

14. 4 1

JICA LIBRARY  
  
 1124309 [4]

14. 4 1  
 1124309  
 1124309



資源開発協力基礎調査報告書  
地域開発計画調査  
エクアドル共和国  
フニン・コジャツヘ地域  
中間報告書

平成7年2月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



1124309{4}

## は し が き

日本国政府はエクアドル共和国政府の要請に応え、同国の北部に位置するフニン・コジャッへ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、物理探査及びボーリング調査等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。本調査は平成6年度を第1年次とするにあたり、金属鉱業事業団は調査団を平成6年10月3日から平成7年1月15日まで現地に派遣した。

現地調査は、エクアドル共和国政府機関であるエネルギー鉱山省及び地質鉱物冶金調査開発公社の協力を得て計画作業量を全て完了した。

本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたって御協力いただいたエクアドル共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在エクアドル日本大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成7年3月

国際協力事業団

総 裁 藤田公郎

金属鉱業事業団

理事長 石川 丘

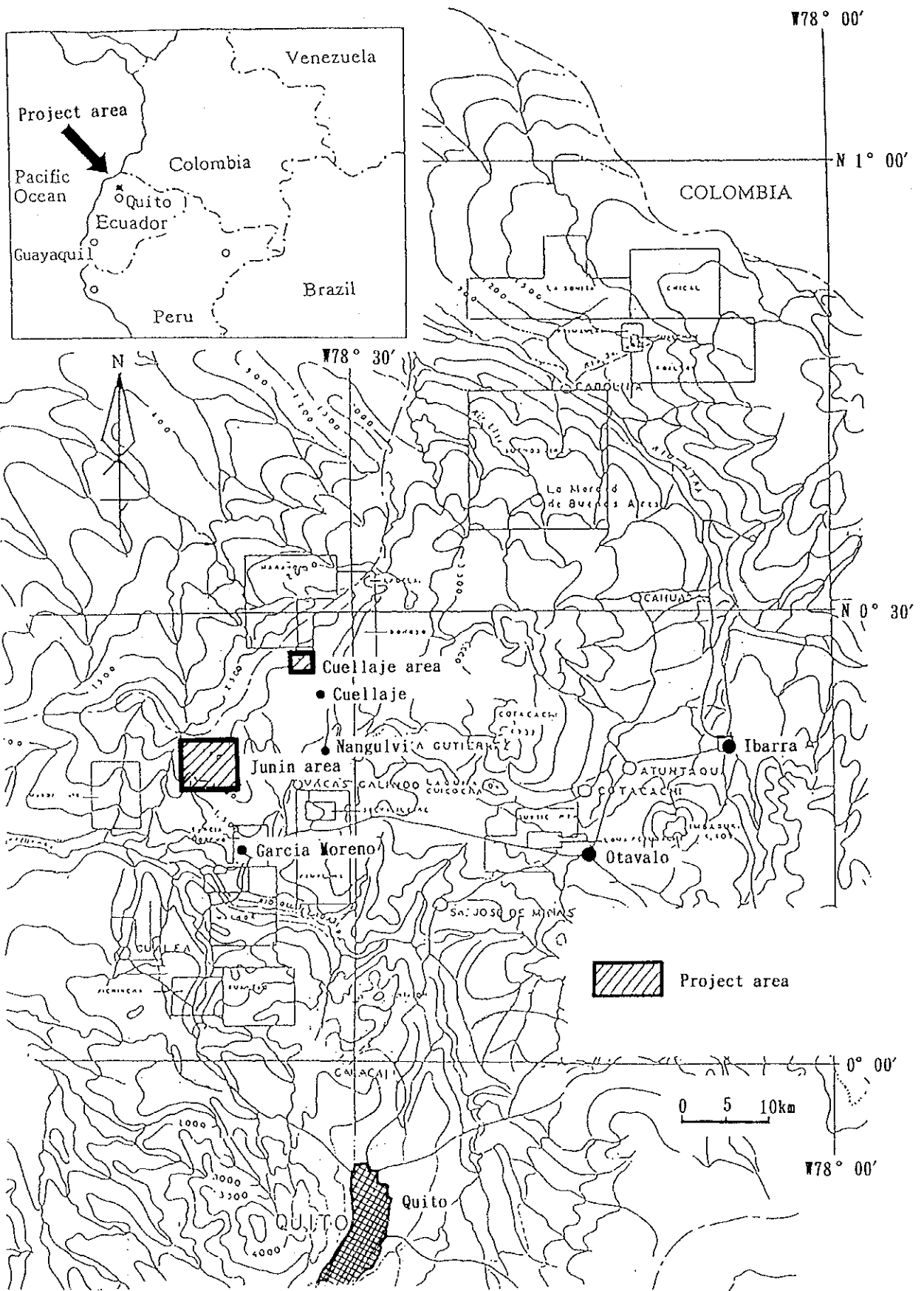


Fig.1 Location map of project area.

## 要 約

本調査は、日本国政府とエクアドル共和国政府間で1994年8月17日に決められたフニン・コジャッヘ地域の資源開発協力基礎調査・地域開発計画調査の作業協定(Scope of work)に基づき実施されているものである。

調査の目的は、エクアドル共和国のフニン・コジャッヘ地域の地質状況及び鉱床賦存状況を解明することにより、新鉱床を発見することであり、また相手国機関に対して技術移転を図ることである。

調査地域は、エクアドルのアンデス山脈西縁にあり、首都キトの北方約50~80km、インバブラ州に位置し、極めて急峻な地形を呈する。本地域を含む範囲で、1991年から1993年までの間に資源開発調査フニン地域として調査が実施されており、本年度の調査地域はフニン(Junin)地区とコジャッヘ(Cuellaje)地区の2地区からなる(Fig. 1)。

調査方法として、フニン地区では、フニン川(Rio Junin) 鉱化帯及びフォルツナ沢(Q. Fortuna) 鉱化帯における地下深部の鉱化作用及び鉱化状況を確認することを目的としてボーリング調査を実施した。コジャッヘ地区では、マグダレナ川(Rio Magdalena) 鉱化帯周辺部において有望地を抽出することを目的として地質調査、地化学探査及び物理探査(I P法)を実施し、またマグダレナ川鉱化帯中央部及び南部の地下深部の鉱化作用及び鉱化状況を確認することを目的としてボーリング調査を実施した。

現地調査は、日本側及びエクアドル側の調査員により平成6年10月3日から平成7年1月15日までの間に実施した。

調査地域のあるアンデス山脈西縁部はポーフリーカッパー鉱床及びその他各種鉱床の賦存の可能性が高い地帯であり、本年度調査地域にはアプエラ(Apuela) - ナネガル(Nanegal) 花崗閃緑岩バソリスが広く分布し、石英斑岩及び閃緑斑岩が岩脈及び岩株として貫入し、網状、鉱染状及び脈状の銅・モリブデン鉱化作用が知られており、ポーフリーカッパー鉱床の賦存が期待されている。

フニン地区の調査結果は、以下のとおりである。

フニン川鉱化帯を対象に実施した2孔(深度計601.79m)のボーリング調査の結果、フニン川鉱化帯東側の地下深部において花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩中に発達する網状細脈状及び鉱染状の黄鉄鉱、黄銅鉱、輝銅鉱、斑銅鉱と、石英細脈に伴われる輝水鉛鉱からなる鉱化を捕捉した。M J J - 1 4の平均品位は、深度1.00~300.58m、Cu : 0.29%、Mo : 0.022%である。M J J - 1 5の平均品位は、深度0.60~301.21m、Cu : 0.22%、Mo : 0.007%である。いずれの孔も深部の斑岩類付近で高い品位を示す傾向があり、フニン川鉱化帯は東側地下深部に連続し、富鉱部の賦存が期待される。

フォルツナ沢鉱化帯を対象に実施した2孔(深度計300.98m)のボーリング調査の結果、フォルツナ沢鉱化帯の地下深部においても花崗閃緑岩、石英斑岩中に発達する網状細脈状及び鉱

染状の黄鉄鉱、黄銅鉱からなる鉱化を捕捉した。M J J - 1 6 の平均品位は、採取コア長 144.60m、Cu : 0.15%、Mo : 0.012 % である。M J J - 1 7 の平均品位は、良好であり、深度 4.05~150.25m、Cu : 0.46%、Mo : 0.019 % である。

ボーリング調査と既往調査の結果との総合検討から、フニン川鉱化帯はフニン川の東側深部に銅に富む鉱化作用の存在が明かとなり、鉱化帯がコントロベルシア沢(Q. La Controversia) 下流に連続する可能性が高く、更にフォルツナ沢に達することも推定された。フニン地区の網状細脈状及び鉱染状銅・モリブデン鉱化作用は、フニン川、フォルツナ沢の他にも知られており、特にベルデ沢(Q. Verde)には石英斑岩が存在し、またフィリック変質帯、地化学探査異常が広く分布することなどから、本地区は銅・モリブデン鉱床の賦存する可能性の高い地区であると考えられる。

コジャッヘ地区の調査結果は、以下のとおりである。

本地区の地質は、フニン地区同様アプエラーナネガルバソリスを形成する花崗閃緑岩が主体を占め、これに貫入する岩脈状の安山岩質斑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩からなる。地区中央部には、網状細脈状及び鉱染状の黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱からなるマグダレナ川鉱化帯がある。

マグダレナ川鉱化帯周辺部の面積 4 km<sup>2</sup> を対象とした地質調査の結果、鉱化帯周辺部は広く分布する花崗閃緑岩とわずかな安山岩及び石英斑岩の小岩脈からなっていることが明らかとなった。鉱化作用については、顕著なものではないが花崗閃緑岩中に細脈状及び鉱染状の黄鉄鉱、黄銅鉱が認められた。

岩石地化学探査の結果、マグダレナ川中流から西側支沢に分布する異常帯は分布範囲が最も広く、安山岩質斑岩、閃緑斑岩が分布し、また銅鉱徴の存在などからコジャッヘ地区内で最も鉱床賦存の可能性の高い区域であると考えられるが、本年度の調査対象であるマグダレナ川鉱化帯周辺部では顕著な異常は認められていない。

マグダレナ川鉱化帯の西部を対象として実施した物理探査 (I P 法) の結果、ポーフィリカッパータイプの鉱化が想定される高 F E 異常及び低比抵抗異常の分布域は、鉱化帯中央部 (B 異常帯) と、地区北東部 (A 異常帯) であることが明らかとなり、本年度の調査対象であるマグダレナ川鉱化帯の西部には顕著な異常は認められなかった。A 異常帯は、黄鉄鉱を主とするものと考えられ、B 異常帯は北西方向の地下深部への連続性が推定されるが、小範囲であり、鉱化の規模は大きくないことが考えられる。

マグダレナ川鉱化帯を対象としたボーリング調査は、中央部で実施した 2 孔 (深度計 601.70 m) 及び南部で実施した 2 孔 (深度計 601.50 m) の計 4 孔 (深度計 1,203.20 m) である。各孔とも花崗閃緑岩及び石英斑岩中で細脈状の黄鉄鉱、黄銅鉱を捕捉した。鉱化部は連続的に認められるが、硫化鉱物量が少なく、低い銅品位であることなどから、鉱化の規模は顕著なものではないと考える。

