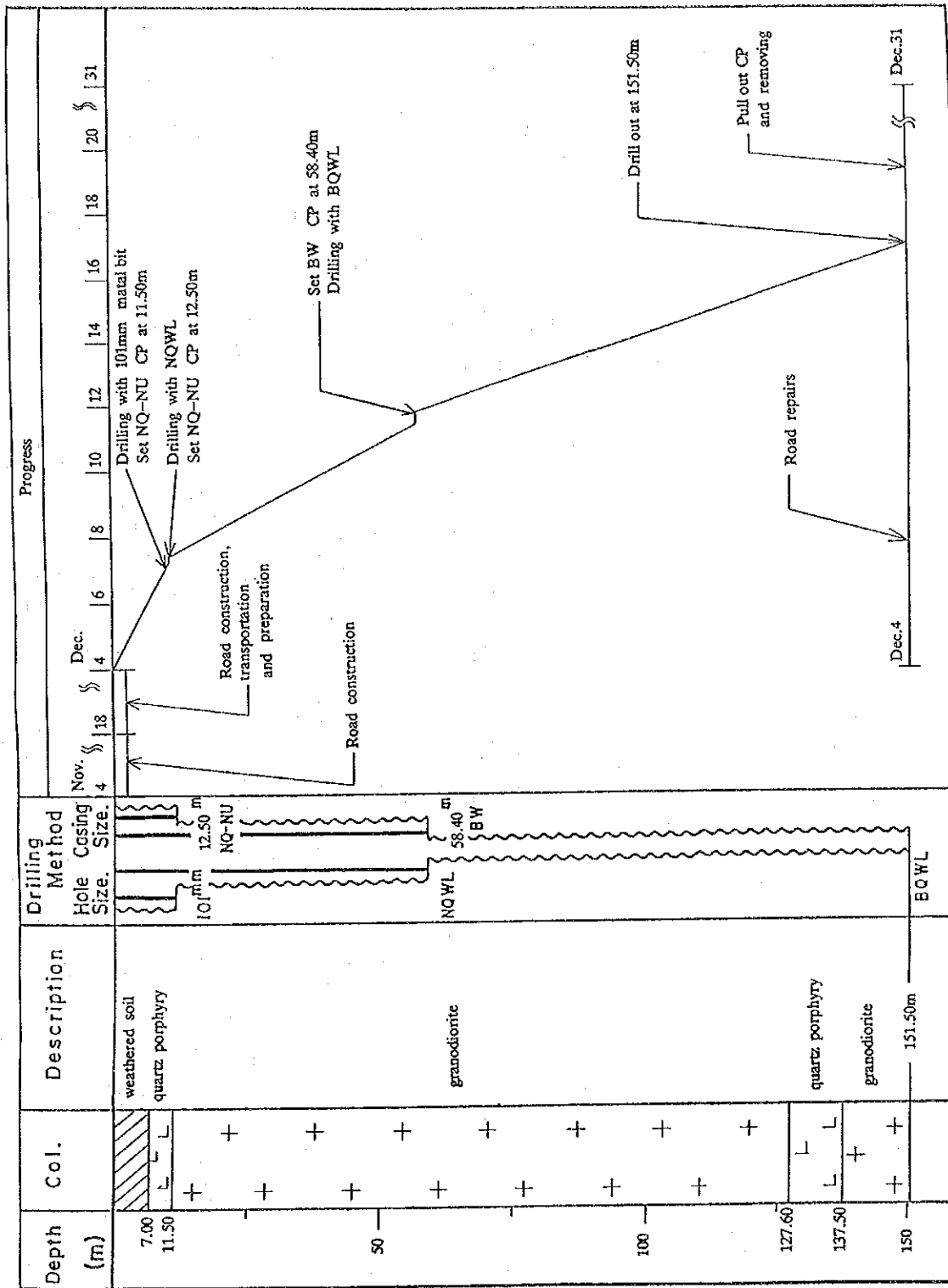


Fig. II-1-10 Progress record of hole MJJ-1

Tab.II-1-11 Drilling equipments and consumed materials

A. Drilling equipment

Article	Model	Specification	Quantity
Drilling Machine	L-24	Maker: Longyear Capacity: BQ WL 120m Dimensions: Height 1370mm Length 1200mm Weight(without Power Unit) : 435 Kg	1 set
Diesel Engine	NFD-10	Maker: YANMAR Horse Power: 10HP/2600rpm	1 set
Drilling Pump	NAS-2	Maker: TONE Piston Diameter 63mm Stroke 67mm MAX Capacity 45 ℓ /min MAX Pressure 37Kg/cm ² Weight(Without Power Unit) : 190 Kg	1 set
Diesel Engine	NFAD-5	Maker: YANMAR Horse Power: 5.5HP/2600rpm	1 set
Water Supply Pump	MS-1503	Maker: MARUYAMA Piston Diameter 47mm Stroke 36mm MAX Capacity 150 ℓ /min MAX Pressure 30Kg/cm ² Weight(Without Power Unit) : 40.8 Kg	2 set
Diesel Engine	MFD-10	Maker: YANMAR Horse Power: 10HP/2600rpm	2 set
Wireline Hoist	WLH-S	Maker: Longyear Hoisting Capacity 250m	1 set
Diesel Engine	NS-40C	Maker: YANMAR Horse Power: 5HP/2400rpm	1 set
Mixer	Jet Type	Run by Drilling Pump	1 set
Drill Rod		NQWL (3.00m/joint)	89 joint
		BQWL (3.00m/joint)	150 joint
		NQ-NU(2.50m/joint)	18 joint
		BW (2.80m/joint)	98 joint

B. Consumed Materials

Article	Specification	Unit	Quantity
			MJJ-1
Light oil	Engine	ℓ	1115
Cement	40 Kg/Sx	Sx	10
Bentonite	25 Kg/Sx	Sx	90
Libonite	20 Kg/Sx	Sx	6
C·M·C	10 Kg/Sx	Kg	80
TK60B	20 Kg/Sx	Sx	2

C. Consumed Bit

Hole No.		MJJ-1	
		Drilled Length	Quantity
Bit Type			
101mm Single	Metal Bit	11.50 m	7 PCS
	Diamond shoe	11.50	1
NQWL	Diamond Bit	58.40	3
	Diamond Reamer	58.40	2
BQWL	Diamond Bit	93.10	7
	Diamond Reamer	93.10	3

・0m～11.50m (孔径 101mm, ケーシングパイプ : NQ-NU 11.50m)

表土層及び礫層は101mm メタルビットを使用し, ベントナイト泥水で掘進した。11.50mで着盤し, NQ-NU ケーシングパイプを挿入設置した。

・11.50m～58.40m (孔径 NQWL 77.5mm : ケーシングパイプ : NQ-NU 12.50m; BW 58.40m)

NQWL工法で, ベントナイト泥水と清水にTK-60Bを混ぜた掘削泥水を使用して掘進した。岩質は, 主に硬質な花崗閃緑岩で部分的に石英及び緑レン石・緑泥石の細脈が認められた。16.40mにて全量逸水が発生したため, テルストップで防止してNQ-NU ケーシングパイプを挿入した。まで掘進し, を挿入した。

・58.40m～151.50m (孔径 BQWL 59.56mm)

BQWL工法で清水にTK-60Bを混ぜた掘削泥水を使用して掘進した。岩質は主に硬質な花崗閃緑岩で一部に石英斑岩が貫入している。全体を通じて黄鉄鉱の鉱染や細脈, あるいは石英及び緑泥石・緑レン石の細脈が認められた。深度 151.50mで掘進を完了した。

(5) ボーリングコア調査

ボーリングコア調査は, ボーリングサイト及びガルシアモレノ (Garcia Moreno) 作業場で掘進作業と並行して行い, 縮尺分のの柱状図にまとめた。試料採取は掘進完了後に行い, ボーリングコアを半分に切断し保存用コアを確保後採取した。鉱石分析用試料は各鉱化帯について平均的品位が得られるように連続サンプリングしたものを試料とした。

1-3-3 調査結果

(1) MJJ-1孔

(i) 位置, 傾斜及び深度

位置 : 緯距 35.880N , 経距 760.270E , 標高 +2.105m

傾斜 : -90°

深度 : 151.50m

(ii) 目的

本ボーリングは, リモニタ沢鉱化帯の西方延長部の拡がり, と, 同沢底レベルより上位の銅の二次鉱物の賦存状況を明かにし, 且つ鉱化作用と関連が深い石英斑岩と花崗閃緑岩との関係について考察することである。

(iii) ボーリング孔の地質及び鉍化作用 (Appendix 7, Fig. II-1-9, Fig. II-1-11)

(m)	(m)	
0.00—	7.00	淡黄～淡桃色粘土, 石英斑岩の細礫を含む
7.00—	12.00	石英斑岩 (風化)
12.00—	31.80	花崗閃緑岩, 中～強粘土化, 緑レン石化
31.80—	41.60	花崗閃緑岩, 緑レン石化, 細粒黄鉄鉍フィルム
41.60—	49.90	花崗閃緑岩, 強粘土化, 緑レン石化, 全体に褐鉄鉍の鉍染
49.90—	54.60	花崗閃緑岩, 中珪化, 緑レン石化>緑泥石化, 細粒黄鉄鉍フィルム
54.60—	127.60	花崗閃緑岩, 強珪化, 緑泥石化>緑レン石化, 黄鉄鉍—黄銅鉍—(斑銅鉍)鉍染及びフィルム
127.60—	137.50	淡灰緑色石英斑岩, 中～強珪化, 緑泥石化, 黄鉄鉍—黄銅鉍鉍染
137.50—	151.50	花崗閃緑岩, 中～強珪化, 緑泥石化・緑レン石化 (孔底) 黄鉄鉍—黄銅鉍鉍染

本年度のボーリング調査結果により, リモニタ沢鉍化帯は西方への拡がりは認められるものの西に向かって鉍化の程度が弱くなる傾向が窺えた。しかし, ボーリング深度127～137m間で捕捉された石英斑岩岩脈中及び, 同岩脈と花崗閃緑岩との境界付近で相対的に鉍化の程度が強くなる傾向が認められた。これはリモニタ沢の鉍化露頭で観察された事実と一致する。鉍化部の鉍物共生関係は黄銅鉍—黄鉄鉍を主体とし, 局部的に二次鉍物の赤銅鉍, 輝銅鉍・斑銅鉍及び赤鉄鉍を伴っている。

変質については白色変質及び緑レン石化は地表付近に特徴的に発達する。深部では珪化及び緑泥石化が卓越する。X線回折結果では石英—緑泥石—絹雲母 (フィリック変質帯) の鉍物組合せが認められた。

したがって, 本孔では, コア観察結果及びX線回折結果に地表調査結果を考慮すると, 鉍化の程度は極めて弱いものの, 肉眼的な珪化及び緑泥石化が顕著となり, X線回折によるフィリック変質帯を伴う深度 120m付近から, いわゆるリモニタ沢鉍化帯に入ったものと解釈される。

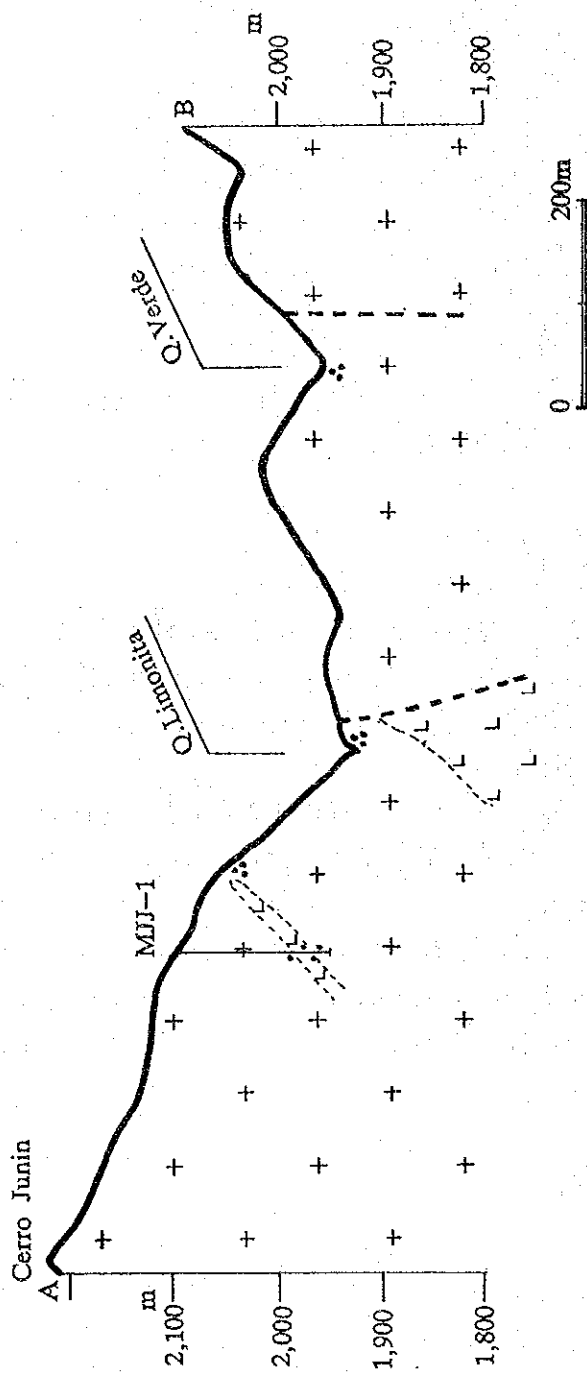


Fig. II-1-11 Geologic profile of the drill hole MJJ-1

1-4 考 察

上記3つのタイプの鉍化変質帯の形成史は、次のように考えられる。

花崗閃緑岩バソリス（アプエラーナネガルバソリス）のトレンドは、大構造としてのアンデス方向のN-S~NNE-S SW系である。リニアメントのうち、卓越した方向として抽出されたNE-SW系及びNW-SE系は、中構造であり、両者は共役なセットと推定される。そしてこれら3系統の構造は、いわゆる基盤構造として既に存在し、ストック状の石英閃緑岩及びそのマグマの上昇にとって非常に都合の良い通路になったであろう。