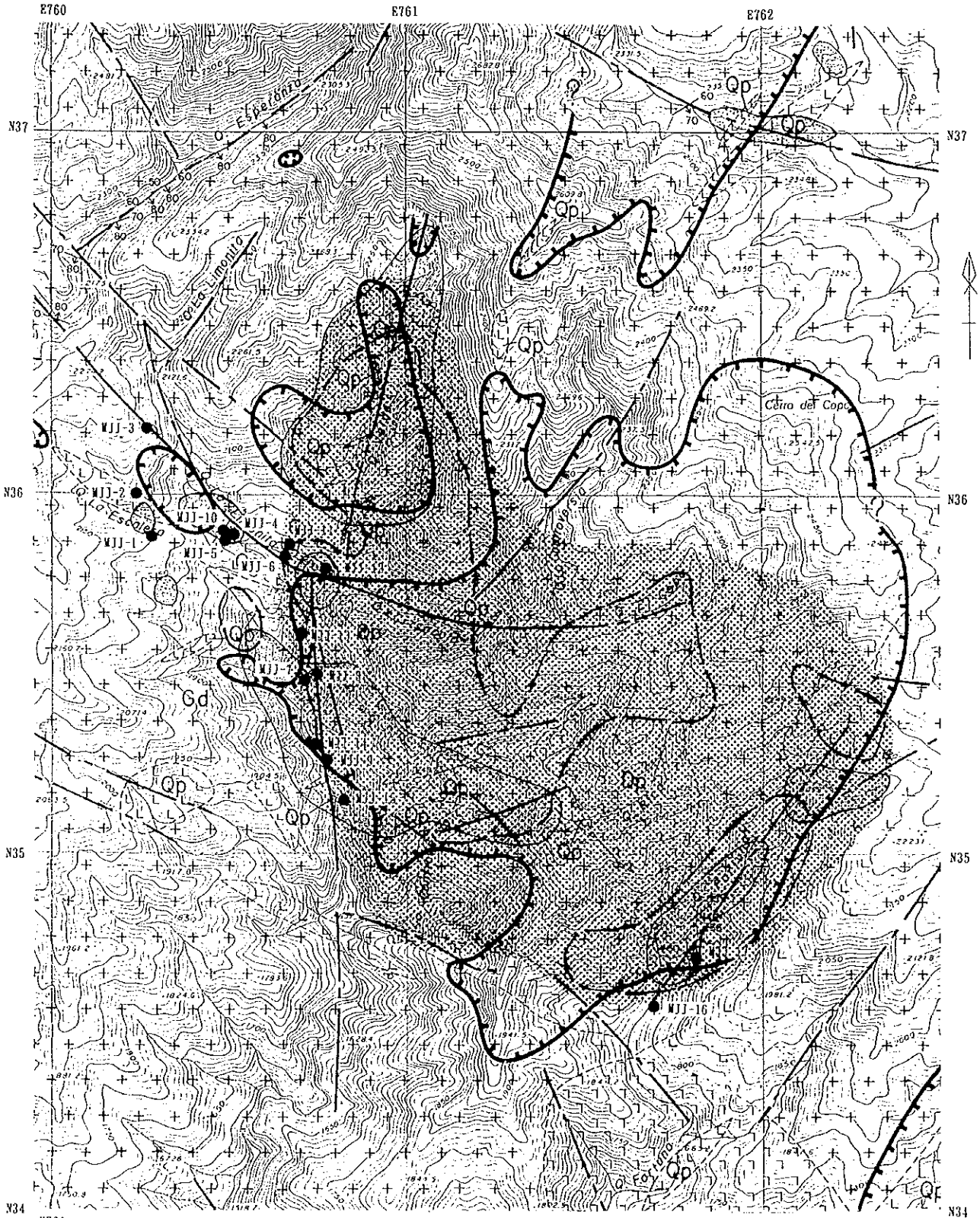


フニン・コジャッヘ地域の本年度調査の結果から、次年度への提言は下記となる(Fig. 2)。

1) フニン地区にはフニン川からフォルツナ沢までの間の区域及びベルデ沢付近に有望な鉱床の賦存の可能性が高く、今後も引き続きボーリング調査を実施し、鉱化状況を把握し、鉱床の評価を行う。

2) フニン地区に賦存する鉱床は、将来開発される可能性もある。この開発に伴い、地域の自然環境・社会環境及び生活環境への様々な影響が予測されることから、開発に先立つ環境影響調査の必要性が考えられる。

3) コジャッヘ地区については、中央部に鉱化作用が存在することは明らかであるが、鉱化の範囲が限られていることと低品位であることから、有望な鉱床の賦存する可能性は低いものと考えられ、今後の調査の実施を見合わせる。












- |   |                  |   |                            |   |   |
|---|------------------|---|----------------------------|---|---|
|  | Quartz porphyry  |  | Phyllic alteration zone    |   | Zone of high factor score of Factor 1; Cu-Mo-Ag |
|  | Diorite porphyry |  | Silicified alteration zone |  | Drilling site                                   |
|  | Granodiorite     |  | Recommendation area        |   |   |
|  | Fault Lineament  |   |                            |   |   |

Fig. 2 Recommendation area for further survey in the Junin area.

## 目 次

はしがき  
調査位置図  
要 約  
目 次

### 第I部 総論

第1章 諸言	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 第1年次調査の概要	1
1-2-1 調査地域	1
1-2-2 調査目的	1
1-2-3 調査方法	1
1-2-4 調査団の構成	1
1-2-5 調査期間	5
第2章 調査地域の地理	7
2-1 位置及び交通	7
2-2 地形及び水系	7
2-3 気候及び植生	7
第3章 調査地域の一般地質及び地質的位置付け	9
第4章 調査結果の総合検討	13
4-1 フニン地区	13
4-1-1 地質と鉱化作用	13
4-1-2 地化学探査異常と鉱化作用	15
4-1-3 鉱床賦存の可能性	15
4-2 コジャツヘ地区	15
4-2-1 地質と鉱化作用	15
4-2-2 地化学探査異常と鉱化作用	17
4-2-3 物理探査異常と鉱化作用	17
4-2-4 鉱床賦存の可能性	18
第5章 調査の結論と提言	19
5-1 調査の結論	19
5-1-1 フニン地区	19
5-1-2 コジャツヘ地区	20
5-2 第2年次調査への提言	20

5-2-1	フニン地区	20
5-2-2	コジャッヘ地区	21

## 第II部 各論

第1章	フニン地区	23
1-1	ボーリング調査	23
1-1-1	調査目的	23
1-1-2	調査方法	23
1-1-3	調査結果	25
1-2	室内試験分析結果	31
1-2-1	地化学探査試料化学分析結果	31
1-2-2	ボーリングコア試料X線回折試験結果	31
1-2-3	ボーリングコア試料鉱石分析結果	37
1-2-4	ボーリングコア試料流体包有物均質化温度測定	37
1-3	考察	38
1-3-1	地質及び地質構造	38
1-3-2	フニン川鉱化帯及びフォルツナ沢鉱化帯の鉱化作用	38
第2章	コジャッヘ地区	41
2-1	地質調査	41
2-1-1	調査目的	41
2-1-2	調査方法	41
2-1-3	調査結果	41
2-1-4	考察	44
2-2	地化学探査	47
2-2-1	調査目的	47
2-2-2	調査方法	47
2-2-3	調査結果	47
2-2-4	考察	48
2-3	物理探査	55
2-3-1	調査目的	55
2-3-2	調査方法	55
2-3-3	解析方法	55
2-3-4	調査・解析結果	59
2-3-5	考察	62
2-4	ボーリング調査	63
2-4-1	調査目的	63

2-4-2	調査方法	63
2-4-3	調査結果	65
2-4-4	考察	68

### 第Ⅲ部 結論及び提言

第1章	結論	69
1-1	フニン地区	69
1-2	コジャッヘ地区	70
第2章	提言	71
2-1	フニン地区	71
2-2	コジャッヘ地区	71
参考文献		73
図表一覧		75



## 第 I 部 総論





## 第 I 部 総論

### 第 1 章 諸言

#### 1-1 調査の経緯

エクアドル共和国の西部アンデス山脈西縁部には、北米から南米に至るポーフィリカッパーベルトが縦走している。本調査地域は、このベルトの中に位置し、1991年から1993年まで資源開発調査フニン地域として調査が実施され、有望な銅・モリブデン鉱化帯の存在が提言された。このため、エクアドル共和国政府は、日本国政府にフニン地域プロジェクトの継続案件として本プロジェクトの要請書を1993年10月に提出した。日本国政府は、この要請に応じ、国際協力事業団(JICA)及び金属鉱業事業団(MMAJ)のミッションを1994年8月11日から8月21日までエクアドル共和国に派遣し、同8月17日地質鉱物冶金調査開発公社(CODIGEM)との間で本格調査の内容を定める作業協定(Scope of work)を結んだ。

#### 1-2 第1年次調査の概要

##### 1-2-1 調査地域

本年度の調査地域は、フニン(Junin)地区とコジャッヘ(Cuellaje)地区の2地区からなる(Fig. 1, Fig. I-1-1, Fig. I-1-2)。

##### 1-2-2 調査目的

本調査の目的は、エクアドル共和国のフニン・コジャッヘ地域の地質状況及び鉱床賦存状況を解明することにより、新鉱床を発見することであり、また相手国機関に対して技術移転を図ることである。

##### 1-2-3 調査方法

フニン地区では、フニン川(Rio Junin) 鉱化帯及びフォルツナ(Q. Fortuna) 沢鉱化帯における地下深部の鉱化作用及び鉱化状況を確認することを目的としてボーリング調査を実施した。

コジャッヘ地区では、マグダレナ川(R. Magdalena) 鉱化帯周辺部において有望地を抽出することを目的として地質調査、地化学探査、物理探査を実施し、更にマグダレナ川鉱化帯中央部及び南部の地下深部の鉱化作用及び鉱化状況を確認することを目的としてボーリング調査を実施した。各調査地区の調査数量をTable I-1-1 及びTable I-1-2 に示す。

##### 1-2-4 調査団の構成

本年度は地域開発計画調査の第1年次調査にあたり、日本側及びエクアドル側から各々人員を派遣して調査を実施した。

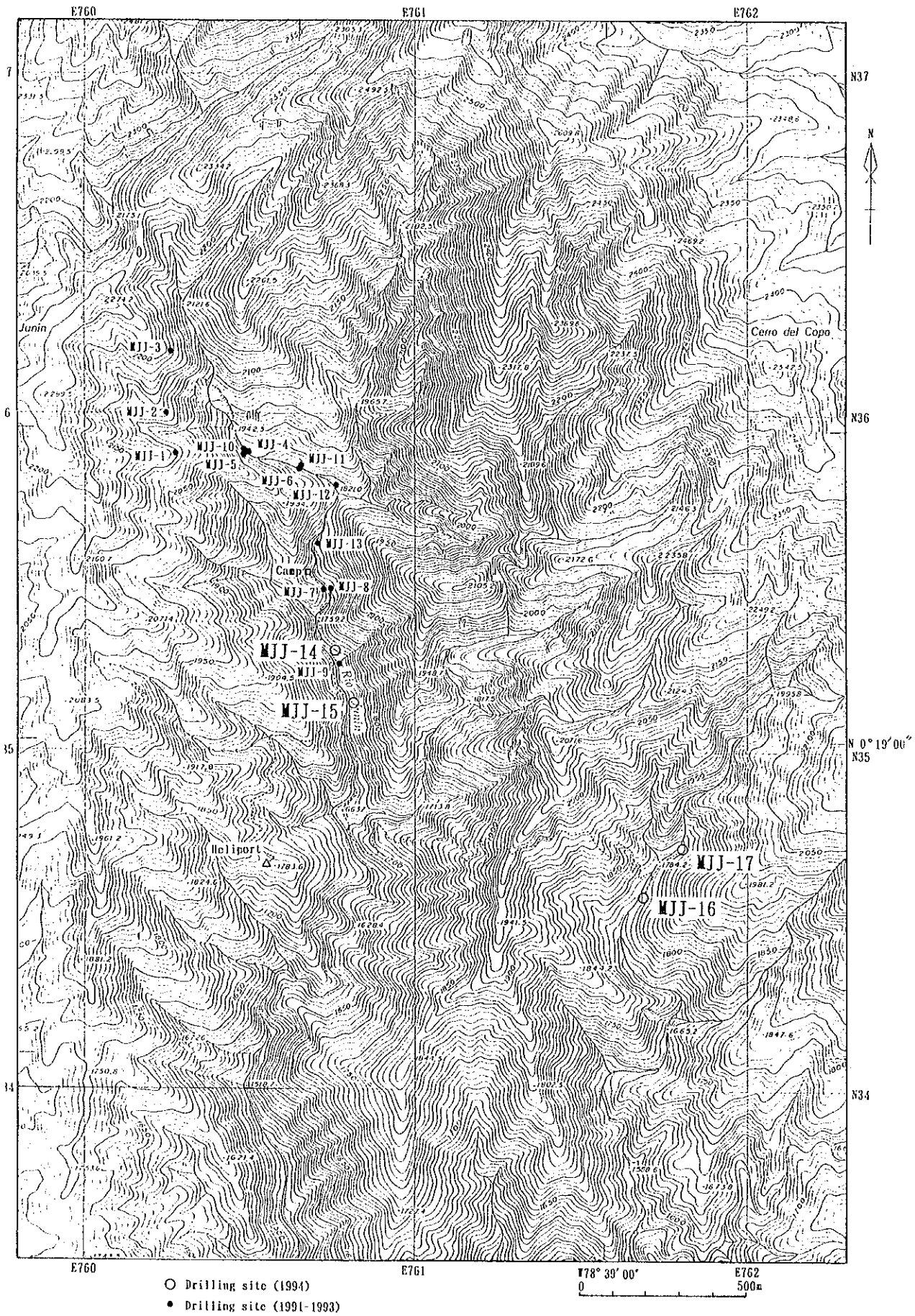


Fig. I-1-1 Location map of drilling in the Junin area.