フニン地区中央区域は、これら構造運動及び火成活動が集中した場の1つであったと考えられる。すなわち、リモニタ沢及びクリソコラ沢の合流点付近を中心とした放射状のリニアメント（フラクチャー）が発達する。これらのフラクチャーは、鉍液の通路及び斑岩の貫入の場としての弱線になったかも知れない。この様な特殊な場に、タイプIとタイプIIの鉍化変質作用が同時に生じたことにより、各々の鉍化帯を形成した（タイプI・II合わせてポーフィリー・銅タイプと考えられる）。

そして最終末期にタイプIIIの酸性熱水変質作用により終止符が打たれた。その後、局部的にいわゆる地下水の循環により、銅の二次鉍物が生成されたが、黄鉄鉍の量が極端に少なかったために、酸化帯あるいは二次富化帯の形成には至らなかったと推定される（ただし、クリソコラ沢の鉍脈では断層沿いに銅の溶脱が進み、二次富化帯を形成している）。

タイプII及びタイプIIIのフラクチャーによる構造解析の結果、これらのフラクチャーを生じさせた造構運動として、リモニタ沢及びクリソコラ沢の合流点付近深部からの上方への突き上げが想定される。

各鉍化帯ごとの鉍化のタイプ、変質分帯及び岩石地化学探査の結果をTab. II-12 にまとめた。

本年度リモニタ沢鉍化帯西端部で実施されたボーリング調査結果（MJJ-1孔）によると、コア観察結果及びX線回折結果に地表調査結果を考慮すると、鉍化の程度は極めて弱いものの、肉眼的な珪化及び緑泥石化が顕著となり、X線回折によるフィリック変質帯を伴う深度120m付近から、いわゆるリモニタ沢鉍化帯に入ったものと解釈される。

Tab.II-1-12 Summary of each mineralized zone

Mineralized and alteration zones	Mineralized type						Alteration zoning pattern						Geochemical anomaly					
	I	II		III		I		II		III		Cu	Mo	Pb	Zn	Au	Ag	
		A	B	A	B	Prop	Phyl	Phyl	Pota	A	B							
Q. Limonita miner. zone	⊙	⊙	⊙	-	-	○	⊙	-	○	-	-	⊙	⊙	○	○	•	•	
Q. Verde miner. zone	⊙	-	-	-	-	○	⊙	-	-	-	-	⊙	⊙	○	-	•	•	
Rio Junin miner. zone	○	-	⊙	-	-	○	⊙	⊙	○	-	-	⊙	⊙	○	-	-	•	
Up. reach of Q. Limonita miner. zone	-	⊙	-	-	-	•	-	⊙	-	-	-	⊙	-	⊙	⊙	•	•	
Q. Crisocola miner. zone	-	⊙	-	⊙	-	•	-	○ [?]	-	⊙	-	•	○	○	-	•	•	
Q. Crisocola- Q. Controversia alter. zone	-	-	•	⊙	-	-	-	-	-	⊙	-	-	○	○	-	•	•	
Q. Controversia miner. zone	○	⊙	⊙	-	-	○	⊙	⊙	-	-	-	⊙	⊙	○	-	-	•	
Q. Rica miner. zone	○	-	○	-	-	⊙	-	○	-	-	-	-	○	-	-	-	•	
Cerro Junin miner. zone	-	-	○	-	-	-	-	○	-	-	-	•	-	⊙	○	•	-	
Southeast-East alter. zone	-	-	•	-	⊙	-	•	-	-	-	⊙	-	•	○	-	•	•	

⊙ > ○ > ○ > • > -

第2章 フニン地区・周辺区域

本年度は、面積35km²の地質準精査及び地化学探査（河床堆積物）を実施した。

2-1 地質調査

2-1-1 調査目的及び方法

本調査は、フニン地区・周辺区域（35km²）の地質状況を解明することにより、鉱床賦存状況を把握することを目的とする。その調査の重点課題は、本区域の地質構造と鉱化・変質の状況及び関係を解明し、フニン地区・中央区域の既知鉱化作用の周辺への拡がりを把握することである。

現地調査の踏査に当たっては、既存の航空写真を基に、新たに縮尺1万分の1の地形図を作成し、これを使用してルートマップを作成した。踏査ルートは、既存の資料を十分検討して設定した。踏査に当たっては、航空写真を活用した。ルート踏査と併行して、地化学探査として主要河川及びその支流において河床堆積物試料を採取した。

地質図をFig. II-2-1及びP1. II-2-1に、地質断面図をP1. II-2-2に示す。また、地質模式層序図をFig. II-2-2に示す。

各種試験分析に供した試料を、十分に配慮して採取した。これらの採取位置をP1. II-1-3に、各種試験分析結果を本文中及び巻末に示す。

2-1-2 地質及び地質構造

本区域の地質は、主としてバソリスを形成する花崗閃緑岩（Gd）と、これに貫入するストック状の閃緑斑岩（Dp）及び石英斑岩（Qp）から構成される。

（1）花崗閃緑岩（Gd）

本岩は、本調査区域のほぼ全域を構成するアプエラーナネガルバソリスを形成している。岩質は中粒を呈し、黒雲母及び角閃石が胡麻塩状に点在する。花崗閃緑岩質バソリスは、調査区域の西部のチャガルヤク川（Rio Chalguayacu）上流部及びエスペランサ沢（Q. Esperanza）下流部で、マクチ層の塩基性凝灰岩及びそのホルンヘルスをゼノリスとして取込んでいる。

代表的な岩石の顕微鏡観察結果は、次のとおりである（Appendix 1）。

花崗閃緑岩（D1015）

位置：エスペランサ沢

組織：半自形粒状

主成分・副成分鉱物：斜長石>石英>カリ長石>黒雲母>角閃石、褐レン石、燐灰石、
ジルコン、不透明鉱物

変質鉱物：緑泥石

黒雲母は、僅かに緑泥石化している。

(2) 閃緑斑岩 (Dp)

本岩は、本調査区域の中央南東部及び南東部の2地域に分布し、花崗閃緑岩質バソリスに貫入し、それぞれ直径約0.5 kmと直径約1 kmのストックを形成している。

代表的な岩石の顕微鏡観察結果は、次のとおりである (Appendix 1)。

閃緑斑岩 (E1026)

位置：フォルトゥナ沢

組織：斑状

斑晶：斜長石>石英>黒雲母>不透明鉱物

石基：斜長石>石英>カリ長石

変質鉱物：石英>絹雲母>緑泥石>カリ長石>緑レン石>褐鉄鉱

黒雲母はほとんど緑泥石化している。斜長石の斑晶及び石基は、絹雲母及び緑泥石に置換されている。

(3) 石英斑岩 (Qp)

本岩は、本調査区域の西部のチャガルヤク川下流及びエスペランサ沢下流、東部のクリスタル沢(Q. Cristal)下流及びその支流の上流部、及び南東部のフォルトゥナ沢上流部及びその支流の中流部に分布する。また、花崗閃緑岩質バソリス及び閃緑斑岩のストックに貫入し、幅10 mと幅100 mのストック及び岩脈を形成している。フニン地区中央区域の石英斑岩の分布状況を合わせて見ると、フニン川、リモニタ沢及びクリソコラ沢が交わる地点を中心に比較的多くの石英斑岩の貫入及び拡がり認められるが、それより離れた所では、その外側での石英斑岩の貫入及び分布は少ない。本岩 (Qp) と被貫入岩との境界部付近では黄鉄鉱の鉱染や黄銅鉱-黄鉄鉱の鉱染が認められる。

代表的な岩石の顕微鏡観察結果は、次のとおりである (Appendix 1)。

石英斑岩 (E1027)

位置：フォルトゥナ沢

組織：斑状

斑晶：斜長石>石英>黒雲母>不透明鉱物

石基：石英>斜長石>カリ長石

変質鉱物：絹雲母>緑泥石>緑レン石>方解石>褐鉄鉱

黒雲母は、大部分緑泥石化している。斜長石斑晶及び基質は、方解石、絹雲母及び緑泥石に置換されている。

これら3種類の岩石の全岩分析値、ノルム石英-正長石-斜長石三角図、ACF図及びSiO₂ - (Fe³⁺/Fe²⁺)をそれぞれTab. II-1-1及びFig. II-1-2に示す。

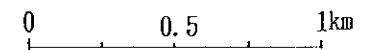
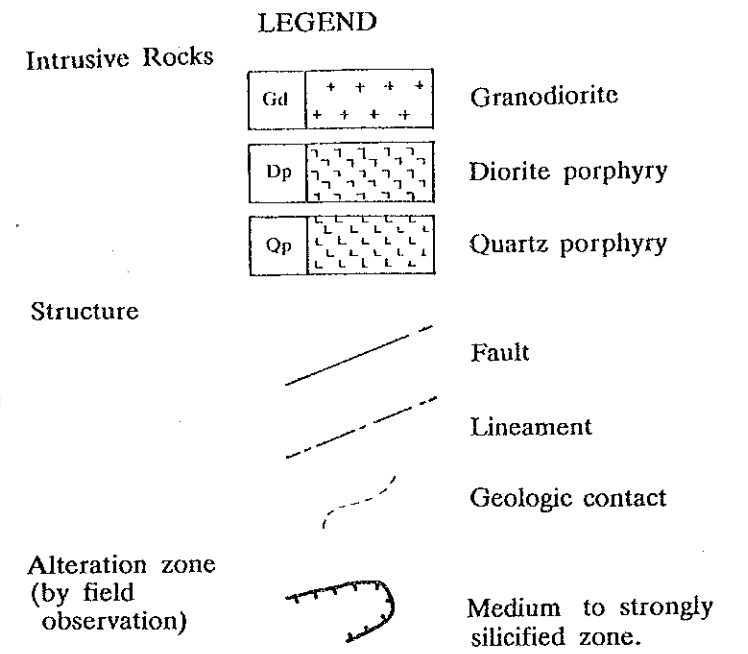
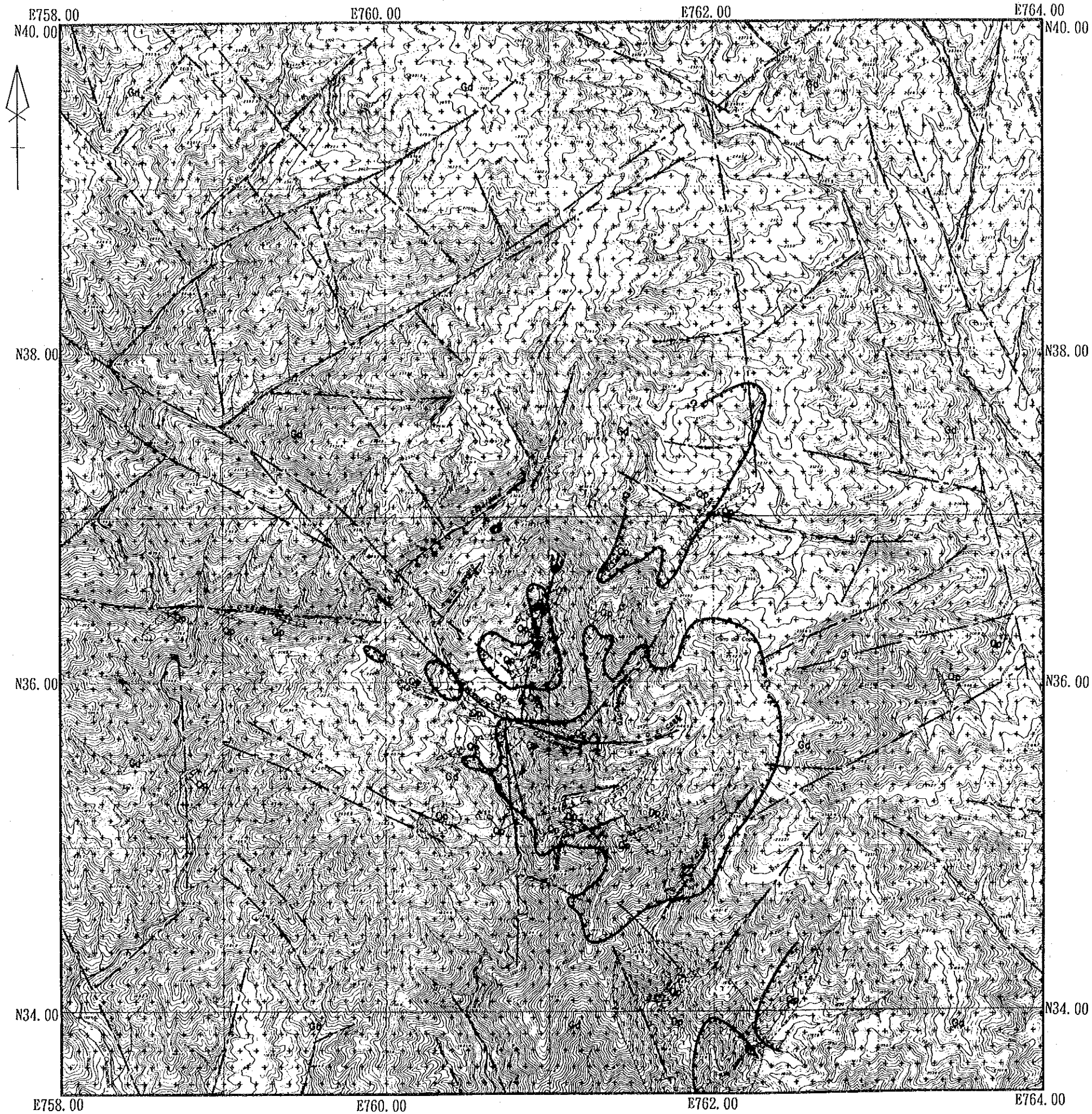