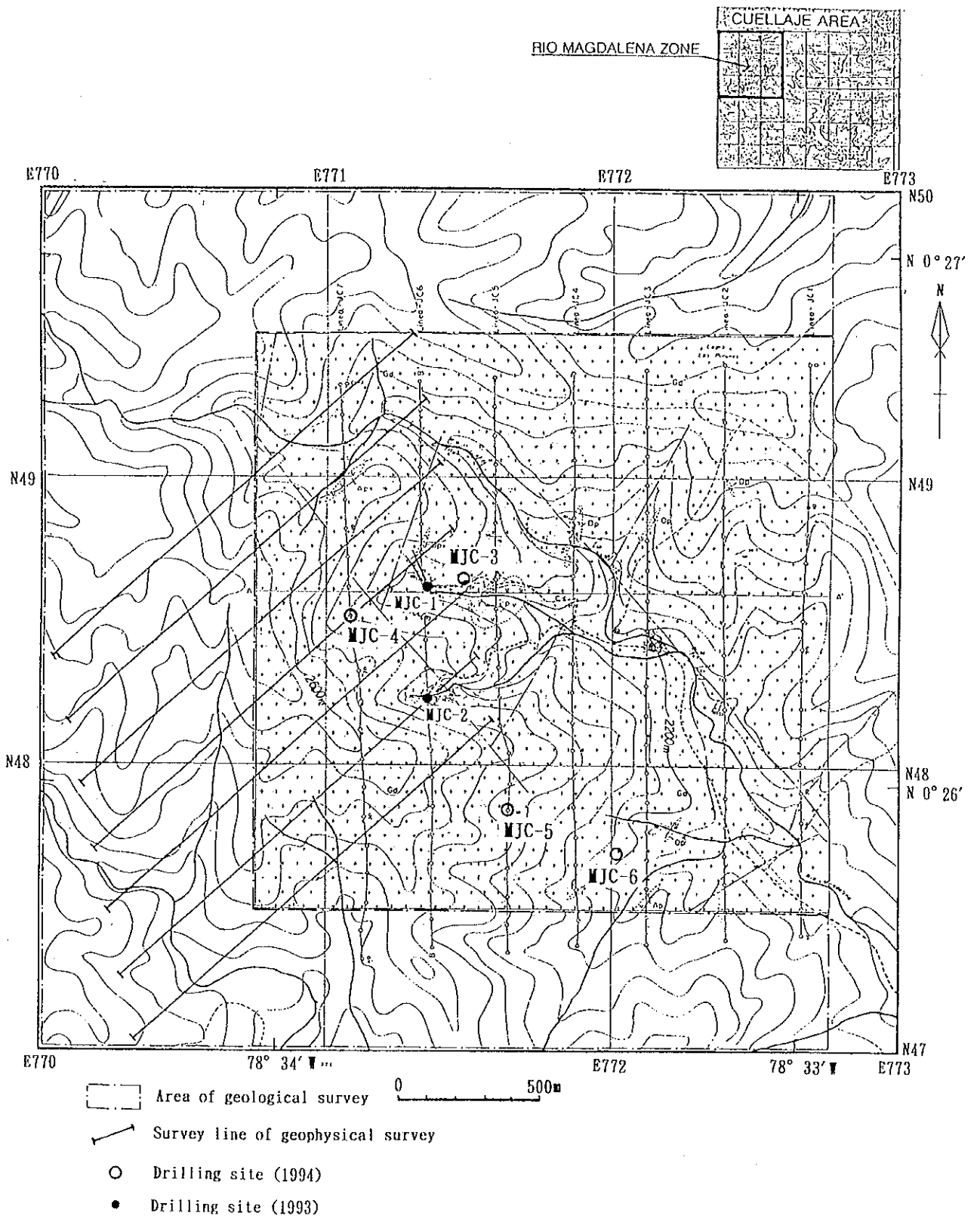


Fig.I-1-2 Location map of geological, geophysical and drilling survey in the Cuellaje area.

Table I-1-1 Item and amounts of fieldworks.

Junin area

Drilling	Hole No.	Depth (m)	Direction (magnetic north)	Inclination
	MJJ-14	300.58	N90E	-45°
	MJJ-15	301.21	N90E	-45°
	MJJ-16	150.73	-	-90°
	MJJ-17	150.25	-	-90°

Cuellaje area

Geological survey	Area of survey	4 km <sup>2</sup>		
	Length of survey route	21 km		
	Geochemical rock samples	224 samples		
Geophysical survey	Length of IP survey line	11.9 km		
	Number of line	7 lines		
	Number of measurement	455 times		
Drilling	Hole No.	Depth (m)	Direction (magnetic north)	Inclination
	MJC-3	300.70	-	-90°
	MJC-4	301.00	-	-90°
	MJC-5	300.50	-	-90°
	MJC-6	301.00	-	-90°

Table I-1-2 Item and amount of laboratorial studies.

Junin area

Drilling	Hole No.	MJJ-10	MJJ-11	MJJ-12	MJJ-13	MJJ-14	MJJ-15	MJJ-16	MJJ-17	total
	Thin section					9	10	3	4	26
	X-ray diffract	15	15	15	15	42	43	23	18	186
	Inclusion					3	3	1	1	8
	Ore assay	27	32	58	134	314	227	148	144	1,084
Geochemical survey	Rock(Ca, Na, K, Rb, Sr)	85 samples								

Cuellaje area

Geological survey	Thin section	21 samples							
	Polished section	13 samples							
	X-ray diffractive	224 samples							
	Inclusion	10 samples							
	Ore assay	28 samples							
Geochemical survey	Rock(Ag, Au, Ca, Cu, Fe, Mo, Na, K, Pb, Rb, S, Sr, Zn)	224 samples							
	Rock(Ca, Na, K, Rb, Sr)	206 samples							
Geophysical survey	Resistivity measurement	24 samples							
	Polarizability	24 samples							
Drilling	Hole No.	MJC-1	MJC-2	MJC-3	MJC-4	MJC-5	MJC-6	total	
	Thin section			7	5	4	5	21	
	X-ray diffract	11	9	31	27	21	29	128	
	Inclusion				1	1		2	
	Ore assay	18	46	76	102	25	25	292	

(1) 事前調査及び協定折衝

日本側		エクアドル側	
佐藤 彬	MMAJ	Ramon Vera	CODIGEM
塩川 智	MMAJ	Juan Cevallos	CODIGEM
水沢 誠一	MMAJ	Juan Sosa	CODIGEM
		Gabriel Valenzuela	CODIGEM

MMAJ; 金属鉱業事業団

CODIGEM; 地質鉱物冶金調査開発公社

(2) 現地指導監督

佐藤 直樹	MMAJ
-------	------

(3) 現地調査団

日本側		エクアドル側	
南野 正彦	BEC	Gabriel Valenzuela	CODIGEM
那古屋 豊	BEC	Carlos Ortiz	CODIGEM
杉山 和楢	BEC	Vicente Fiallos	CODIGEM
David Escobar	BEC	Bolivar Revelo	CODIGEM
松久保和人	BEC	Fernando Grijalva	CODIGEM
		Luis de la Torre	CODIGEM
		Alfonso Vaca	CODIGEM
		Franklin Ortega	CODIGEM
		Ricardo Rosales	CODIGEM

BEC; 大手開発株式会社

CODIGEM; 地質鉱物冶金調査開発公社

1-2-5 調査期間

本年度調査の調査期間は、下記の通りである。

事前調査及び協定折衝	平成6年8月11日～平成6年8月21日
現地指導監督	平成6年12月14日～平成6年12月25日
現地調査	
地質調査	平成6年10月25日～平成6年12月4日
物理探査	平成6年10月25日～平成6年12月7日
ボーリング調査	平成6年10月3日～平成7年1月15日
解析・報告書作成	平成6年12月5日～平成7年2月28日



## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置及び交通

フニン・コジャッヘ地域は、エクアドル共和国の首都キト(Quito)の北方約50~80km、インバブラ州(Provincia de Imbabura)に位置し、本年度の調査範囲はフニン地区及びコジャッヘ地区の2地区である(Fig.1)。2地区の中間地であるナングルビ(Nangulvi)までは、キトからオタバロ(Otavalo)経由で車道180km(オタバロまで舗装道路110km、オタバロよりナングルビまで未舗装道路70km)、4時間である。さらに、ナングルビより車道の終点、フニン地区への入口であるチャルグアヤク・アルト(Chalguayacu Alto)まで、ガルシア・モレノ(Garcia Moreno)経由で未舗装道路40km、2時間を要する。チャルグアヤク・アルトからフニン地区中央区域のヘリポートまでは10km、ジープで30分を要する。ヘリポートからボーリング調査のベースとなったフニンキャンプまで徒歩20分を要する。ナングルビ-コジャッヘ間は、未舗装道路で17km、40分である。

### 2-2 地形及び水系

本調査地域は、西部アンデス山脈の西縁部に位置し、フニン地区及びコジャッヘ地区はトイサン山脈(Cordillera de Toisan)の南部及び南東部に位置する。フニン地区は標高1,500~3,000m間に、そしてコジャッヘ地区は標高1,800~2,600m間の標高差を示し、地形は2地区とも極めて急峻である。本調査地域周辺に分布する主な山としてはコジャッヘ地区東方約20kmにコタカチ山(Cotacachi, 4,937m)がある。

本地域の主要河川はアンデス山脈に源を発し、北部のミラ川(Rio Mira)は北西に向かって流れ、南部のグアイジャバンバ川(Rio Guayllabamba)は西流する。これに2級以下の河川がNE-SW方向及びN-S方向の流路方向を以て錯綜する。

調査地区の2地区は、グアイジャバンバ川上流の支流に位置する。フニン地区では、N-S方向のフニン川、NE-SW方向のフォルツナ沢、NW-SE方向のリモニタ沢、クリソコラ沢などがある。コジャッヘ地区では、NW-SE方向のマグダレナ川及びサンホアキン川が主な河川である。

### 2-3 気候及び植生

本地域の気候は、温暖性多湿気候である。年間の温度は17~20℃、湿度は50~75%、年間降水量は2,000~3,000mmである。雨季は12月から4月である。フニン地区及びコジャッヘ地区では10月から午後降雨となり気温も低下する。12月からはほとんど終日雨となる。

フニン地区のほとんどの植生は、密林である。コジャッヘ地区の植生は、沢沿い及び高地の一部は密林となっているが、高地及び斜面の大部分はとうもろこし畑あるいは牧場となっている。





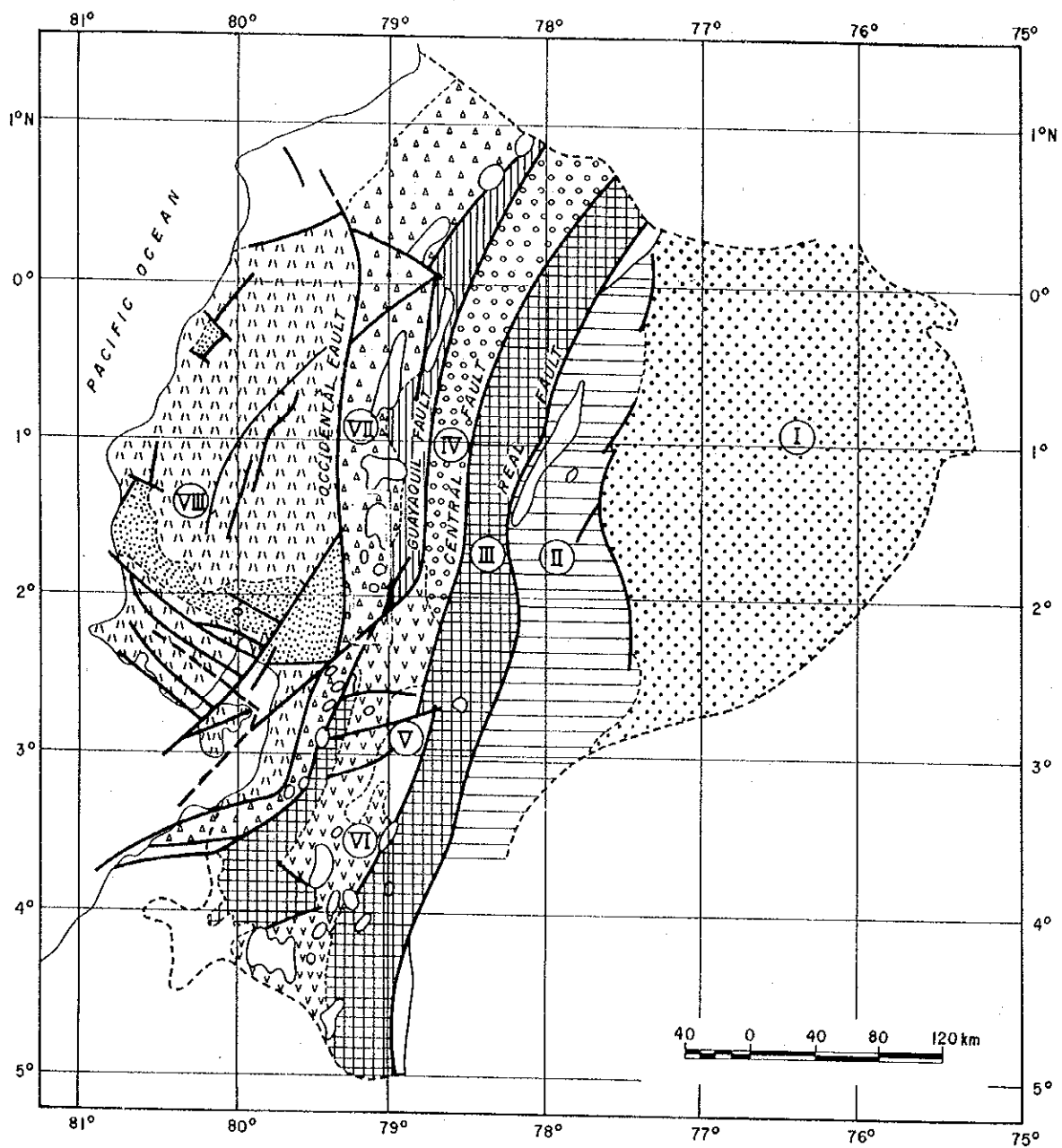
### 第3章 調査地域の一般地質及び地質的位置付け

エクアドルは南アメリカ北西部にあり、コロンビアとペルーの間に位置する。地質構造的にはギアナ及びブラジルシールドの西側に狭長に形成された、いわゆるアンデス地向斜の変動帯に属し、Eugeosyncline で特徴づけられる断層及び褶曲運動と激しい火山活動を伴う複雑な地質構造を有する地域である。当国の地質は、先カンブリア系から第四系までの地質より構成される。重要な構造はNNE-SSW 方向で、地質構造区は海岸地帯、山岳地帯及び東部地帯の3つに区分され、それぞれ地形上に反映されている。