Fig.II-2-1 Geologic map of the Surrounding zone, Junin area

Geologic Age			Ma	Igneous Activity	Mineralization and alteration			
Cenozoic	Quaternary	Holocene	0.01	<p style="text-align: center;"> $\begin{matrix} 13.0 \\ \uparrow \\ 11.1 \\ \downarrow \\ 14.5 \end{matrix}$ Gd $\begin{matrix} 7.3 \\ \uparrow \\ 11.1 \\ \downarrow \end{matrix}$ Dp to Ap $\begin{matrix} 5.6 \\ \uparrow \\ 2.8 \\ \downarrow \end{matrix}$ Qp </p>	<p style="text-align: center;"> \leftrightarrow Dissemination & network type(Cu-Mo) \leftrightarrow Vein type(Cu-Mo) \leftrightarrow Acidic alteration </p>			
		Pleistocene	1.7					
	Tertiary	Neogene	Pliocene			5.1		
			Miocene			Upper		
						Middle		
		Lower						
		Oligocene	Upper			24		
			Lower			38		
			Eocene			Upper	55	
						Middle		
						Lower		
			Paleocene			Upper	65	
		Lower				96		
		Mesozoic				Cretaceous	Upper Cretaceous	Maastrichtian
			Campanian					
			Santonian					
			Coniacian					
			Turonian					
			Cenomanian					
			Lower Cretaceous			Albian		
Aptian								
Barremian								
Hauterivian								
Valanginian								
Berriasian	143							

Fig.II-2-2 Generalized columnar section of the Junin and Cuellaje areas

その結果、C1027を除き花崗閃緑岩の範疇に、D1028以外Iタイプの領域に、そして全て磁鉄鉱系列の領域に分類される。

アプエラーナネガルバソリスを形成する花崗閃緑岩(C1022)、ストックを形成する閃緑斑岩(E1026)及び石英斑岩(E1027)に対してK-Ar法による放射年代測定(C1022は鉍物年代、他の2試料は全岩年代)を実施した。その結果、それぞれ 14.5 ± 1.0 Ma, 7.3 ± 0.3 Ma, 6.1 ± 0.2 Maの年代を得た(Tab. II-1-2)。これらの年代は、バソリスでは従来のpost-eoceneという年代(MRNE/DGGM, 1982)をより限定した年代にし、新第三紀中新世中期である。斑岩類については、新第三紀中新世後期である。

(4) 地質構造

本調査区域には、リニアメントとして特徴づけられる地質構造が発達する。

6万分の1の航空写真を用いて本調査地区のリニアメントの解析を行ない、地質図(Fig. II-2-1, Pl. II-2-1)に表した。

本地区において比較的長くまた比較的明瞭なリニアメントには、北東部から東部に掛けて発達するNNW-SSE系のもの、北西部に発達するENE-WSW系のもの、中央部から西部並びに南西部に発達するWNW-ESE系のもの、フニン地区・中央区域の南部及び南西部に発達するN-S系のもの、及び東部及び西部に発達するE-W系のものがある。また、フニン地区中央区域のフニン川、リモニタ沢及びクリソコラ沢の交わる地点を中心に、NW-SW系、N-S系、E-W系及びNNE-SSW系からなる放射状のリニアメントが発達する。

フニン地区・中央区域において確認された断層には、リモニタ沢からクリソコラ沢を通るNW-SW系からEW系に変位する断層、フニン川に沿うN-S系の断層及びコントラベルシア沢のENE-WSW系及びNW-SW系の断層がある。これら確認された断層は、フニン地区・中央区域において確認されたリニアメントの一部と同じものであることから、他のリニアメントもまた断層である可能性がある。

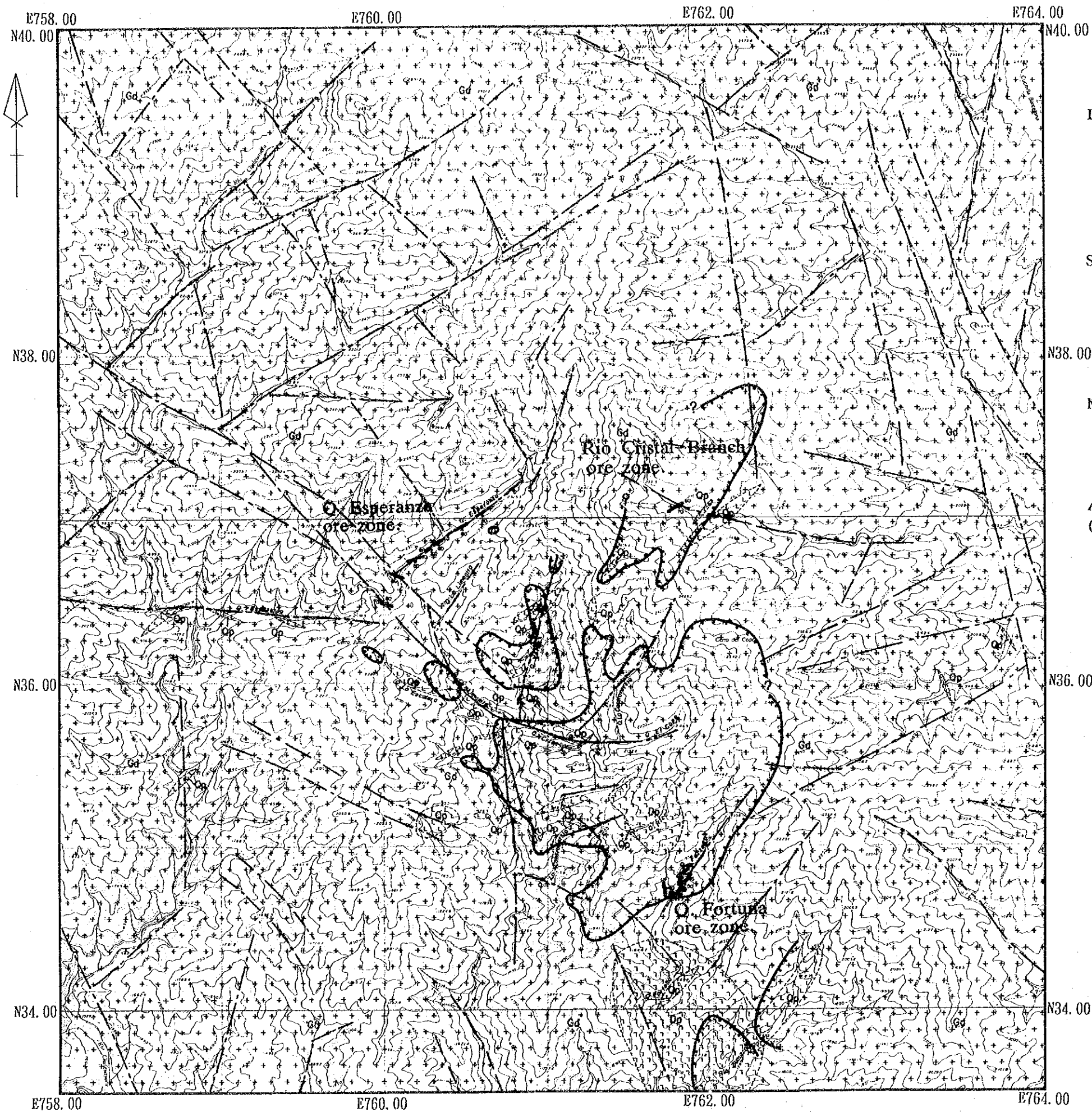
2-1-3 鉍化作用及び変質作用

本区域の鉍徴地として、エスペランサ沢鉍化帯、フォルトゥナ沢鉍化帯、及びクリスタル沢支流珪化帯が認められた(Fig. II-2-3)。

(1) エスペランサ沢鉍化帯

本鉍化帯は、フニン地区中央区域の北西端の外側に隣接し、リモニタ沢上流部の北西延長に当たり、チャガヤク川の支流のエスペランサ沢上流部に位置する。その規模は、エスペランサ沢に沿って、おおよそ1 kmに亘る。

本鉍化帯の母岩は、全体的に弱い緑泥石化作用を被った中粒の角閃石黒雲母花崗閃緑岩である。角閃石及び黒雲母は僅かに緑レン石及び緑泥石に、また斜長石は僅かに絹雲母に置き換わ



LEGEND

- | | | |
|---|--------------|-------------------------------------|
| Intrusive Rocks | | |
| Gd | ++++
++++ | Granodiorite |
| Dp | ++++
++++ | Diorite porphyry |
| Op | ++++
++++ | Quartz porphyry |
| Structure | | |
| | ——— | Fault |
| | - - - - | Lineament |
| | ~~~~~ | Geologic contact |
| Mineralization | | |
| | — | Vein and veinlet |
| | ••• | Dissemination |
| Alteration zone
(by field observation) | | |
| | ⎵ | Medium to strongly silicified zone. |

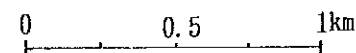


Fig.II-2-3 Mineralized and alteration zone map of the Surrounding zone, Junin area

っているものの、比較的新鮮である。

本鉍化帯は中央区域のタイプIIに属し、硫化鉍物に富む鉍脈(タイプII A)と硫化鉍物を含む石英脈(タイプII B)から構成される(Tab. I-4-1)。また、リモニタ沢上流部に発達するNE-SW系の鉍脈及び石英脈の鉍化帯の北西延長部である。

脈の方向として、本鉍化帯の広がるエスペランサ沢の下流部の2本の硫化鉍物に富む鉍脈は、40cmと60cmの脈幅をもち、N70Wの走向とほぼ垂直な傾斜である。その上流部の鉍脈は、60cmから1.6mの脈幅をもち、N70EからN60Eの走向とほぼ垂直な傾斜である。また、これらの鉍脈の走向は、エスペランサ沢の方向とは若干斜交する。さらにその上流部の石英脈は、1.6mの脈幅をもち、N40Eの走向及び垂直である。これらの脈の方向と位置は、エスペランサ沢付近で抽出されたNW-SE系とNE-SW系のリニアメントの方向と位置に調和的である。

N70EからN60Eの走向の鉍脈から採取された試料(D1019, D1022, D1023)の研磨片観察の結果、鉍石鉍物は、主に黄鉄鉍及び黄銅鉍からなり、他に四面銅鉍を含む(Appendix 2)。脈石は石英からなる。

脈際変質は珪化及び粘土化が主なものであり、脈際変質の幅は約2mから3mに亘る。脈際変質鉍物として、石英及び絹雲母が認められた(Appendix 3)。

鉍石分析の結果、N70Wの走向の鉍脈の試料(D1021)は、Cu 20.97%、Pb 0.01%、Zn 0.28%、Au 0.6g/t及びAg 784.0g/tの鉍石品位であった(Appendix 4)。N70EからN60Eの走向の鉍脈の試料(D1022, D1026)は、Cu 11.07%~0.66%、Pb 0.03%以下、Zn 0.07%以下、Mo 0.01%、Au 0.1g/t及びAg 156.7g/t~13.9g/tの鉍石品位であった。N40Eの走向の石英脈の試料(D1027)は、Cu 0.34%、Zn 0.01%及びAg 12.1g/tの品位であった。

(2) フォルトゥナ沢鉍化帯

本鉍化帯は、フニン地区中央区域の南西端の外側に隣接し、スマラガ川(Rio Zumarraga)の支流のフォルトゥナ沢上流部に位置する。その規模は、フォルトゥナ沢に沿って、おおよそ100mに亘る。

本鉍化帯の母岩は中粒の角閃石黒雲母花崗閃緑岩及び石英斑岩からなり、いずれも全体に強く珪化している。

本鉍化帯は、中央区域のタイプI及びタイプII Aに属す。

タイプIは強珪化した花崗閃緑岩及び石英斑岩中の黄鉄鉍-(黄銅鉍)-(四面銅鉍)-(赤銅鉍)-(輝銅鉍)の鉍染及び網状からなる。

タイプIIは硫化鉍物(黄鉄鉍及び黄銅鉍)に富む鉍脈から構成される。鉍脈は3本確認されており、1本の鉍脈は脈幅10cm、走向N15W傾斜60Eであり、NW-SE系のリニアメントに調和的である。その上流部での2本の鉍脈は、それぞれ脈幅10cmと40cm、走向N35E傾斜50Eと走向N50E傾斜45Eであり、NNE-SSW系のリニアメント上

に位置する。

鉍染及び網状型の鉍化作用を被った花崗閃緑岩 (E1021, E1022, E1025) は、主に石英及び絹雲母からなる変質鉍物を含む。

鉍脈型の鉍化作用に伴う脈際変質鉍物 (E1020, E1024) として、石英及び絹雲母が認められた。

鉍石分析の結果、鉍染及び網状型の試料は、Cu 2.68%~0.33%、Mo 0.09%以下及びAg 8.3g/t~1.1g/tの鉍石品位であった。鉍脈の試料は、Cu 1.26%~0.37%、Au 0.2g/t以下及びAg 3.5g/t~1.8g/tの品位であった。

(3) クリスタル沢支流変質帯

本変質帯は、フニン地区中央区域の北東端の外側に隣接し、クリスタル沢支流の上流部に位置する。その規模は、NE-SW方向で1km、NW-SE方向で0.5km以上である。

本変質帯の母岩は中粒の角閃石黒雲母花崗閃緑岩及び石英斑岩からなり、いずれも全体に中程度以上の珪化作用及び弱い粘土化を被っている。また、黄鉄鉍の鉍染及び褐鉄鉍のフィルム (タイプI) が認められる。珪化した花崗閃緑岩 (D1040, D1043) は、石英及び絹雲母からなるフィリック変質帯を形成する。

この変質帯中にはタイプIIの転石 (D1044) が認められ、鉍石分析の結果、Cu 0.22%、Pb 0.02%、Zn 0.02%、Au 0.7g/t、Ag 11.7g/t 及びMo 0.01%の品位であった。

(4) その他の鉍徴地

上記鉍化帯の他に、クリスタル沢支流の中流部に小規模の黄銅鉍-黄鉄鉍の鉍染帯が認められた。

鉍石分析の結果、その鉍染帯の試料は、Cu 1.10%、Ag 24.8g/t の鉍石品位を示した。

2-2 地化学探査

2-2-1 探査目的

河川堆積物地化学探査の目的は、既知鉍化作用の周囲への拡がりを把握し、鉍床特にポーフリー-銅-鉍床の胚胎有望地を抽出することである。

2-2-2 探査方法

(1) 試料採取及び試料調整

全体で305個の河川堆積物試料を採取した (Pl. II-1-4)。採取密度は平均8~9個/km² であるが、本地区中央区域近傍では、若干採取密度を高くした。2つ以上の川の合流部では、お互いの流系の影響を受けない程度上流部で試料を採取した。採取点では、原則として岩盤直上の重鉍物の濃集した地点の沢砂を、フルイにより30メッシュアンダーの試料にして採取し

た。採取した各試料は四分法により50グラムを分析用とし、50グラムを予備として保存した。また、試料採取点の情報として地質状況、沢のオーダー、沢幅、流速及び沢砂の粒径等を記録した。

(2) 化学分析

試料は、現地にて概略秤量調整した後に、岩石と同様大手開発地化学試験所で、化学分析を行った。対象元素は、Cu、Pb及びZnの3元素である。

各元素の化学分析法と検出限界値をTab. II-1-4に示した。化学分析の結果は、Appendix 6に示す。

(3) データ処理

得られた分析値をコンピュータに入力し、統計処理を行った。この際、処理の都合上検出限界値に満たない試料については検出限界値の半分の値を用いた。基本統計量をTab. II-2-1に示す。

次に、各元素間の関連性を明かにするために、相関係数を算出し (Tab. II-2-2)、相関散布図を作成した (Fig. II-2-4)。

異常を求めるしきい値の決定には、既述のEDA法を使用した。各成分について分析値のヒストグラム及びboxplotを作成した (Fig. II-2-5)。これらによればしきい値はupper fence、補助的しきい値はupper whiskerである (Tab. II-2-3)。

2-2-3 探査結果

(1) 元素別地化学異常

単変量解析としてEDA法を用いて、Cu、Pb及びZnの各元素の濃度分布を調べ、地化学異常図を作成した。

銅 (Cu)

銅の濃度は、最小値 5 ppmから最大値 2,823 ppmの広がりを示す。EDA法によって求められたUpper fence の値 (227.0ppm) をしきい値とし、またUpper whiskerの値 (9.5ppm) を補助的しきい値として、本元素の異常域をFig. II-2-6(1) の高濃度分布図に示した。

227ppm以上の値を示す銅の異常域は、次の4か所にまとめられる。

- ①エスペランサ沢
- ②フニン川
- ③フォルトゥナ沢
- ④クリスタル川支流

①地域の異常域は、本流のみに分布し、227ppmから641ppmまでの値であった。②地域の異常

Tab.II-2-1 Summary of statistical analysis of stream sediment geochemical data

Geologic units	Elements	Mean	Variance	Standard deviation	Min.	Max.	Mean±2S. D
Gd, Qp & Dp. (N=160)	Cu (ppm)	44.7	0.455	0.675	5.0	2,828.0	999.9
	Pb (ppm)	3.2	0.084	0.289	0.5	24.0	12.1
	Zn (ppm)	31.1	0.107	0.327	11.0	701.0	140.1

Tab.II-2-2 Correlation of three elements of stream sediment geochemical data

	Cu	Pb	Zn
Cu	1.000		
Pb	0.438	1.000	
Zn	0.577	0.782	1.000

Tab.II-2-3 Results of the EDA analysis of stream sediment geochemical data

Elements	Median	L. fence	L. whisker	L. hinge	U. hinge	U. whisker	U. fence
Cu(ppm)	27.5	-117.0	11.0	12.0	98.0	219.0	227.0
Pb(ppm)	3.0	-2.5	2.0	2.0	5.0	5.0	9.5
Zn(ppm)	24.0	-12.5	17.0	19.0	40.0	54.0	71.5

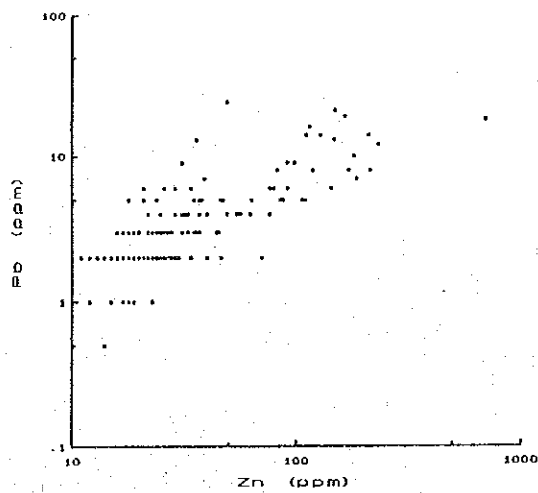
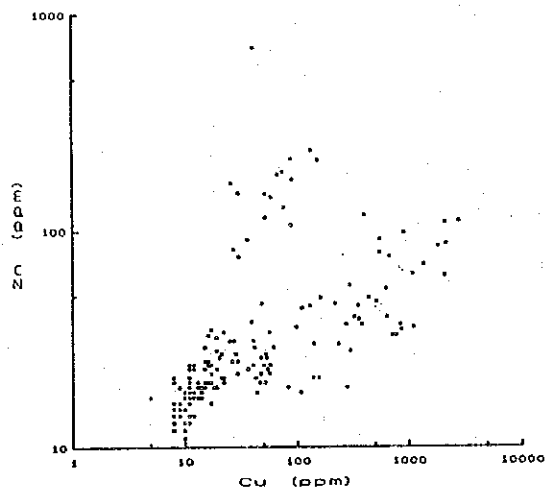
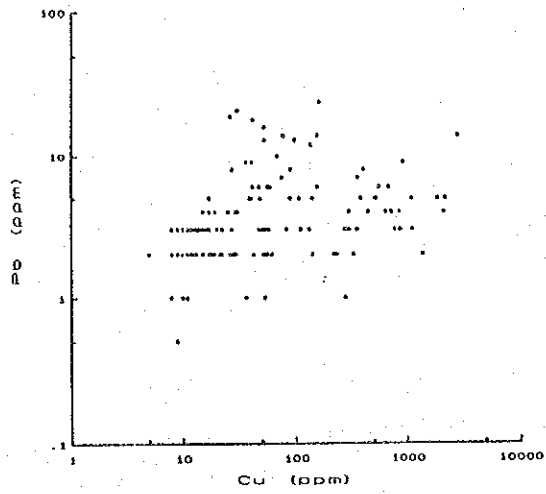


Fig.II-2-4 Correlation diagram between each element

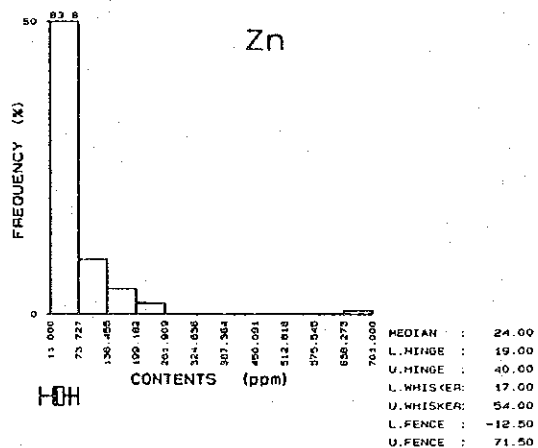
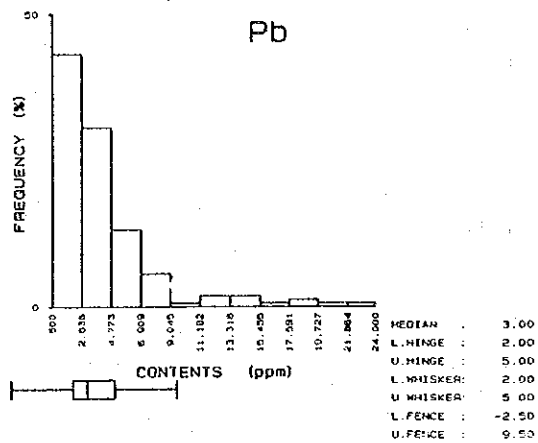
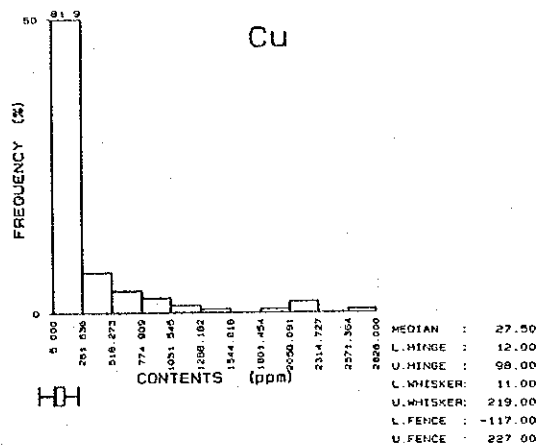


Fig.II-2-5 Histograms and boxplots for three elements

域は、本流のみに分布し、1,861ppmから2,194ppmまでの非常に高い値であった。③地域の異常域は、本流下流部に1点、中流部の東側支流に1点及び上流部の西側の2本の支流にそれぞれ1点分布し、279ppmから917ppmまでの値であった。④地域の異常域は、本流及びその支流に分布し、300ppmから2,828ppmまでの高い値をもち、上流になるに従い濃度値が高くなる傾向を示す。

鉛 (Pb)

鉛の濃度は、最小値 1 ppm以下 (検出限界) から最大値 24 ppm の広がりを示す。EDA法によって求められたUpper fence の値 (9.5ppm) をしきい値とし、またUpper whiskerの値 (5.0ppm) を補助的しきい値として、異常域をFig. II-2-6(2) の高濃度分布図に示した。

9.5ppm以上の値を示す鉛の異常域は、次の6か所にまとめられる。

- ①フニン川西方1kmの沢
- ②フニン川
- ③スマラガ川
- ④フォルツナ沢
- ⑤クリスタル川
- ⑥クリスタル川支流

①地域の異常域は、本流に2点分布し、13 ppmから24 ppmまでの値であった。②地域の異常域は本流に1点分布し、13 ppmの値であった。③地域の異常域は、本流に4点と中流部の北側支流に1点分布し、14 ppmから21 ppmまでの値であった。④地域の異常域は、本流の下流部の西側支流に1点分布し、18 ppmの値であった。⑤地域の異常域は、本流に2点分布し、10 ppmから12 ppmまでの値であった。⑥地域の異常域は、本流の上流部支流に1点分布し、14 ppmの値であった。

亜鉛 (Zn)

亜鉛の濃度は、最小値 11ppm以下 (検出限界) から最大値 701 ppmの広がりを示す。EDA法によって求められたUpper fence の値 (71.5 ppm) をしきい値とし、またUpper whiskerの値 (54.0 ppm) を補助的しきい値として、異常域をFig. II-2-6(3) の高濃度分布図に示した。