海岸地帯の地質は中生代の海成層（ピノン (Pinon)層）、第三系及び更新統から成る。山岳地帯の地質は、西から東へ西部山脈、アンデス内部低地及び東部山脈の3つの単元に区分される。西部山脈は、主として白亜紀から晩新世の火山岩類（マクチ (Macuchi)層）が発達する地域であるが、南西部には古生代及び先カンブリア紀の基盤が分布する。アンデス内部低地には多くの堆積盆地があり、河川や湖沼堆積物及び火山堆積物を伴っている。東部山脈は、時代未詳（先カンブリア紀～中生代）の変成岩類や火山岩類から成る。東部地帯の地質は、石炭系～第四系より成る。

フニン・コジャッヘ地域は西部山脈に属し、白亜紀のマクチ層に貫入した中性～酸性の火成岩類からなる地質であり、地域東方では第四紀の溶岩及び各種火山噴出物が分布する（MRNE/D GGM, 1982）。調査地域は全て花崗岩類からなり、その花崗岩類についてバソリス状の花崗閃緑岩体から13～15 Ma、ストック状の斑岩類から6～11 MaのK-Ar放射年代が得られている（JICA/MMAJ, 1992）。主要な構造は、アプエラ (Apuela) - ナネガル (Nanegal) 花崗閃緑岩バソリスの分布に代表されるN-S～NNE-SW方向である。

エクアドルの鉱床区は東部及び西部の2つの鉱床区に大別され、更にこれら2つの鉱床区は8つの鉱床帯にそれぞれ細分される（INEMIN, 1988, Fig. I-3-1, Table I-3-1）。フニン・コジャッヘ地域は、このうち重要なポーフイリーカッパー帯である西部山脈の複背斜-複向斜鉱床帯に属する。本鉱床帯は、北はコロンビアのピエドランチャ (Piedrancha) 鉱床に、南はエクアドルのテリンベラ (Telimbela) 鉱化帯、エル・トルネアド (El Torneado) 鉱化帯及びチャウチャ (Chaucha) 鉱床、さらにペルーのミチキジャイ (Michiquillay) 鉱床にまで連続する。ピエドランチャ鉱床近傍には金鉱化作用も重複して認められ、また本地域南方にはラプラタ (La Plata) 及びマクチ塊状硫化鉱物鉱床、ポルトベロ (Portovelo) 多金属鉱脈鉱床等が存在し、本鉱床帯はポーフイリーカッパー鉱床の他にも各種鉱床賦存の可能性の高い地域である。フニン・コジャッヘ地域では、花崗閃緑岩中に鉱染状及び脈状の銅・モリブデン鉱化作用の存在が確認されており（JICA/MMAJ, 1992）、ポーフイリーカッパー鉱床の賦存が期待されている。



LEGEND



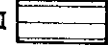

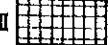
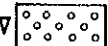



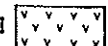
- |   |   |
|---|---|
| I  Iquitos Basin   | VII  Anticlinorium-Synclorium of Occidental Cordillera |
| II  Oriental Pre-Andean Zone                                   | VIII  Coastal Zone                                     |
| III  Anticlinorium of Real, Moromoro and Mullepungo Cordillera | — Fault   |
| IV  Quito Graben   |  Intrusive rocks                                       |
| V  Azuay Basin   |  Anticlinal and Synclinal Axis                         |
| VI  Cotamayo Synclorium Graben                                 |   |

Fig. I-3-1 Geotectonic and metallogenic zones of Ecuador.

Table I-3-1 Geotectonic and metallogenic zones of Ecuador.

Topography		Geology	Metallogenic Province	Metallogenic Zone	Metallogenic Sub-Province
Galapagos Islands		Pliocene ~ Quaternary			Cu-Ni-Co Sub-Province of Ocean Floor (Quaternary)
Coast		Pre-Cretaceous ~ Pleistocene (Pinion Formation)	Occidental (Ocean Crust, Eugeosyncline)	VIII. Coastal Zone	Fe-Ti-Pt Sub-Province of Coast (Jura ~ Early Cretaceous)
Mountain Range	Occidental Cordillera	Cretaceous ~ Paleocene (flysh) (Macuchi Formation)		VII. Anticlinorium-Synclinorium of Occidental Cordillera	Cu Sub-Province of Occidental Cordillera (Cretaceous ~ Miocene)
	Interandean Depression	Neogene ~ Holocene		VI. Catamayo Synclinorium Graben	Polymetallic Sub-Province of High Plateau (Paleocene ~ Quaternary)
				V. Azuay Basin	
Real Cordillera	Metamorphic Rocks of Paleozoic and Mesozoic	IV. Quito Graben	III. Anticlinorium of Real, Moromoro and Mulepungo Cordillera	Sn-W-U Sub-Province of Real Cordillera (Later Paleozoic)	
Orient		Carboniferous ~ Cretaceous	Oriental (Continental Crust, Miogeosyncline)	II. Oriental Pre-Andean Zone	Au Sub-Province of Orient Basin (Mesozoic ~ Cenozoic)
		Tertiary ~ Quaternary		I. Iquitos Basin	



## 第4章 調査結果の総合検討

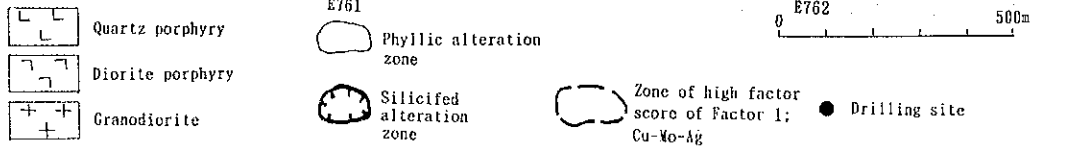
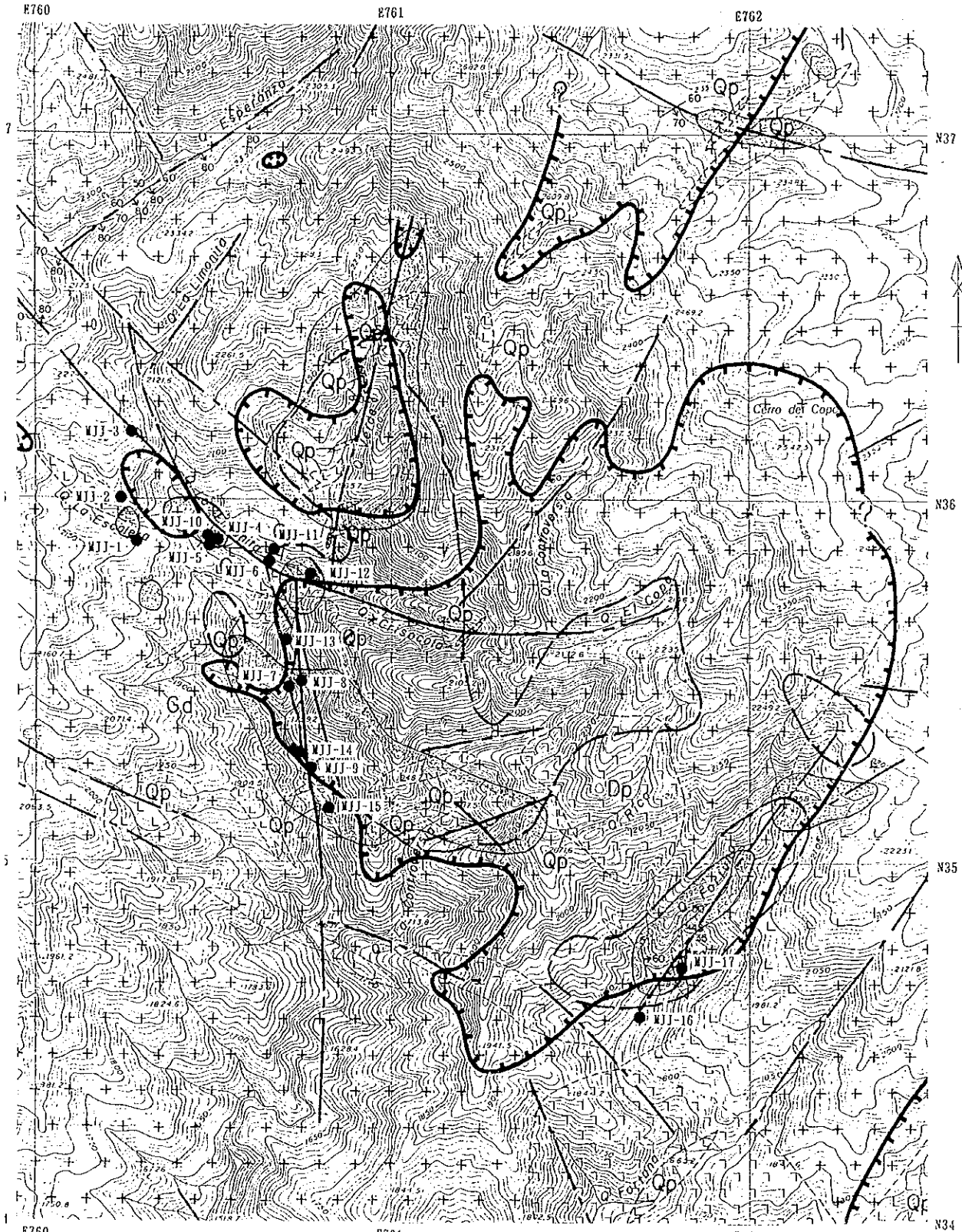
### 4-1 フニン地区

#### 4-1-1 地質と鉱化作用

本年度調査は、フニン川鉱化帯及びフォルツナ沢鉱化帯で実施されたボーリング調査である(Fig. I-1-1)。ボーリング調査はフニン川鉱化帯を対象に2孔及びフォルツナ沢鉱化帯を対象に2孔の4孔、計902.77mが実施され、いずれも鉱化を捕捉した。フニン川鉱化帯及びフォルツナ沢鉱化帯には花崗閃緑岩が広く分布し、また花崗閃緑岩に貫入するNE-SW方向とNW-SE方向の岩脈状の石英斑岩及び閃緑斑岩が分布する。

フニン川鉱化帯は花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩に発達する網状細脈状及び鉱染状の黄鉄鉱、黄銅鉱、輝銅鉱、斑銅鉱と、石英細脈に伴われる輝水鉛鉱からなる。変質については、珪化変質、絹雲母化変質が網状硫化鉱物細脈及び石英細脈付近に観察され、また緑泥石化変質、緑簾石化変質が花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩中に発達する。本年度実施されたMJJ-14及びMJJ-15によりフニン川東側に石英斑岩及び閃緑斑岩が分布し、斑岩付近で黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱の鉱化が確認され、鉱化作用が地表から東方深部に300m連続することが明らかとなった。この鉱化作用は、更に深部及び東部に連続する可能性がある。MJJ-14で把握した鉱化部の平均品位は、深度1.00~300.58m間でCu:0.29%、Mo:0.022% (試料数314個)であるが、深部で高くなる品位傾向を示した。また、MJJ-15で把握した鉱化部の平均品位は深度0.60~301.21m間でCu:0.22%、Mo:0.007% (試料数227個)であるが、深部の石英斑岩付近ではコア長118.21m、Cu:0.41%、Mo:0.016%の高い品位が得られた。フニン川鉱化帯の特徴は、鉱化が石英斑岩及び閃緑斑岩の分布域で発達し、斑銅鉱が広く認められ、また輝銅鉱が地下深部に存在することである。輝銅鉱は二次鉱物の可能性があり、地下深部に存在することはフニン川鉱化帯が断層などの破碎帯に規制されていることを示すものと考えられる。フニン川鉱化帯付近にはN-S、NW-SE、NE-SW、NNE-SSW方向の断層が知られており、鉱化作用を規制しているものと考えられる。

フォルツナ沢鉱化帯で実施されたMJJ-16及びMJJ-17では、花崗閃緑岩中に発達する石英斑岩が認められ、また花崗閃緑岩及び斑岩中に発達する網状細脈状及び鉱染状の黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱が観察された。黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱よりも黄鉄鉱に富む特徴があり、黄鉄鉱は網状細脈状及び鉱染状で存在するが、黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱は主として網状細脈状で存在する。変質は石英斑岩中では珪化変質、絹雲母化変質を主とし、また花崗閃緑岩では緑泥石化変質、緑簾石化変質を主としている。MJJ-16で把握した鉱化部の平均品位は、採取コア長144.60m、Cu:0.15%、Mo:0.0012% (試料数148個)を示した。MJJ-17で把握した鉱化部の平均品位は、深度4.05~150.25m間、コア長146.20m、Cu:0.46%、Mo:0.0194% (試料数144個)の高い品位を示し、特に深度60.00~150.25m間、コア長90.25m、Cu:0.62%、Mo:0.0273%の高品位が得られた。フォルツナ沢鉱化帯の特徴は、富鉱部が石英斑岩及びその周辺で発達していることである。



Fault  
 Lineament

Fig. I-4-1      Compiled map of survey results in the Junin area.