9.5ppm以上の値を示す異常域は、次の6か所にまとめられる。

- ①フニン川
- ②スマラガ川
- ③フォルツナ沢
- ④デル・セロ・ペイアド沢
- ⑤クリスタル川
- ⑥クリスタル川支流

①地域の異常域は、本流に3点及びその中流の西側支流に1点分布し、85 ppmから148 ppm

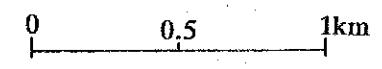
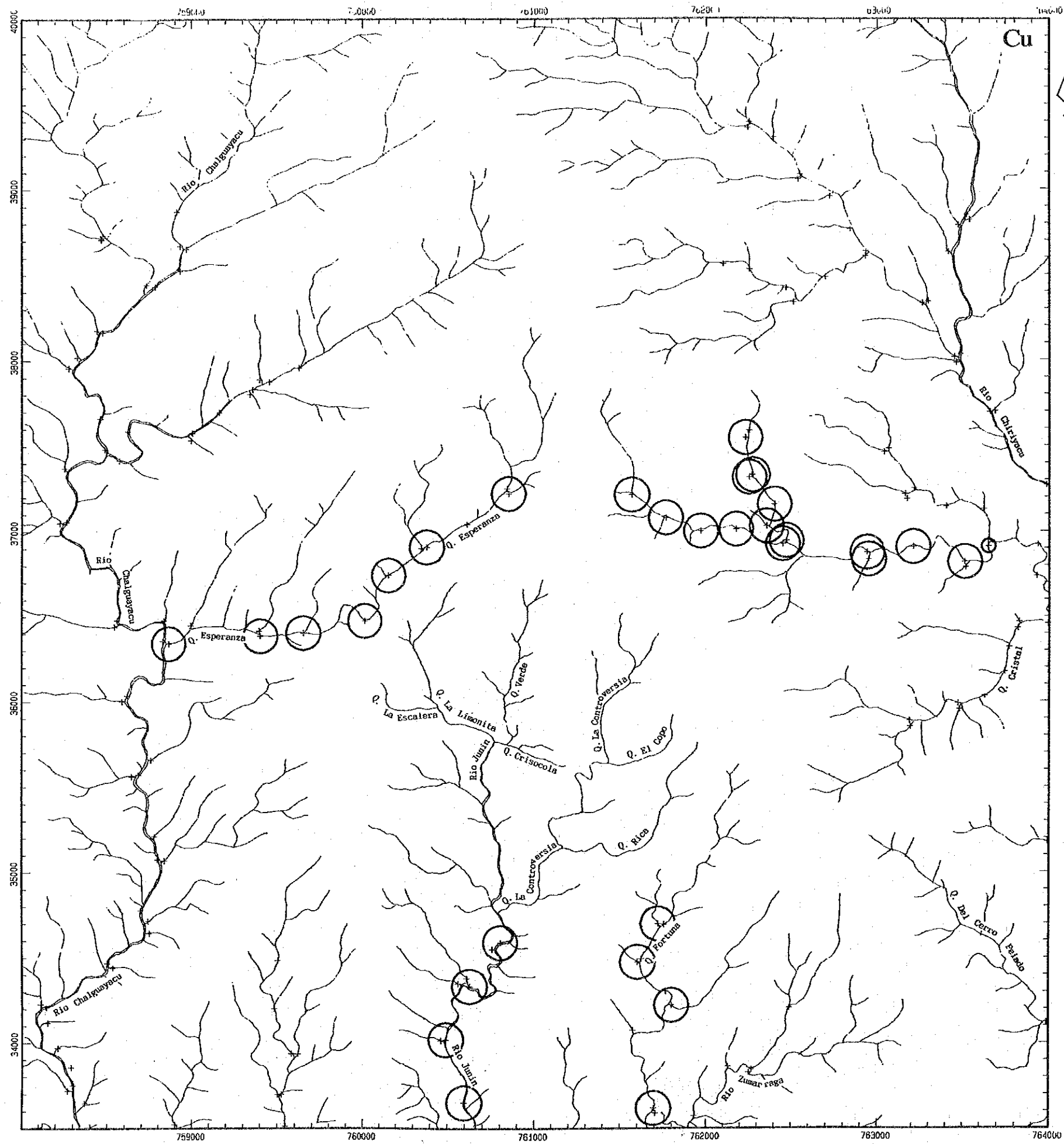
までの値であった。②地域の異常域は、本流及びその支流に6点分布し、91 ppmから211ppmの値であった。③地域の異常域は、本流の下流部及びその支流に3点分布し、98 ppmから701ppmまでの値であった。④地域の異常域は、下流部に1点分布し、82 ppmの値であった。⑤地域の異常域は、本流及びその支流に8点分布し、76 ppmから234ppmまでの値であった。⑥地域の異常域は、本流の上流部支流に4点分布し、76 ppmから111ppmまでの値であった。

2-3 考 察

フニン地区周辺区域には、同地区中央区域から連続する3つの鉍化変質帯が分布する。

エスペランサ沢鉍化帯は、同地区中央区域のタイプⅡに属す脈状鉍からなる。フォルトゥナ沢鉍化帯は、同地区中央区域のタイプⅠの鉍染状鉍及びタイプⅡの脈状鉍からなる。クリスタル沢支流変質帯は、同地区中央区域のタイプⅠに対応すると考えられるフィリック変質帯とタイプⅡの転石が認められる。

これら3つの鉍化変質帯には、河川堆積物地化学探査の結果、Cu-Pb-Zn異常が検出された。



LEGEND

- 227.0 < Cu(ppm)
- 219.0 < Cu(ppm) < 227.0

Fig.II-2-6(1) Geochemical anomalies of stream sediment samples(Cu)

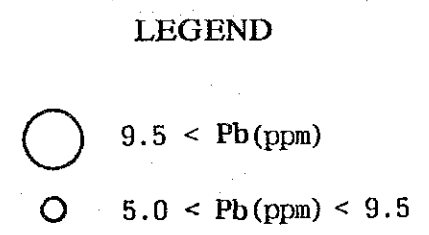
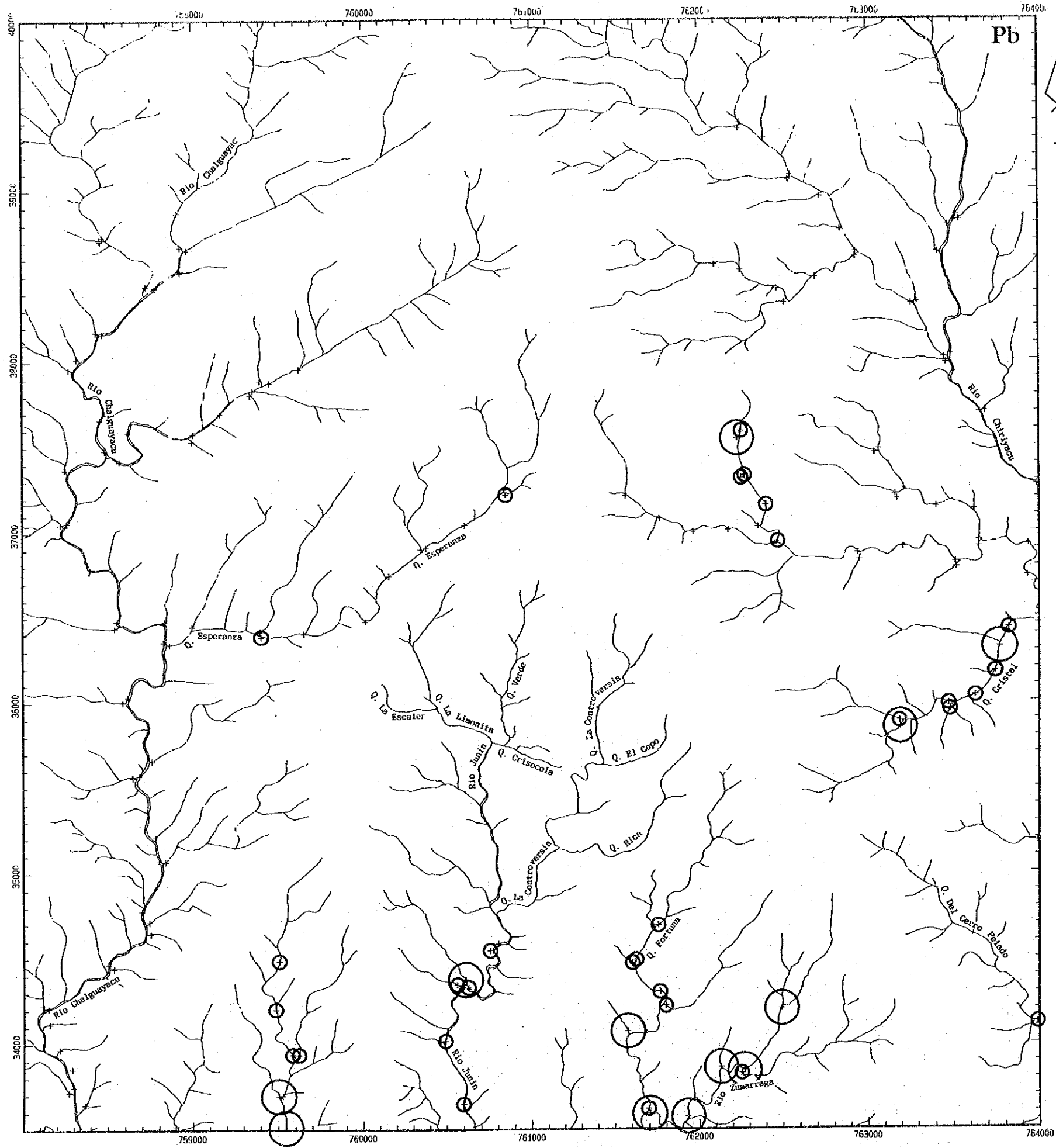
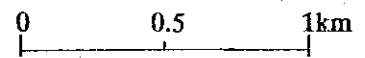
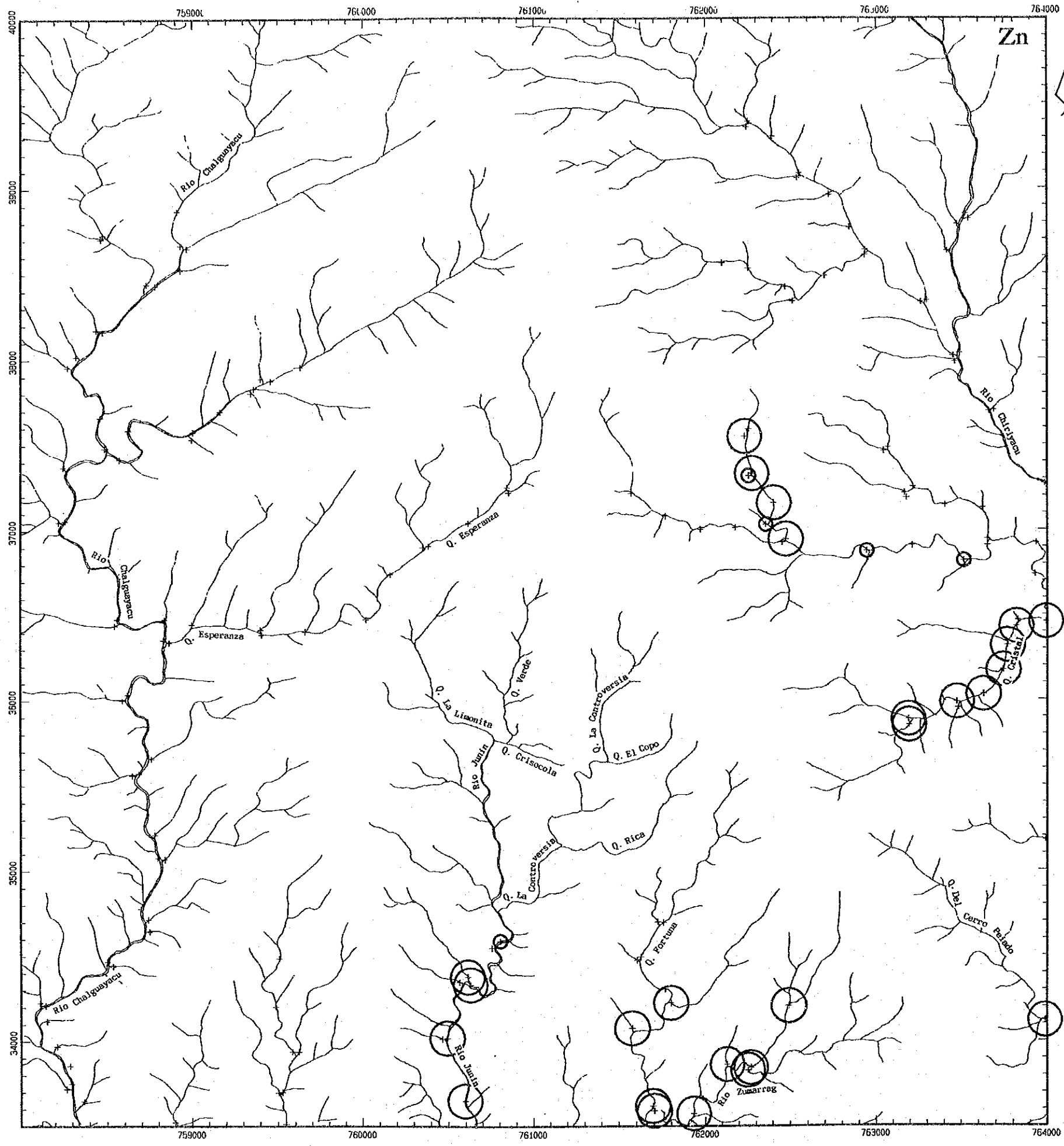


Fig.II-2-6(2) Geochemical anomalies of stream sediment samples(Pb)



LEGEND

- 71.5 < Zn (ppm)
- 54.0 < Zn (ppm) < 71.5

Fig.II-2-6(3) Geochemical anomalies of stream sediment samples(Zn)

第3章 コジャッヘ地区

本年度は面積34km²の地質概査を実施した。

3-1 地質調査

3-1-1 調査目的及び方法

本地区の調査目的は、地質構造の概要を把握し、既知鉱徴地の特徴について取りまとめることである。

踏査に当たっては、既存試料を検討して設定されたルートにおいて、既存の5万分の1地形図を縮尺1万分の1に拡大したものを使用してルートマップを作成した。同時に6万分の1空中写真を活用した。

調査結果は1万分の1地質図 (Pl. II-3-1)及び地質断面図 (Pl. II-3-2)にまとめた。地質図の縮小版をFig. II-3-1に、地質模式層序図をFig. II-2-2に示す。また、試料採取位置図をFig. II-3-2に示す。

3-1-2 地質及び地質構造

本地区の地質は、フニン地区同様バソリス状の花崗閃緑岩 (Gd) が主体を占め、これに貫入するストック状～岩脈状の安山岩質斑岩 (Ap) 及び閃緑斑岩 (Dp)、そして岩脈状の石英斑岩 (Qp) からなる。

(1) 花崗閃緑岩 (Gd)

花崗閃緑岩は灰色を呈し中粒で、有色鉱物として黒雲母>角閃石を含む。場所によって角閃石が認められないものもあるが、概してフニン地域と同様の岩質である。

主な試料の薄片の顕微鏡観察結果は次のとおりである。

代表的な岩石の顕微鏡観察結果は、次のとおりである (Appendix 1)。

花崗閃緑岩 (C1033)

位置：クリストパンバ川

組織：半自形粒状

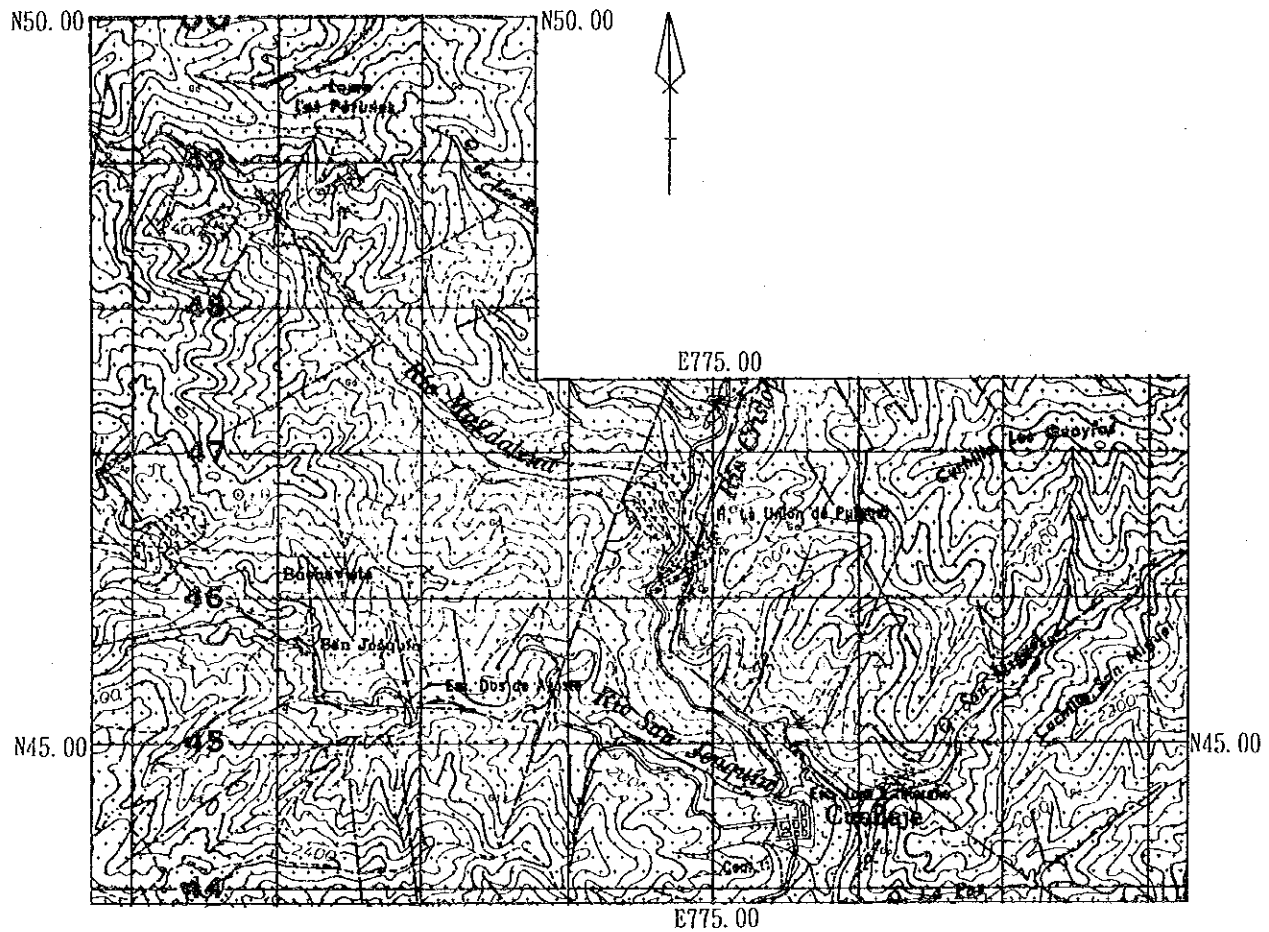
主成分・副成分鉱物：斜長石>石英>カリ長石>黒雲母>角閃石>磷灰石、褐レン石、
ジルコン、スフェーン、不透明鉱物

変質鉱物：方解石、緑泥石

黒雲母は、僅かに緑泥石化している。

(2) 安山岩質斑岩 (Ap)

安山岩質斑岩は北西部マグダレナ川支流及び西部サン・ホアキン川 (Rio joaquin)上流に分



LEGEND

Terrace Deposit	t	Gravel, sand and mud.
Intrusive Rocks		
	Gd	Granodiorite
	Dp	Diorite porphyry
	Ap	Andesite porphyry
	Qp	Quartz porphyry
Structure		
	— — —	Lineament
	- - - -	Geologic contact

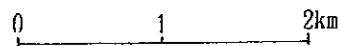
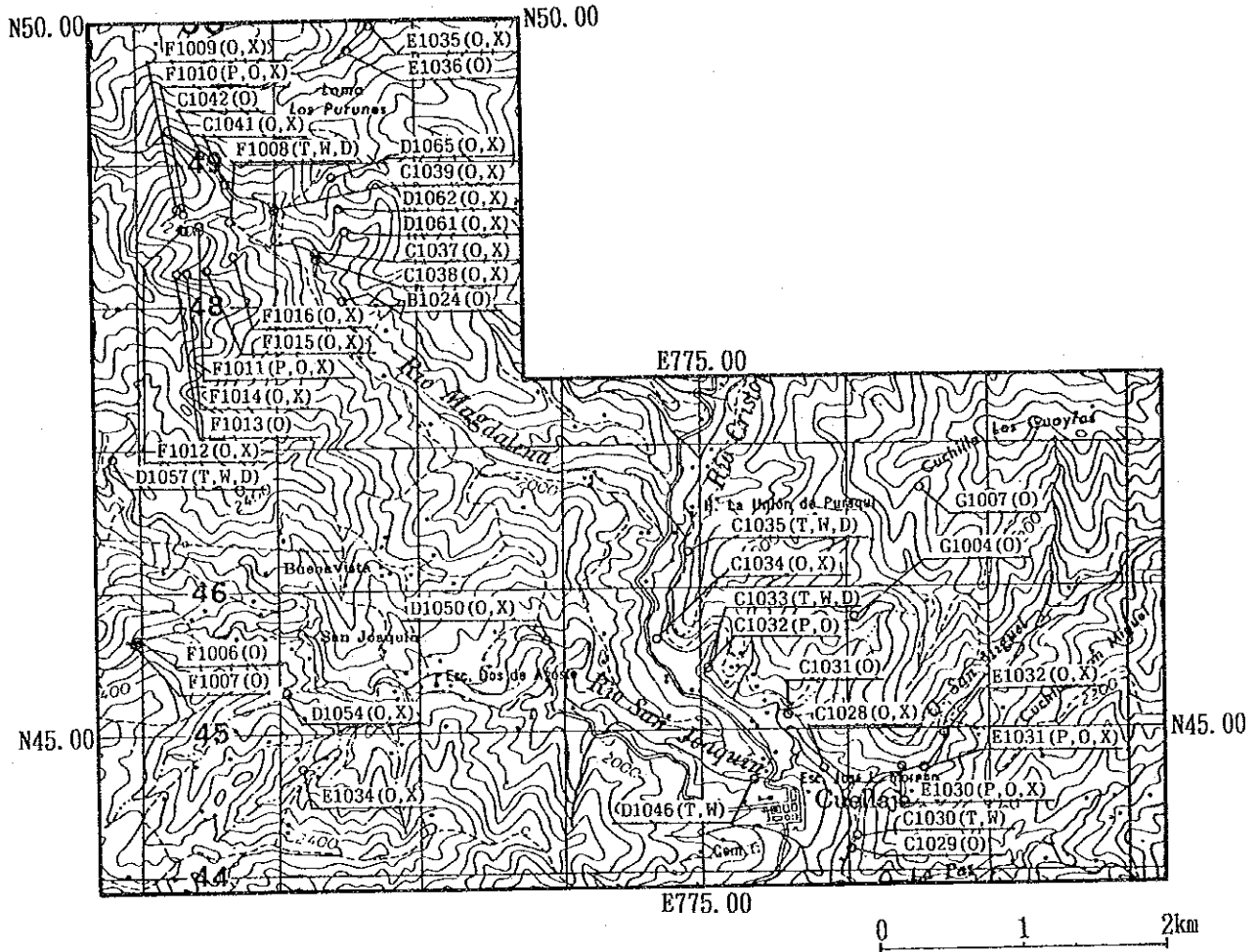


Fig.II-3-1 Geologic map of the Cuellaje area



○ Sample point

T : Thin section
 X : X-ray diffraction analysis
 D : K-Ar dating
 W : Whole rock analysis
 P : Polished section
 O : Ore analysis

Fig.II-3-2 Location of samples for laboratory tests

布する。前者では160×90mの楕円形の範囲に分布し、マグダレナ鉱化帯（後述）のほぼ中心に位置する。珪質で斜長石の斑晶を含む。後者では岩脈状の形態を示し、緑色ガラス質の石基中に数mmの斜長石の斑晶を含む。

代表的な岩石の顕微鏡観察結果は、次のとおりである（Appendix 1）。

安山岩質斑岩（F1008）

位置：マグダレナ川支流

組織：斑状

斑晶：斜長石>石英>角閃石>黒雲母

石基：ガラス>斜長石>石英

変質鉱物：石英>絹雲母>緑泥石

黒雲母はわずかに緑泥石化している。斜長石の斑晶及び石基は、絹雲母及び緑泥石に置換されている。

（3） 閃緑斑岩（Dp）

閃緑斑岩は中央部クリストパンバ川沿いに400×250mの規模で比較的広く分布するほかに、北西部の支沢、西部サン・ホアキン川及びコジャッへ部落南東部にENE～NNE系の岩脈として小規模に分布する。クリストパンバ川沿いのものは風化が著しい。岩脈状のものは安山岩質斑岩に類似の岩質を呈するが、より石基が完晶質であり粗粒である。また、地域外北部では局部的に花崗閃緑岩に漸移的に変化するところもある。

代表的な岩石の顕微鏡観察結果は、次のとおりである（Appendix 1）。

閃緑斑岩（C1030）

位置：コジャッへ部落南東

組織：斑状

斑晶：斜長石>角閃石

石基：斜長石>石英>角閃石>不透明鉱物

変質鉱物：石英

（4） 石英斑岩（Qp）

石英斑岩は、中央部クリストパンバ川とマグダレナ川との合流点付近に300×20mの規模でNE-SW系の岩脈として産する。岩質は灰白色ち密で、ガラス質石基中に径1～2mmの石英の斑晶を含む。