#### 4-1-2 地化学探査異常と鉱化作用

フォルツナ沢地区の岩石地化学探査の追加化学分析解析結果では、Cu, Mo, Au, Ag 地化探異常がフォルツナ沢中流に分布し、銅・モリブデン鉱化を示す因子もフォルツナ沢中流に分布することが判明した。これらは、フォルツナ沢の花崗閃緑岩、石英斑岩中の鉱徴の分布と一致している。フォルツナ沢の上流及び下流には地化学探査異常は分布しない。

#### 4-1-3 鉱床賦存の可能性

ボーリング調査の結果、フニン川から東側深部に銅に富む鉱化作用の存在が明かとなり、更に東部に連続することが推定された。また、フォルツナ沢にも銅鉱化作用が地下深部に存在することが確認された。フニン地区中央部の変質帯調査では、フィリック変質帯がフニン川からコントロールシア沢(Q. La Controversia)下流に連続して分布し、更にフォルツナ沢に達する可能性があることが想定される。また、地化学探査の結果でも、銅・モリブデン鉱化を示すファクター3の高因子得点の分布がベルデ沢からフニン川東側、コントロールシア沢下流、リカ沢(Q. Rica)下流に連続して分布していることが判明している。これらの調査結果から、フニン川東側深部の銅に富む鉱化作用はコントロールシア沢下流、リカ沢下流の地下深部に連続することが推定され、更にフォルツナ沢に達する可能性があることが考えられる(Fig. I-4-1)。

フニン地区の銅・モリブデン鉱化作用は、フニン川上流、フォルツナ沢の他にリモニータ沢(Q. Limonita)、クリソコラ沢(Q. Crisocola)、ベルデ沢、コントロールシア沢下流、リカ沢下流、コポ沢(Q. Copo)などで確認されている。これらのうち、特にベルデ沢には石英斑岩の周辺にフィリック変質帯、地化学探査異常が広く分布しており、銅・モリブデン鉱床の賦存する可能性の高い地区であると考えられる(Fig. I-4-1)。

### 4-2 コジャッヘ地区

#### 4-2-1 地質と鉱化作用

本地区の地質は、フニン地区同様アプエラーナネガルバソリスを形成する花崗閃緑岩が主体を占め、これに貫入する岩脈状の安山岩質斑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩からなる。本地区マグダレナ川鉱化帯には、網状細脈状及び鉱染状の黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱が分布し、マグダレナ川鉱化帯中央部では鉱石鉱物の産状及び変質鉱物の組み合わせがポーフィリー銅鉱床と類似した累帯配列をしていることが知られている(JICA/MMAJ, 1992)。

マグダレナ川鉱化帯周辺部の面積4km<sup>2</sup>を対象とした地質調査の結果、調査地区の地質は花崗閃緑岩が主体を占め、これに貫入する岩脈状の安山岩及び石英斑岩からなっていることと岩脈の数が少ないことが明らかとなった。鉱化については、マグダレナ川支流西部の花崗閃緑岩中で細脈状及び鉱染状の黄鉄鉱、黄銅鉱が、マグダレナ川上流の花崗閃緑岩中で細脈状の黄鉄鉱、黄銅鉱が、サンホアキン川(Rio San Joaquin)支流の花崗閃緑岩中で細脈状の黄鉄鉱、黄銅鉱が、メリヂアノ川(Rio Meridiano)支流の花崗閃緑岩中で細脈状の黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱が各々観察された。各鉱化帯は200m～400mの範囲に認められるが、硫化鉱物の量は

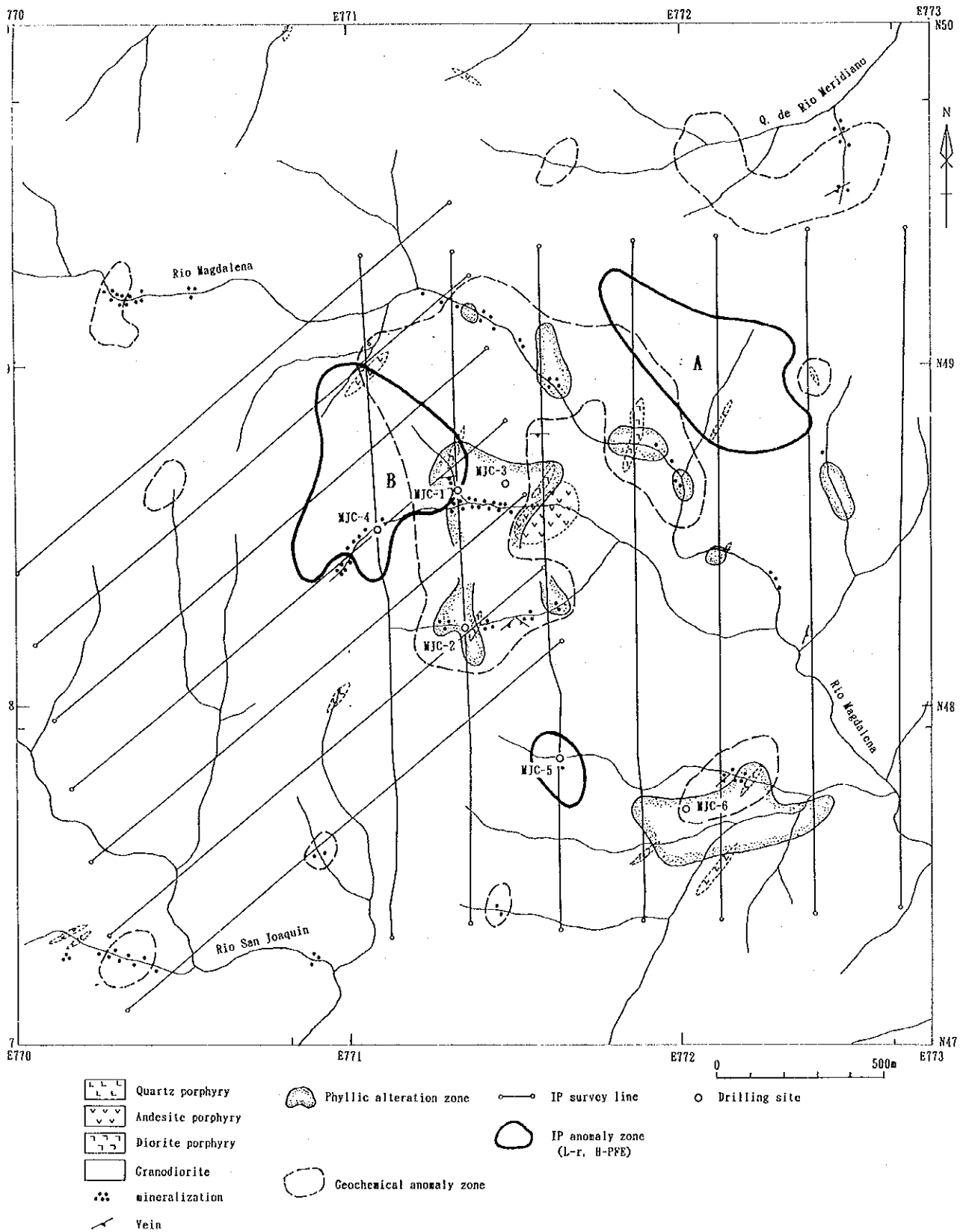


Fig. I-4-2 Compiled map of survey results in the Cuellaje area.



少ないものである。鉍石分析の結果では、メリヂアノ川支流の鉍徴を除きいずれも低い銅品位を示し、銅鉍化作用は弱いものと考えられる。メリヂアノ川支流の花崗閃緑岩中の鉍化の鉍石分析では、2.1%、0.8%、0.1%、0.7%、13.7%の高い銅品位を示した。この高品位は、酸化銅を含むこととNE-SW方向の割れ目を充填する細脈状斑銅鉍によるものである。

マグダレナ川鉍化帯を対象としたボーリング調査は、中央部で実施したMJC-3及びMJJ-4の2孔と南部鉍化帯で実施したMJC-5及びMJJ-6の2孔の計4孔、1,203.20mである。各孔とも花崗閃緑岩を掘進し、花崗閃緑岩中で細脈状の黄鉄鉍、黄銅鉍が認められた。鉍化は連続的に認められるが、硫化鉍物の量は少ない。また変質は主として緑泥石化変質、緑簾石化変質であり、珪化変質、絹雲母化変質は細脈に沿って僅かに認められる。マグダレナ川鉍化帯中央部で実施されたMJC-3で把握した鉍化部は、花崗閃緑岩中の割れ目に沿うものであり、採取コア長106.70m、Cu:0.18%、Mo:0.0065%（試料数76個）を示した。MJC-4で把握した鉍化部の平均銅品位は、採取コア長99.50m、Cu:0.04%、Mo:0.0002%（試料数102個）を示した。また、南部鉍化帯で実施されたMJC-5で把握した鉍化部は、採取コア長32.00m、Cu:0.03%、Mo:0.0001%（試料数25個）を示した。また、MJC-6で把握した鉍化部は、採取コア長41.00m、Cu:0.08%、Mo:0.0015%（試料数25個）を示した。いずれの鉍化部も銅及びモリブデン品位が低く、連続性が悪く、小規模なものである。本年度のコジャッヘ地区の調査の結果、コジャッヘ地区中央部において銅・モリブデン鉍化作用の存在が確認されたが、顕著な鉍化ではないことが考えられる(Fig. I-4-2)。

#### 4-2-2 地化学探査異常と鉍化作用

岩石地化学探査については、本年度採取した224個と平成3年度の調査により採取された206個の13分析成分について検討した。マグダレナ川鉍化帯には、Cu, Mo, Au, Agの地化学異常が分布し、Cu-Moの鉍化に関係したと考えられる高因子得点分布域は、マグダレナ川中流～支流西部、マグダレナ川上流、メリヂアノ川支流、サンホアキン川支流及び地区南東部に分布する。これらの異常区域には鉍徴が存在し、地化学探査異常は鉍徴を反映したものとする。異常区域のうち、マグダレナ川中流～支流西部の分布範囲が最も広く、ここには安山岩質斑岩、閃緑斑岩が分布しており、銅鉍徴の存在などからコジャッヘ地区で最も鉍床賦存の可能性の高い区域である(Fig. I-4-2)。

#### 4-2-3 物理探査異常と鉍化作用

マグダレナ川鉍化帯の西部を対象として実施したIP調査の結果、高FE異常は鉍化帯西部には分布せず、鉍化帯中央部から南方向に主として連続し、また南東、南西方向にも分布していることが判明した。1992年に実施されたマグダレナ川鉍化帯中央部のIP調査結果との総合検討から、ポーフリカッパータイプの鉍化が想定される高FE異常及び低比抵抗異常の分布域は鉍化帯中央部の小範囲(B異常帯)と、地区北東部(A異常帯)に限られたものであることが明らかとなった。A異常帯は黄鉄鉍を主としたものと考えられており(JICA/MMAJ, 199

3)、銅鉍化の可能性の高い異常はB異常帯であるが、B異常帯は北西方向に傾斜する小範囲であり、鉍化の規模は大きくないことが推定される(Fig. I-4-2)。

#### 4-2-4 鉍床賦存の可能性

本年度ボーリング調査により、マグダレナ川鉍化帯中央部及び南部に鉍化の存在が確認された。しかし、確認された鉍化部の銅及びモリブデン品位は低いものであることが明らかとなった。マグダレナ川鉍化帯周辺部を対象とした地質調査及び地化学探査では、新たに鉍化帯及び異常帯を認めたと顕著なものではないことが考えられる。マグダレナ川鉍化帯西部を対象とした物理探査では西部には顕著な異常は認められず、異常は鉍化帯中央部及び北東部の小範囲に認められるだけである。これらの調査結果から、コジャツヘ地区には銅・モリブデン鉍化作用が認められるが、低い銅品位、弱い連続性などから、有望な鉍床の賦存する可能性は低いものと判断される。