代表的な岩石の顕微鏡観察結果は、次のとおりである（Appendix 1）。

石英斑岩（C1035）

位置：クリストパンバ川

組織：斑状

斑晶：石英>角閃石

石基：石英>斜長石>黒雲母>不透明鉱物

これら4種類の岩石の全岩分析値、ノルム石英-正長石-斜長石三角図、ACF図及びSiO₂ - (Fe³⁺/Fe²⁺)をそれぞれTab. II-1-1及びFig. II-1-2に示す。その結果、これらは、花崗閃緑岩、Iタイプ及び磁鉄鉱系列に分類される。

花崗閃緑岩(C1033)、安山岩質斑岩(D1057, F1008)及び石英斑岩(C1035)に対してK-Ar法による放射年代測定(C1033は鉱物年代、その他は全岩年代)を実施した。その結果、花崗閃緑岩は13.0±0.6Ma、安山岩質斑岩は11.1±0.6~10.4±0.5Ma、石英斑岩は8.8±0.4Maの年代を得た(Tab. II-1-2)。これらの年代は、ポリバール地帯のものよりも新しく、フニン地区同様、新第三紀中新世中~後期である。

(5) 地質構造

リアメントは、NNE-SW系及びNW-SE系のものが顕著で、低次のオーダーとしてN-S及びE-W系のものが発達する。

後述の鉱脈はE-W系が卓越する。

3-1-3 鉱化作用及び変質作用

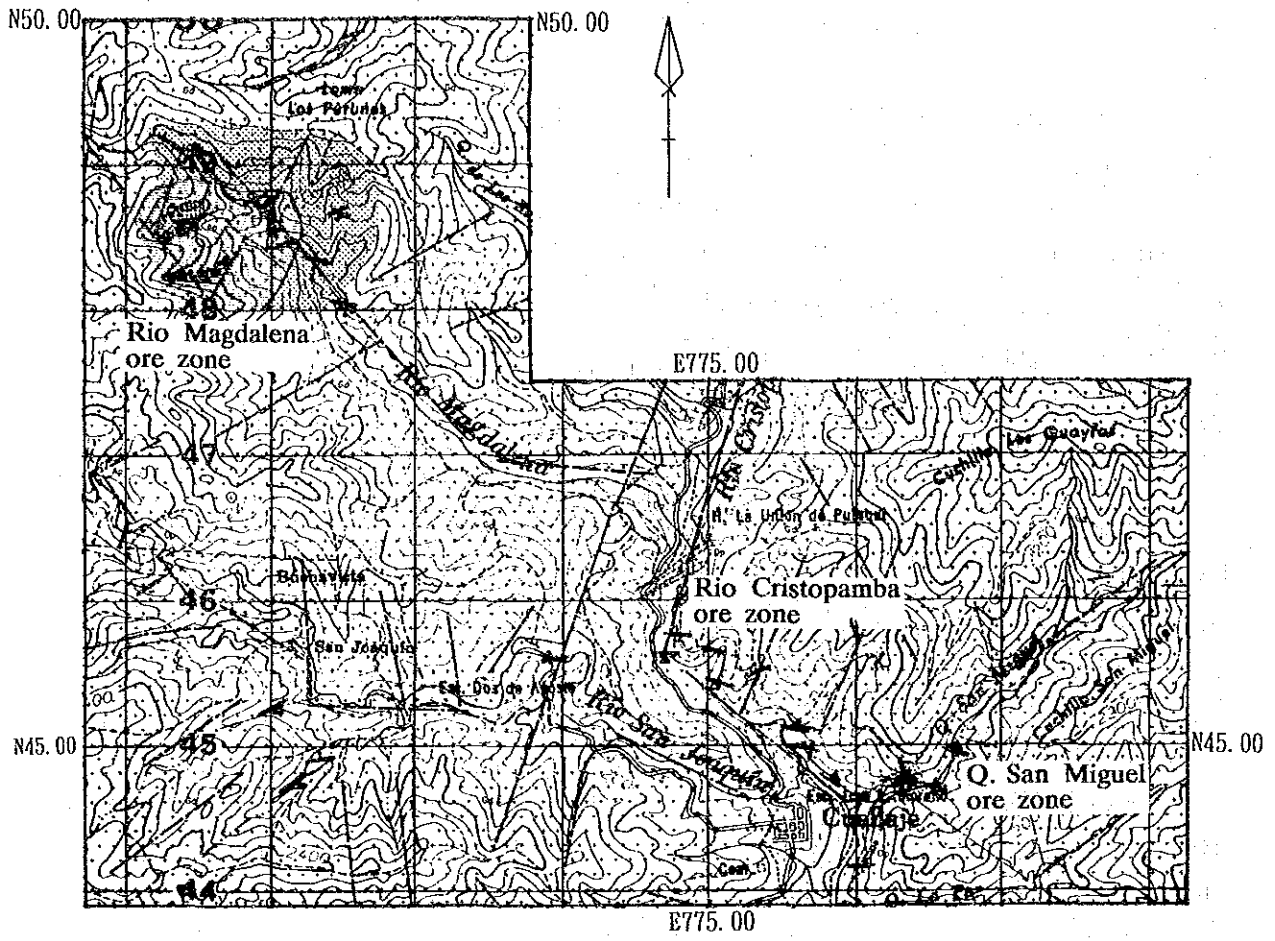
コジャッヘ地区では、既知の鉱徴であるコジャッヘ部落周辺のクリストパンバ川沿いの脈状鉱から成る鉱化帯(フニン地区のタイプIIに相当)のほかに、新たに地区北西部マグダレナ川上流及び地区南東部サン・ミゲル沢沿いの主として鉱染状鉱から成る鉱化帯(フニン地区のタイプIに相当)が本調査によって確認された(Fig. II-3-3)。

(1) タイプIの鉱化変質作用

タイプIの鉱化変質帯は、北西部マグダレナ川上流(マグダレナ川鉱化帯)及び南東部サン・ミゲル沢周辺(サン・ミゲル沢鉱化帯)に認められる。

マグダレナ鉱化帯では、安山岩質斑岩のストックを中心に半径1kmの強~弱珪化帯及び中~弱粘土化帯が存在し、その中に鉱染状~フィルム状の黄銅鉱及び黄鉄鉱と少量の斑銅鉱及び輝銅鉱が、川沿いに100~200m間、4か所認められる。中心には網状の輝水鉛鉱が認められる。X線回折結果では中心にカリ長石が、その外側に絹雲母-緑泥石の鉱物組み合わせが、そして最外縁部に緑泥石-方解石の鉱物組み合わせが累帯構造を成して検出された。鉱石分析の結果、マグダレナ川鉱化帯の試料(F1011)は、Cu1.66%、Ag5.2g/t及びMo0.11%の鉱石品位であった(Appendix 4)。これらの規模及び銅の含有量は、フニン地区中央区域に次ぐものである。

サン・ミゲル沢鉱化帯では、サン・ミゲル沢下流部で約30mに亘って、黄銅鉱及び黄鉄鉱の鉱染及びフィルムと少量の珪孔雀石が認められる。母岩の変質は弱い緑泥石化及び珪化である。さらに同鉱徴地北2km付近にも、弱い黄鉄鉱、黄銅鉱及び赤銅鉱の鉱化作用が認められ、



LEGEND

Terrace Deposit	t	Mineralization	—	Vein and veinlet						
Intrusive Rocks			•••	Dissemination						
	Gd	Granodiorite								
	Dp	Diorite porphyry	Alteration zoning pattern							
	Ap	Andesite porphyry	Type I	<table border="0"> <tr><td>▨</td><td>Potassic zone</td></tr> <tr><td>▩</td><td>Phyllic zone.</td></tr> <tr><td>▧</td><td>Propylitic zone.</td></tr> </table>	▨	Potassic zone	▩	Phyllic zone.	▧	Propylitic zone.
▨	Potassic zone									
▩	Phyllic zone.									
▧	Propylitic zone.									
	Qp	Quartz porphyry	Type II	<table border="0"> <tr><td>△</td><td>Phyllic zone.</td></tr> <tr><td>▲</td><td>Propylitic zone</td></tr> </table>	△	Phyllic zone.	▲	Propylitic zone		
△	Phyllic zone.									
▲	Propylitic zone									
Structure		Lineament	---							
		Geologic contact	- - -							

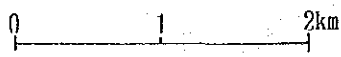


Fig.II-3-3 Mineralized and alteration zone map of the Cuellaje area

母岩の変質は珪化である。X線回折結果では絹雲母は検出されなかった。

(2) タイプIIの鉍化変質作用

タイプIIの鉍化変質帯は、主としてコジャッヘ部落周辺のクリストパンバ川に沿って、約2 km間に9か所認められる(クリストパンバ川鉍化帯)。また、マグダレナ川鉍化帯及びサン・ミゲル沢鉍化帯の周辺部にも認められる。これらはいずれも略E-W系の細脈状～フィルム状の珪孔雀石-褐鉄鉍脈で、局部的に黄銅鉍-斑銅鉍-輝銅鉍-石英脈が認められる。そのほか、サン・ホアキン川に沿って細脈状～フィルム状の珪孔雀石-褐鉄鉍脈が点在する。

X線回折結果では母岩の脈際変質として、内側に絹雲母-緑泥石の鉍物組み合わせが、外側に緑泥石-方解石の鉍物組み合わせが認められる。

鉍石分析の結果、クリストパンバ川鉍化帯の試料では、C1029はCu1.43%、Zn0.02%、Au0.1g/t及びAg45.6g/tの鉍石品位で、C1032はCu6.97%、Ag6.3g/t及びMo0.13%の鉍石品位であった。サン・ミゲル沢鉍化帯の試料(E1031)はCu7.98%、Zn0.01%、Au0.4g/t、Ag36.5g/t及びMo0.03%の鉍石品位であった。

本地区とフニン地区の相違点は、本地区ではタイプIの中心に安山岩質斑岩(～閃緑斑岩)が、タイプIIの周辺に石英斑岩が分布するのに対して、フニン地区では逆にタイプIに関連して石英斑岩が、タイプIIの周辺に閃緑斑岩が分布することである。

3-2 考 察

マグダレナ川鉍化帯は、中心に網状鉍、その外側に鉍染状鉍、そして周辺に脈状鉍が認められる。また、変質鉍物の組み合わせもこれに調和的にカリ長石帯、絹雲母-緑泥石帯、緑泥石-方解石帯の順に累帯配列を呈する。これらの変質分帯は、一般のポーフイリー-銅-鉍床のカリウム質変質帯、フィリック変質帯及びプロピライト化変質帯に相当し、鉍化帯の累帯配列も一般のポーフイリー-銅-鉍床のそれに極めて似ている。また、同鉍化帯の規模及び銅の含有量は、フニン地区中央区域に次ぐものである。

クリストパンバ川鉍化帯及びサン・ミゲル沢鉍化帯は、ポーフイリー-銅-鉍床の累帯配列の観点に立てば、平面的にはサン・ミゲル沢鉍化帯が内側、クリストパンバ川鉍化帯が外側に位置する。垂直的なものを推定すると、これらの鉍化帯の中心はさらに深部に存在するものと考えられる。

第4章 プルラワ地区

本年度は、面積90km²の地質調査(概査)を実施した。

4-1 地質調査

4-1-1 調査目的及び方法

本調査は、プルラワ地区(90km²)の地質状況を解明することにより、鉱床賦存状況を把握することを目的とする。本地区の概査に当たり、その調査の重点課題は、本区域の地質構造の概要を把握し、既知鉱床及び鉱徴地の特徴について取り纏めることである。

現地調査の踏査に当たっては、既存の2万5千分の1の地形図を縮尺1万分の1に拡大したものを作成し、これを使用してルートマップを作成した。踏査ルートは既存の資料を十分検討して設定した。踏査に当たっては、航空写真を活用した。

地質図をFig. II-4-1及びPl. II-4-1(1)と(2)に、地質断面図をPl. II-4-2に示す。また、地質模式層序図をFig. II-4-2に示す。

各種試験分析に供した試料を、十分に配慮して採取した。これらの採取位置をFig. II-4-3に、各種試験分析結果を本文中及び巻末に示す。

4-1-2 地 質

本地区の地質は、白亜系及び第四系の火山岩類及び堆積岩類、及び貫入岩からなる。

(1) 地質層序

本地区の層序は、白亜系及び第四系からなる。白亜系は、下位層よりマクチ層(KM)及びユンギョジャ層(K7)からなる。第四系は火山岩類及び堆積岩類からなり、下位層より崖錐堆積物(t1)、プルラワ火山岩類(Hp)、火山泥流堆積物(lh)、カンガグア層(Qc)、湖沼堆積物(※)、崩積堆積物(※)及び河川堆積物からなる。

(i) 白亜系

(a) マクチ層(KM)

本層は、本調査地区のほぼ中央部から北部に亘って分布する。層厚は、1,000 m以上である。

本層は安山岩質火砕岩(KMt)からなり、主に粗粒凝灰岩から火山礫凝灰岩から構成され、他に細粒凝灰岩から構成される。岩質的には、青緑色塊状の堅硬な岩石である。岩石中の構造は、火砕岩類が塊状無層理のため、明確でない。

本層は、上部白亜紀の前期から中期に対比される(MRNE/DGGM, 1982)。

(b) ユンギイジャ層 (K7)