## 第5章 調査の結論と提言

### 5-1 調査の結論

#### 5-1-1 フニン地区

(1) フニン川鉍化帯は花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩に発達する網状細脈状及び鉍染状の黄鉄鉍、黄銅鉍、輝銅鉍、斑銅鉍と、石英細脈に伴われる輝水鉛鉍からなる。変質については、珪化変質、絹雲母化変質が網状細脈及び石英細脈付近に観察され、緑泥石化変質、緑簾石化変質が花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩中に広く発達する。鉍化は珪化変質、絹雲母化変質に関係している。

(2) 本年度実施したボーリング調査(MJJ-14及びMJJ-15)では、フニン川東側深部に斑岩が発達し、斑岩岩脈付近で黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍が発達するなど、鉍化作用が地表から東方深部に300m連続することが確認された。MJJ-14で把握した鉍化部の平均品位は、深度1.00~300.58m間でCu:0.29%、Mo:0.022%(試料数314個)であるが、深度207.00~294.00mでCu:0.41%、Mo:0.047%を示し、深部で高くなる品位傾向が得られた。また、MJJ-15で把握した鉍化部の平均品位は、深度0.60~301.21m間でCu:0.22%、Mo:0.007%(試料数227個)であるが、深部の石英斑岩付近ではコア長118.21m、Cu:0.41%、Mo:0.016%の高品位が得られた。これらの結果からフニン川鉍化帯東側に銅に富む鉍化部の賦存が期待される。

(3) フォルツナ沢鉍化帯で実施したボーリング調査(MJJ-16及びMJJ-17)では、花崗閃緑岩中に発達する石英斑岩が認められ、また花崗閃緑岩及び斑岩中に発達する網状細脈状及び鉍染状の黄鉄鉍、黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍が観察された。黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍よりも黄鉄鉍に富む特徴がある。変質は石英斑岩中では珪化変質、絹雲母化変質を主とし、また花崗閃緑岩では緑泥石化変質、緑簾石化変質を主としている。MJJ-16で把握した鉍化部の平均品位は、採取コア長144.60mでCu:0.15%、Mo:0.0012%(試料数148個)の低い品位を示した。また、MJJ-17で把握した鉍化部の平均品位は、良好であり深度4.05~150.25m間、コア長146.20mでCu:0.46%、Mo:0.0194%(試料数144個)の高品位を示し、特に深度60.00~150.25m間、コア長90.25mでCu:0.62%、Mo:0.0273%の高品位が得られた。

(4) フォルツナ沢地区の岩石地化学探査の追加分析解析結果では、Cu, Mo, Au, Ag 地化探異常がフォルツナ沢中流に分布していることが判明した。

(5) フニン地区中央部の変質帯の検討結果では、フィリック変質帯がフニン川からコントロールベルシア沢下流域に伸び、更にフォルツナ沢に連続する可能性がある。また、地化学探査異常帯がフニン川からコントロールベルシア沢下流域に伸びており、フニン川からフォルツナ沢の間の範囲で銅に富む鉍化部の賦存が期待される。

(6) フニン地区にはフニン川鉍化帯、フォルツナ沢鉍化帯の他にも鉍化帯があり、このうちベルデ沢鉍化帯付近には石英斑岩が分布し、フィリック変質帯、地化学探査異常の広い分布し

ていることから有望な鉱床の賦存する可能性が高いと考えられる。

#### 5-1-2 コジャッヘ地区

(1) マグダレナ川鉱化帯周辺地区の地質は、花崗閃緑岩が主体を占め、これに貫入する安山岩、石英斑岩の岩脈からなる。鉱化については、マグダレナ川支流西部、マグダレナ川上流、サンホアキン川支流、メリヂアノ川支流の花崗閃緑岩中で細脈状及び鉱染状の黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱が各々観察された。各鉱化帯は200m～400mの範囲に認められるが、硫化鉱物の量は少ない。メリヂアノ川支流の花崗閃緑岩の細脈状の鉱化は、斑銅鉱を主とするものであり、高品位であるが、規模は小さい。

(2) 岩石地化学探査の結果、銅・モリブデンの鉱化に関係した高因子得点分布域は、マグダレナ川支流西部及びメリヂアノ川支流に抽出された。マグダレナ川鉱化帯周辺地区ではメリヂアノ川支流の異常のみであり、この異常は小規模な鉱脈を反映したものである。

(3) IP法による調査の結果、高FE異常域は広く分布するが、ポーフイリカッパータイプの鉱床を示す高FE異常・低比抵抗異常は鉱化帯中央部(B異常帯)及び北東部(A異常帯)に限られる。銅鉱化の可能性の高い異常はB異常帯であるが、B異常帯は北西方向に傾斜する小範囲であり、鉱化の規模は大きくないことが推定される。

(4) マグダレナ川鉱化帯中央部及び南部で実施したボーリング調査(MJC-3、MJC-4、MJC-5及び、MJC-6)では、花崗閃緑岩を掘進し、花崗閃緑岩中で細脈状の黄鉄鉱、黄銅鉱が認められた。鉱化は連続的に認められるが、硫化鉱物の量は少ない。MJC-3で把握した鉱化部は、採取コア長106.70mでCu:0.18%、Mo:0.0065%(試料数76個)の低品位を示した。MJC-4で把握した鉱化部の平均品位は、採取コア長99.50mでCu:0.04%、Mo:0.0002%(試料数102個)の低品位を示した。MJC-5で把握した鉱化部は、採取コア長32.00mでCu:0.03%、Mo:0.0001%(試料数25個)の低品位を示した。また、MJC-6で把握した鉱化部は、採取コア長41.00mでCu:0.08%、Mo:0.0015%(試料数25個)の低品位を示した。いずれの鉱化部も銅品位及びモリブデン品位とも低いものである。

(5) 以上の本年度の調査結果から、コジャッヘ地区には銅・モリブデン鉱化作用が認められるが、低い銅及びモリブデン品位、弱い連続性などから、有望な鉱床の賦存する可能性は低いものとする。

#### 5-2 第2年次への提言

##### 5-2-1 フニン地区

本年度の調査結果から、第2年次調査について、次のことを提言する。

(1) フニン川鉱化帯東部とフォルツナ沢鉱化帯の中間部は、網状細脈及び鉱染状の銅に富む鉱化帯の賦存する可能性が高いため、今後も引き続きボーリング調査を実施し、鉱化状況を把

握するとともに鉱床の評価を行う。更に、地形条件から地表から深度300m以上の鉱化状況を解明することが望まれる。(Fig. 2)。

(2) また、既知鉱化帯として有望なベルデ沢鉱化帯についてもボーリング調査を実施し、フニン地区の鉱化状況を総合的に解明することが望まれる(Fig. 2)。

(3) フニン地区の鉱化帯は将来開発される可能性があり、開発に伴う影響が自然環境・社会環境へ及ぶことが予測されるため、フニン地区及び周辺地区を対象とした環境影響調査を実施することが望まれる。

#### 5-2-2 コジャッヘ地区

本年度の調査結果から、第2年次調査について、次のことを提言する。

本地区については、地区内に鉱化作用の存在が確認されているが、鉱化の範囲が限られていることと低品位であることから、有望な鉱床の賦存する可能性は低いものと考えられ、今後の調査の実施を見合わせる。



## 第 II 部 各論





## 第 II 部 各論

### 第1章 フニン地区

#### 1-1 ボーリング調査

##### 1-1-1 調査目的

調査目的は、フニン地区のフニン川東側鉍化帯及びフォルツナ沢鉍化帯において、地下深部の鉍化作用及び鉍化状況を確認することである。

##### 1-1-2 調査方法

地下深部の鉍化作用及び鉍化状況を確認するためフニン川東側鉍化帯において2孔（計画深度各300m）及びフォルツナ沢鉍化帯において2孔（計画深度各150m）の計4孔（計画深度計900m）のボーリング調査を実施した。ボーリング位置はFig. II-1-1に示す通りである。

##### （1）資機材の搬入及び設営作業

ボーリングの資機材は、ガルシアモレノ、チャグアヤクアルトを經由してフニン地区中央区域に設けたヘリコプター基地（フニン・ヘリコプター基地）まで車両による輸送を行った。フニン・ヘリコプター基地から各ボーリングサイトまでは人肩及び馬で運搬した。資機材運搬用道路及び食料補給用道路は、平成5年度フニン地域調査の時に造成した道路を全面改修することにより確保し、また新たに本年度各ボーリングサイトまでの資機材運搬用道路及び食料補給用道路を造成した。ボーリングサイトは、沢に近接した位置に選定され、作業用水は沢より直接採取した。

##### （2）掘進作業

掘進作業は、1994年10月23日から1994年12月16日の間に実施した。機材の搬入・解体・移設等の作業は日勤のみとし、掘進作業は2方交替制を採用した。掘進方法は、表土層を除きワイヤーライン工法を採用し、コアの採取率及び作業効率の向上に努めた。ボーリング機械の能力は、予定深度を延長することもあるため、予定深度に対して十分な掘進能力のあるL-38及びL-24を使用した。岩石中に著しい割れ目が発達し多量の湧水が認められたため、多段のケーシングを挿入すると共に、セメンテーションを実施した。コアは表土を除き、全コアを採取することに努めた。

ボーリング調査の掘進実績を Appendix 14に、掘進作業に係わる掘進工程を Appendix 15に、掘進資機材及び消耗品については Appendix 16に示す。

##### （3）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作業基地において掘進作業と並行して行い、縮尺200分の1の柱状図にまとめた(Appendix 17)。各種室内試験用試料は掘

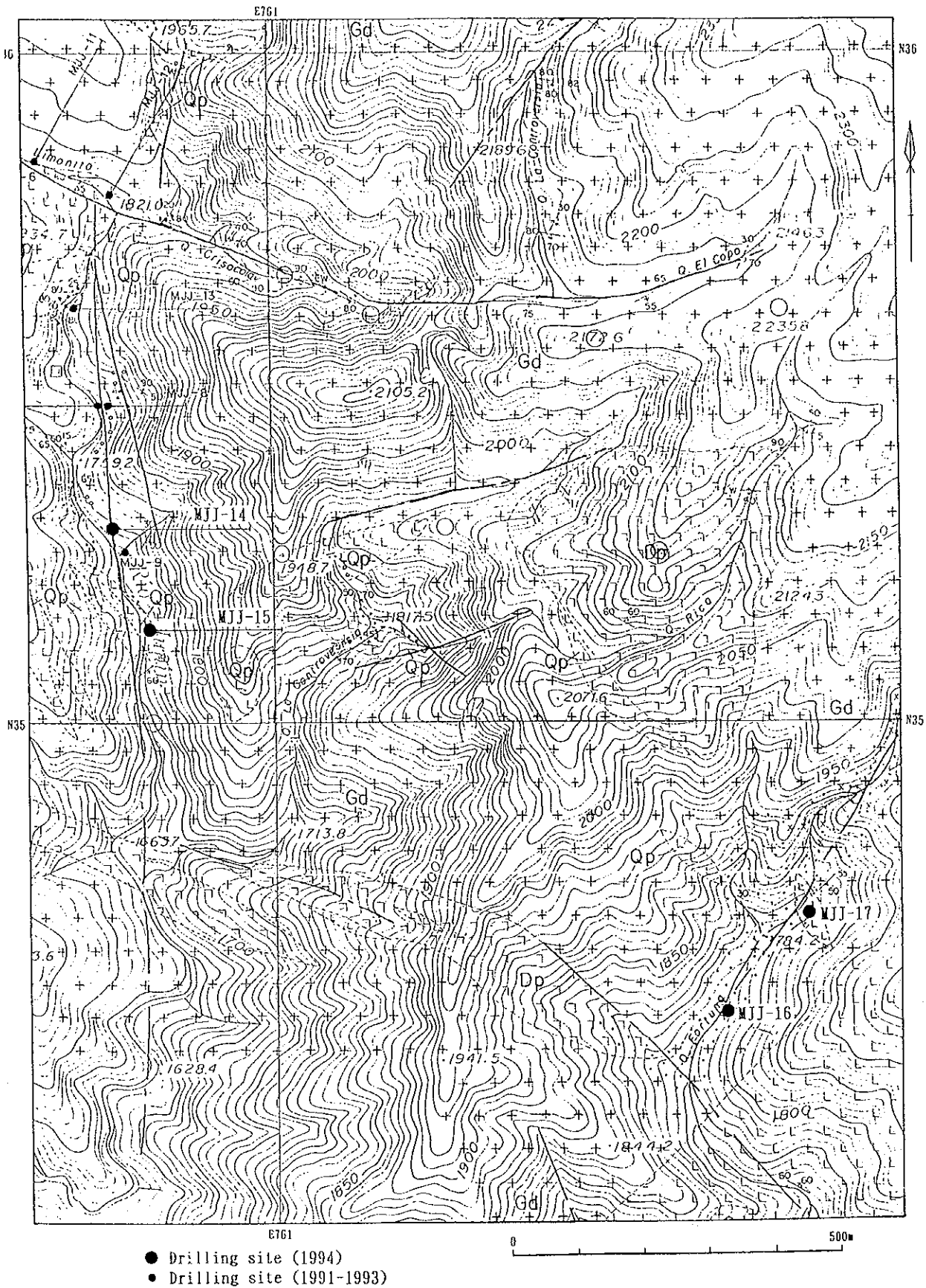


Fig.II-1-1 Location map of drill holes in the Junin area.

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した後採取した。鉍石分析用試料は、各鉍化帯について平均品位が得られる様に連続サンプリングしたコアを試料とした。

(4) 各ボーリング孔の調査実績

各ボーリング孔の諸元及び調査目的をTable II-1-1に示す。

Table II-1-1 Specification of holes in Junin

孔名	緯距	経距	標高	方向	傾斜	深度	目的
MJJ-14	N35.291	E760.755	1,737m	N90E	-45°	300.58m	フニン川鉍化帯の東方向への鉍化状況の確認
MJJ-15	N35.135	E760.805	1,710m	N90E	-45°	301.21m	同上
MJJ-16	N34.564	E761.687	1,769m	-	-90°	150.73m	フォルツナ沢鉍化帯の鉍化状況の確認
MJJ-17	N34.710	E761.815	1,797m	-	-90°	150.25m	同上

1-1-3 調査結果

各ボーリング孔の地質及び鉍化作用は、下記のとおりである。各ボーリング孔の地質と地表地質の関係をFig. II-1-2及びFig. II-1-3に示す。ボーリングコア地質柱状図の詳細についてはAppendix 17に示す。また、薄片鑑定結果はAppendix 1に、X線回折試験結果はAppendix 3に、鉍化部の鉍石分析結果はAppendix 4に各々示す。

(1) MJJ-14

本孔は花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩中を掘削した。花崗閃緑岩と斑岩の境界は明瞭であり、掘進方向に対して45°を示すことが多い。花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩は一般に緑泥石化、緑簾石化、絹雲母化しているが、鉍化部では珪化、絹雲母化が顕著になる。

黄鉄鉍、黄銅鉍、斑銅鉍は、割目に発達し、割目付近は珪化、絹雲母化している。珪化、絹雲母化の部分では鉍染状の黄鉄鉍、黄銅鉍、斑銅鉍が僅かに認められる。黄鉄鉍は浅部に発達するが深部では弱い。黄銅鉍、斑銅鉍は孔底まで発達する。一部に輝銅鉍、輝水鉛鉍が認められる。黄銅鉍、斑銅鉍が広く発達することが特徴である。

0 - 1.00 表土

1.00-147.70 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化、絹雲母化。

割目に黄鉄鉍、黄銅鉍、斑銅鉍、一部輝銅鉍が認められる。

珪化、絹雲母化の著しい部分には微細脈及び鉍染状の黄鉄鉍、黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍が発達する。

147.70-180.55 石英斑岩、緑泥石化、緑簾石化、絹雲母化。

割目に黄銅鉍、黄鉄鉍、斑銅鉍、一部輝銅鉍、輝水鉛鉍が認められる。

- 180.55-250.50 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化、絹雲母化。  
割目に黄銅鉱、斑銅鉱、一部輝銅鉱、輝水鉛鉱、鏡鉄鉱が発達。  
珪化、絹雲母化の著しい部分には微細脈及び鉱染状の黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱が発達する。
- 250.50-269.00 閃緑斑岩、珪化、絹雲母化、緑泥石化。  
鉱染状及び微細脈の斑銅鉱がある。  
石英脈に輝水鉛鉱が伴われる。
- 269.00-279.90 花崗閃緑岩、珪化、絹雲母化。  
割目に黄銅鉱、斑銅鉱が発達。
- 279.90-285.24 石英斑岩、珪化、絹雲母化、緑泥石化。  
割目に黄銅鉱、斑銅鉱が発達。
- 285.24-286.24 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化、絹雲母化。  
割目に黄銅鉱、斑銅鉱が発達。
- 286.24-298.50 石英斑岩、珪化、絹雲母化、緑泥石化。  
割目に黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱、鏡鉄鉱が認められる。
- 298.50-300.58 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化、絹雲母化。  
割目に黄銅鉱、斑銅鉱が発達。

鉱化部の鉱石分析（試料数314個）の結果、全分析コアのCu及びMoの平均品位は高い品位ではないが、深部に向かい品位が高くなる傾向を得た。分析品位を下記に示す。

全分析コアの平均品位；

深度1.00m-300.58m、コア長299.58m、Cu:0.29%、Mo:0.022%

高品位部；

深度12.00m-50.00m、コア長38.00m、Cu:0.31%、Mo:0.005%

深度119.00m-179.00m、コア長60.00m、Cu:0.33%、Mo:0.018%

深度207.00m-294.00m、コア長87.00m、Cu:0.41%、Mo:0.047%

## (2) MJJ-15

本孔は花崗閃緑岩及び石英斑岩中を掘削した。花崗閃緑岩と斑岩の境界は、掘進方向に対して45~30°を示す。花崗閃緑岩及び石英斑岩は一般的には緑泥石化、緑簾石化、絹雲母化しているが、鉱化部では珪化、絹雲母化が顕著となる。

黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱などは、花崗閃緑岩、石英斑岩中の割目に発達しその周辺は珪化、絹雲母化している。深度200.50m~254.72mの珪化、絹雲母化、緑泥石化した石英斑岩の鉱化は良好であり、割目に黄鉄鉱、黄銅鉱、一部斑銅鉱、輝銅鉱、輝水鉛鉱が発達する。

0 - 0.60 表土

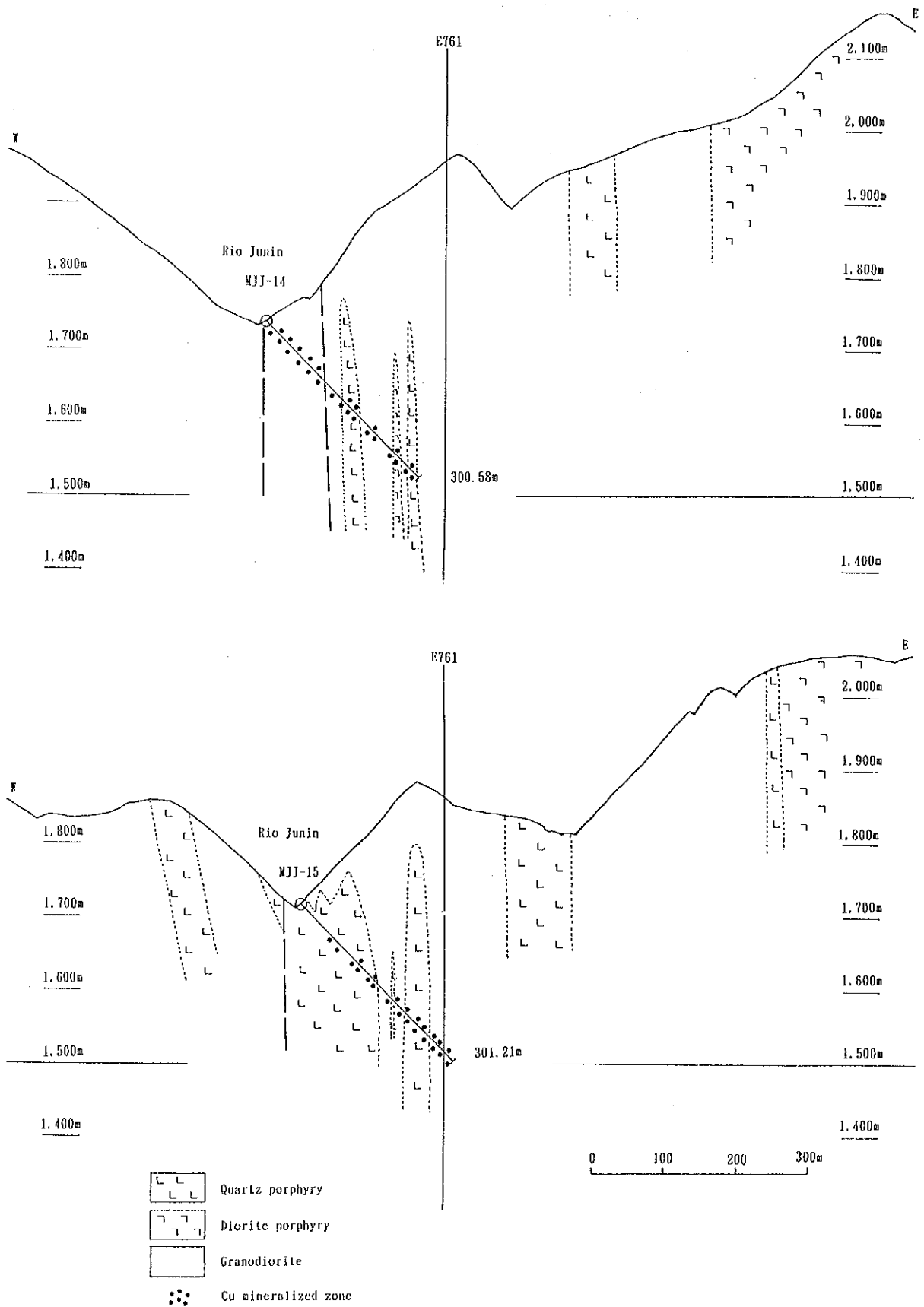


Fig. II-1-2 Geologic profiles around hole No. MJJ-14 and MJJ-15

- 0.60— 1.00 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化。
- 1.00—150.00 石英斑岩、緑泥石化、緑簾石化、珪化、絹雲母化。  
割目に黄鉄鉱が認められ、珪化、絹雲母化部で黄銅鉱発達。
- 150.00—173.55 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化。  
割目に黄鉄鉱が発達。珪化、絹雲母化の著しい部分には黄鉄鉱、黄銅鉱が認められる。
- 173.55—177.80 石英斑岩、珪化、絹雲母化、緑泥石化。  
割目に黄鉄鉱が発達。珪化、絹雲母化の著しい部分には黄鉄鉱、黄銅鉱が認められる。
- 177.80—200.50 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化、珪化、絹雲母化。  
割目に黄鉄鉱、一部黄銅鉱が発達。
- 200.50—254.72 石英斑岩、珪化、絹雲母化、緑泥石化。  
割目に黄鉄鉱、黄銅鉱、一部斑銅鉱、輝銅鉱、輝水鉛鉱が発達。
- 254.72—301.21 花崗閃緑岩、緑泥石化、珪化、絹雲母化。  
割目に黄鉄鉱、黄銅鉱、一部斑銅鉱が発達。

鉱化部の鉱石分析（試料数227個）の結果、全分析コアのCu及びMoの平均品位は著しく高い品位ではないが、深部の石英斑岩周辺で品位の高い鉱化部を得た。分析品位を下記に示す。

全分析コアの平均品位；

深度0.60m—301.21m、コア長300.61m、Cu:0.22 %、Mo:0.007%

高品位部；

深度183.00m—301.21m、コア長118.21m、Cu:0.41 %、Mo:0.016%

### (3) MJJ-16

本孔は花崗閃緑岩及び石英斑岩中を掘削した。花崗閃緑岩は緑泥石化、緑簾石化、絹雲母化している。石英斑岩では緑泥石化、緑簾石化、珪化、絹雲母化している。花崗閃緑岩、一部の石英斑岩で緑簾石化が強いことが特徴である。

黄鉄鉱が、花崗閃緑岩、石英中の割目に広く発達しているが、黄銅鉱、斑銅鉱は主として石英斑岩中に発達する。

- 0 — 3.29 表土
- 3.29— 44.70 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化、一部珪化、絹雲母化。  
割目に黄鉄鉱が認められ、一部で黄銅鉱発達。
- 44.70— 63.00 石英斑岩、珪化、絹雲母化。  
割目に黄鉄鉱、黄銅鉱発達。
- 63.00—109.30 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化。

割目に黄鉄鉱が認められ、一部で黄銅鉱発達。

109.30-150.73 石英斑岩、珪化、絹雲母化。

割目に黄鉄鉱、黄銅鉱発達。

鉱化部の鉱石分析（試料数148個）の結果、全分析コアのCu及びMoの平均品位は低い、深部の石英斑岩周辺で高い品位を得た。分析品位を下記に示す。

全分析コアの平均品位；

コア長144.60m、Cu:0.15%、Mo:0.001%

鉱化部品位；

深度 3.00 m-64.90 m、コア長61.90 m、Cu:0.08%、Mo:0.0005%

深度68.03 m-150.73m、コア長82.70 m、Cu:0.20%、Mo:0.0018%

#### (4) MJJ-17

本孔は石英斑岩及び花崗閃緑岩中を掘削した。花崗閃緑岩と斑岩の境界は、掘進方向に対して20°及び60°を示す。石英斑岩は緑泥石化、緑簾石化、珪化、絹雲母化している。花崗閃緑岩は緑泥石化、緑簾石化、絹雲母化している。