本層は、本調査地区の西部においてはほぼ南北に伸長して分布する。層厚は、500m以上と推定される。

本層は主に頁岩 (K7s) 及び砂岩礫岩互層 (K7a) からなり、他に砂岩、礫岩、砂岩頁岩互層の薄層を挟在する。

頁岩 (K7s) は暗褐色から褐色を呈し、全体として塊状無層理であるが、砂岩頁岩互層の発達するところでは、1cmから30cmのリズミックな層理が発達する。また、珪質頁岩の発達するところでは、1cmから20cmの縞状構造が認められる。

砂岩礫岩互層 (K7a) はチョコレート色から暗褐色及び暗灰色を呈し、また雑多な色をしたペブル・グラベル大の円礫を含んでいる。礫岩から砂岩ないしシルト岩までの級化構造が良く発達し、30cmから10m以上の互層を形成している。互層を構成する級化層の最大のものは、10m以上を呈するものもある。礫は凝灰岩、珪質頁岩、チャートなどからなり、径は10cm以下で、一般には3cm以下である。マトリクスは、泥質である。局部的に強珪化を受けているところもみられる。

走向はN-SからNE-SWであるが、傾斜は急傾斜や東から西傾斜の場合が多く、またタナチ川下流部では地層が逆転しており、著しく褶曲していることが推定される。

本層の時代は、上部白亜紀の後期である (MRNE/DGGM, 1982)。

(i i) 第四系

(a) 崖錐堆積物 (t1)

本堆積物は、本地区のタナチ川上流部の本流及び右岸に分布する。層厚は、50m以下である。

本堆積物は、大小雑多な亜角礫から角礫、それらを埋める淡褐色の比較的軟質の粘土から細礫からなる。礫は、後背地の岩相に基づき、大部分は、マクチ層の凝灰岩からなり、ユンギイジャ層の頁岩を含むところもある。本堆積物は塊状無層理のため、岩石中の構造は明確でない。

マトリクスに、第四紀の火山灰が含まれていないので、堆積時期は、ユンギイジャ層堆積時の白亜紀後期以降で、プルラワ火山活動以前と考えられるが、第四紀層の最下部層とした。

(b) プルラワ火山岩類 (Hp)

本岩類は、本調査地区の中央部付近から東部に掛けて広く分布する。層厚は、600m以上である。

本岩類は、安山岩溶岩、並びに同質の火山砕屑岩及び火山灰などからなる。安山岩溶岩は灰色の角閃石安山岩からなり、溶岩の末端部で角礫化し、自破碎状を呈する。火山砕屑岩並びに火山灰は、角礫を含む火山灰と細粒から粗粒の火山灰が略水平に層状をなすが、横方向（水平方向）の連続性に乏しい。

代表的な岩石の顕微鏡観察の結果 (Appendix 1) は、次のとおりである。

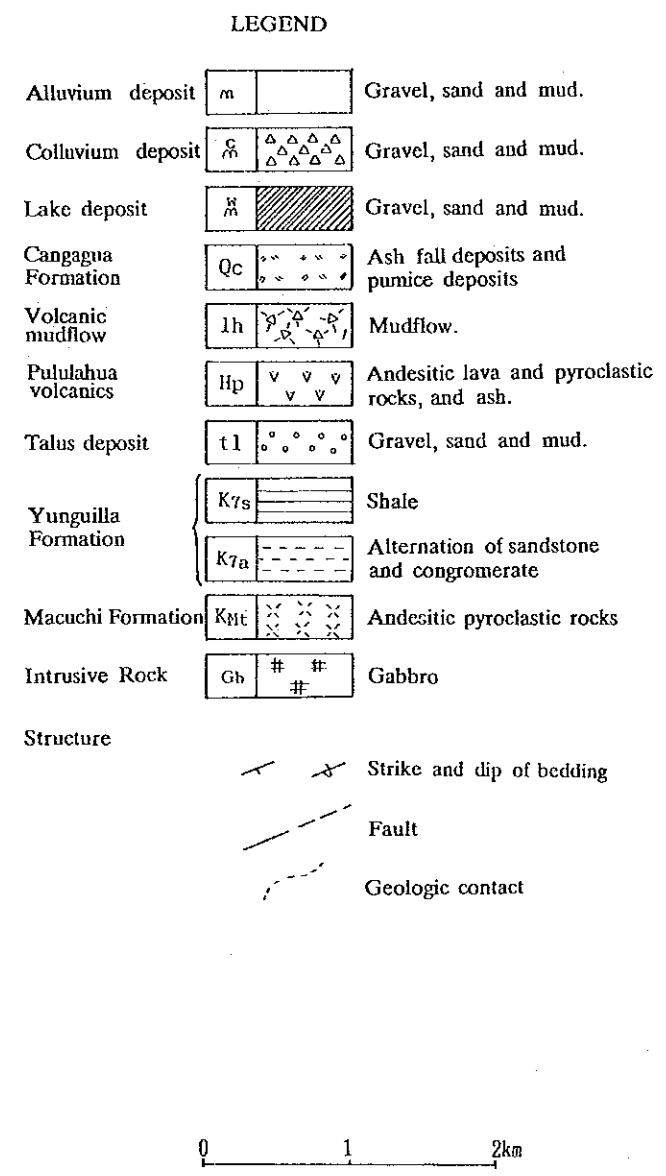
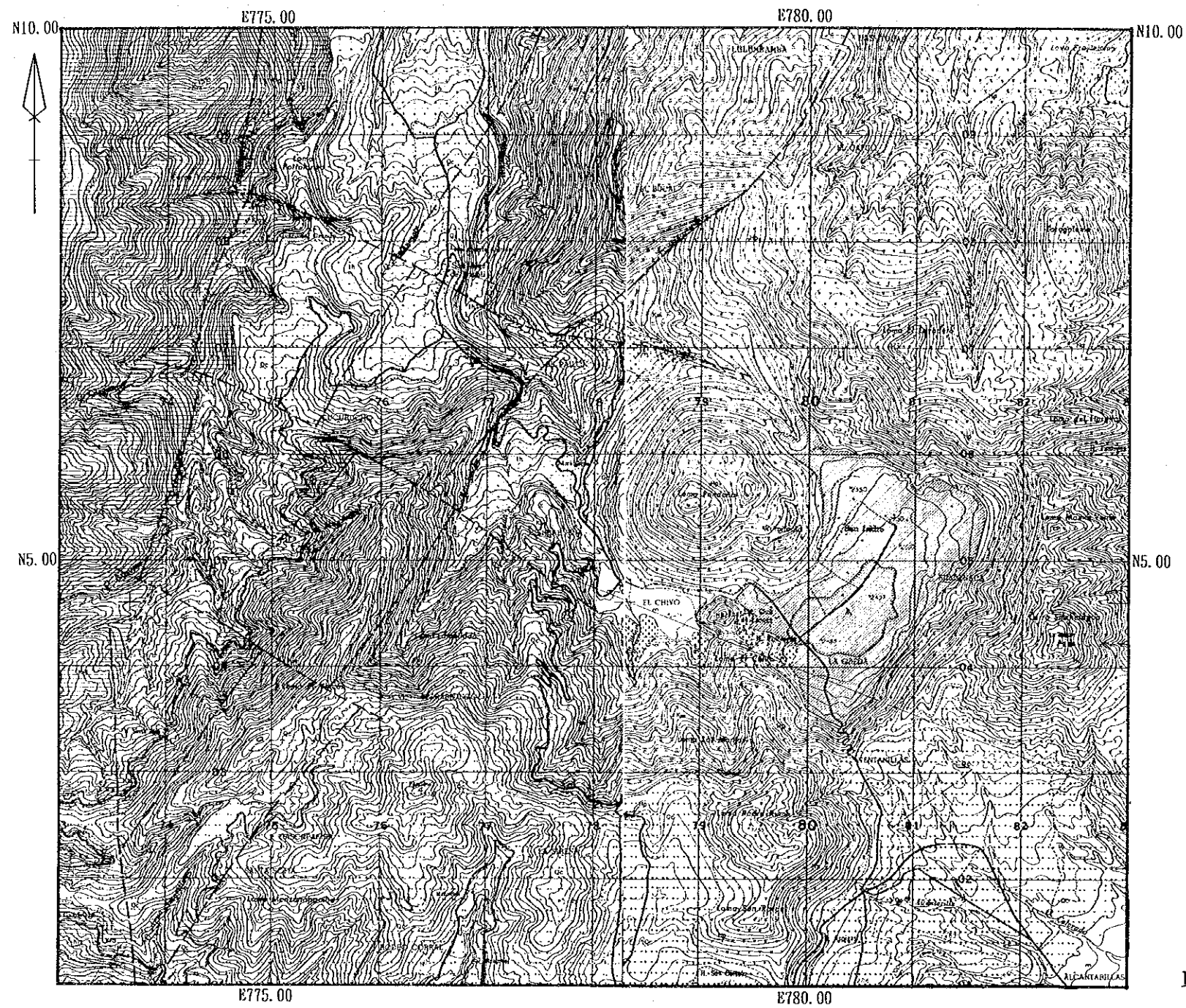
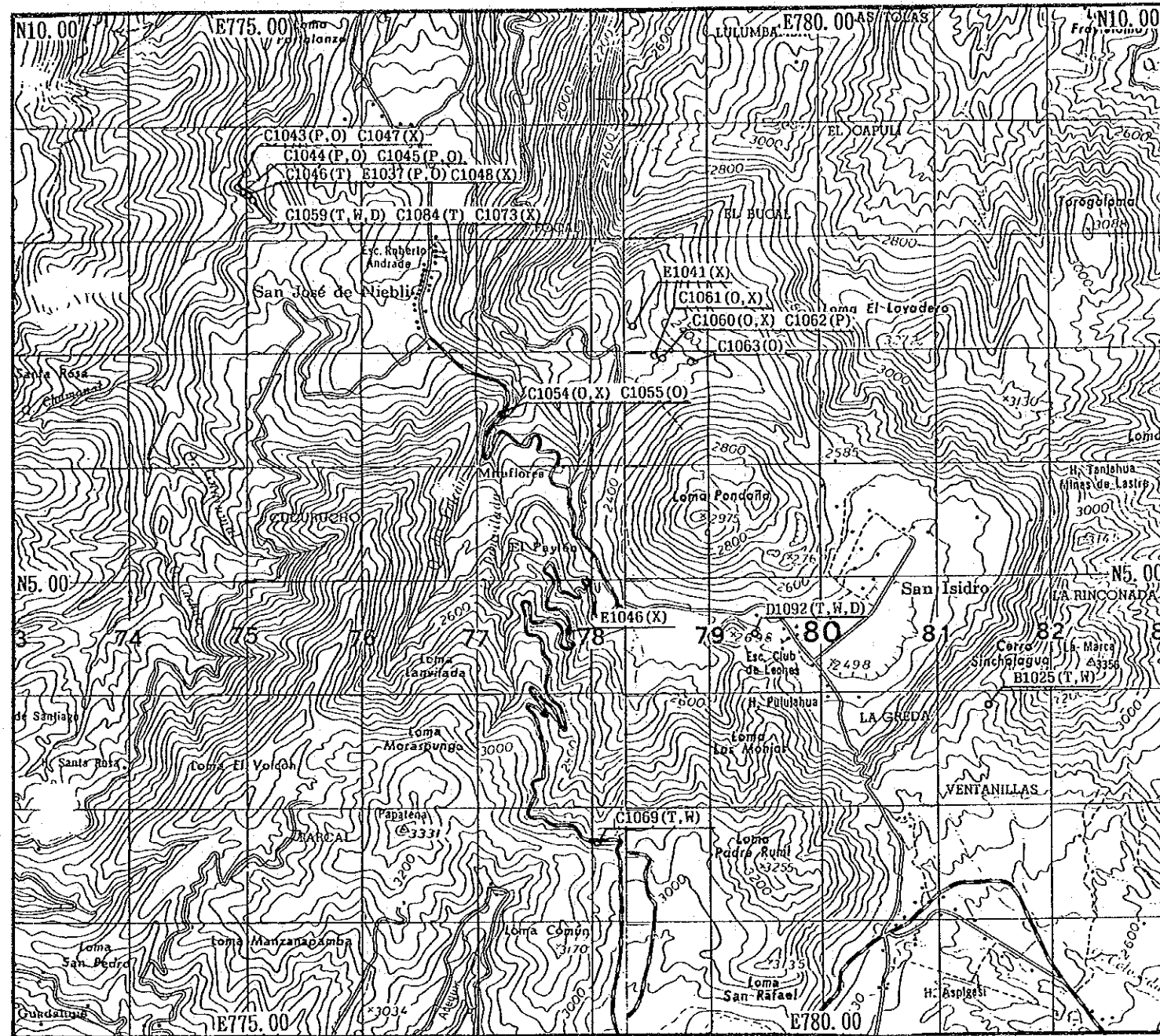


Fig.II-4-1 Geologic map of the Pulumahua area



• Sample point

- T : Thin section
- X : X-ray diffraction analysis
- D : K-Ar dating
- W : Whole rock analysis
- P : Polished section
- O : Ore analysis

Fig.II-4-3 Location of samples for laboratory tests