黄鉄鉱が、石英斑岩、花崗閃緑岩中の割目に広く発達していることが特徴であるが、黄銅鉱、斑銅鉱は主として石英斑岩中に発達する。

0 - 4.05 表土

4.05- 64.50 石英斑岩、緑泥石化、緑簾石化、珪化、絹雲母化。

割目に黄鉄鉱、黄銅鉱、一部輝銅鉱発達。

64.50-150.25 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化、絹雲母化。

割目に黄鉄鉱、黄銅鉱、輝銅鉱、一部輝水鉛鉱発達。

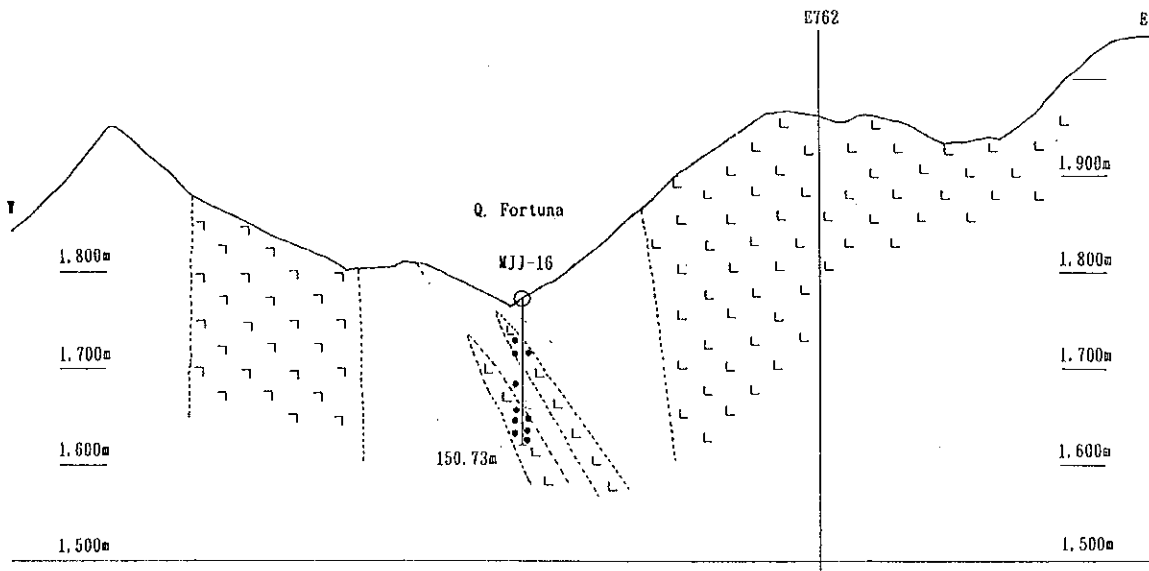
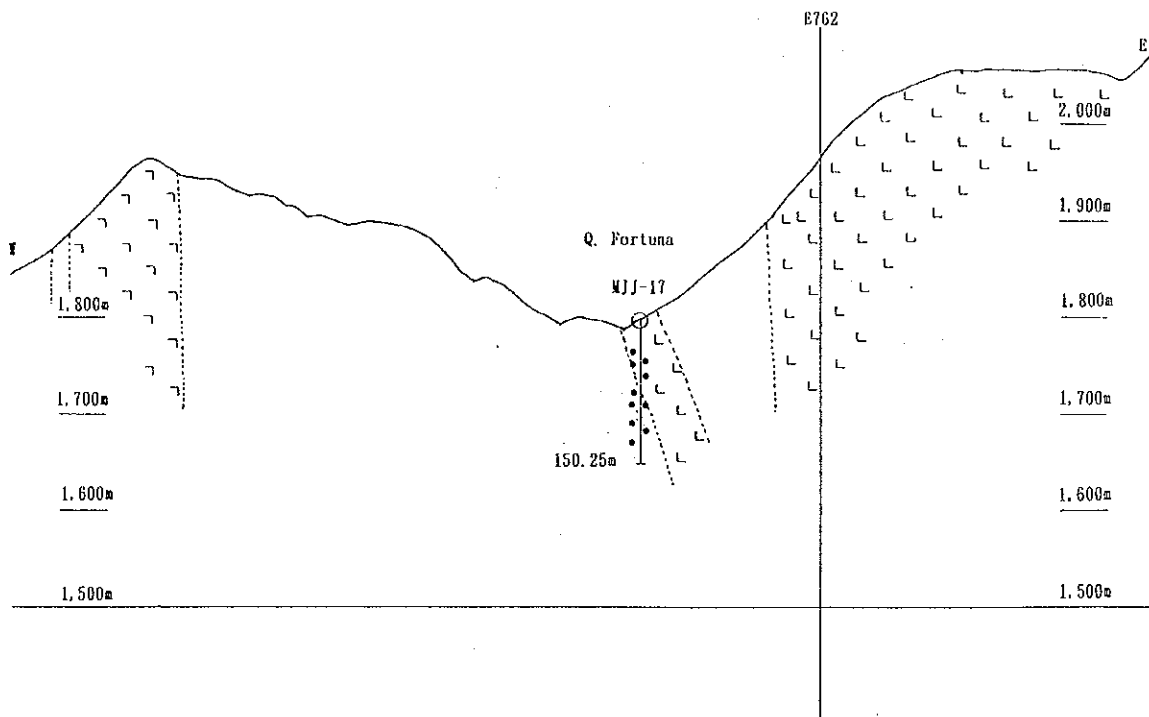
鉱化部の鉱石分析（試料数144個）の結果、全分析コアのCu及びMoの平均品位は良好であり、特に石英斑岩の周辺部で高品位を得た。分析品位を下記に示す。

全分析コアの平均品位；

深度4.05-150.25m、コア長146.20m、Cu:0.46%、Mo:0.019%

高品位部；

深度60.00 m-150.25m、コア長90.25 m、Cu:0.62%、Mo:0.027%



- L L Quartz porphyry
- r r Diorite porphyry
- Granodiorite
- Cu mineralized zone



Fig. II-1-3 Geologic profiles around hole No. MJJ-16 and MJJ-17



## 1-2 室内試験分析結果

### 1-2-1 地化学探査試料化学分析結果

平成4年度にフォルツナ沢付近において採取された地化学探査試料（岩石85個）に対して分析成分Ca, Na, K, Rb, Srの化学分析を実施した。化学分析結果をAppendix 6に示す。この分析結果と平成4年度に分析されたAg, Au, Cu, Mo, Pb, Znの分析結果を総合的に統計処理し、地化学異常について検討した。得られた基本統計値をAppendix 7に示す。また、単変量解析の結果と多変量解析（因子分析）の結果をFig. II-1-4に示す。

Ag, Au, Cu, Mo, Na, Rbの異常値は主としてフォルツナ沢中流に分布し、Ca, K, Pb, Sr, Znの異常値は下流及び東部に分布する。ファクター1の低い因子得点は主としてフォルツナ沢下流に、ファクター2の高い因子得点は散在して分布し、ファクター3の高い因子得点はフォルツナ沢中流に分布し、ファクター4の低い因子得点はフォルツナ沢下流及び東部に分布する。各ファクターに関係した成分は、下記の通りである。

ファクター1 ; Ca, K, Sr, Zn

ファクター2 ; Na, Rb

ファクター3 ; Ag, Au, Cu, Mo

ファクター4 ; Pb

ファクター3はCu, Moの鉱化に関係していると推定され、ファクター3の高因子得点の分布をみると主にフォルツナ沢中流に分布する。

### 1-2-2 ボーリングコア試料X線回折試験結果

平成5年度に実施されたボーリング調査のMJJ-10～MJJ-13のコアからX線回折試験用試料計60個（4孔×15個）を採取し、変質について検討した（Fig. II-1-5）。X線回折試験の結果をAppendix 3に示す。また、本年度実施されたMJJ-14～MJJ-17のコアに対しても126個の試料を採取し、X線回折により変質について検討した。X線回折試験の結果をAppendix 3に示す。

#### 1) MJJ-10

孔口から70m付近までは、フィリック変質帯を示す絹雲母-石英の組み合わせを主とし、深部では緑泥石-絹雲母-石英-斜長石の組み合わせとなる。

#### 2) MJJ-11

孔口から孔底まで絹雲母-石英-斜長石の組み合わせを主とするが、孔口から50m間にフィリック変質帯を示す絹雲母-石英の組み合わせが一部認められる。

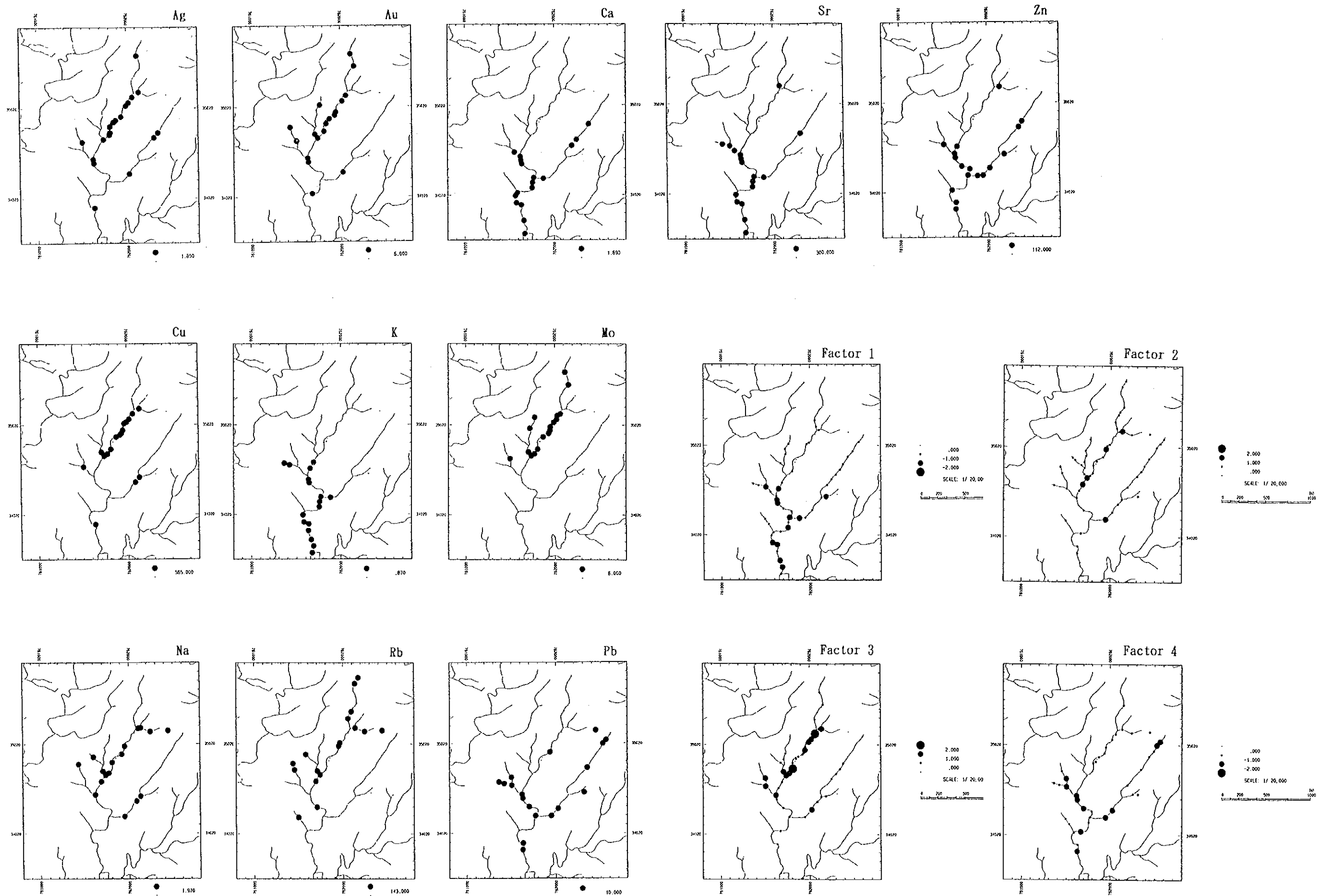
#### 3) MJJ-12

10m付近の絹雲母-石英の組み合わせを除き、孔底まで絹雲母-石英-斜長石-カリ長石の組み合わせである。

#### 4) MJJ-13







Geochemical Anomaly map of each elements

Results of Factor analysis

Fig. II-1-4 Geochemical anomaly map around Q. Fortuna.

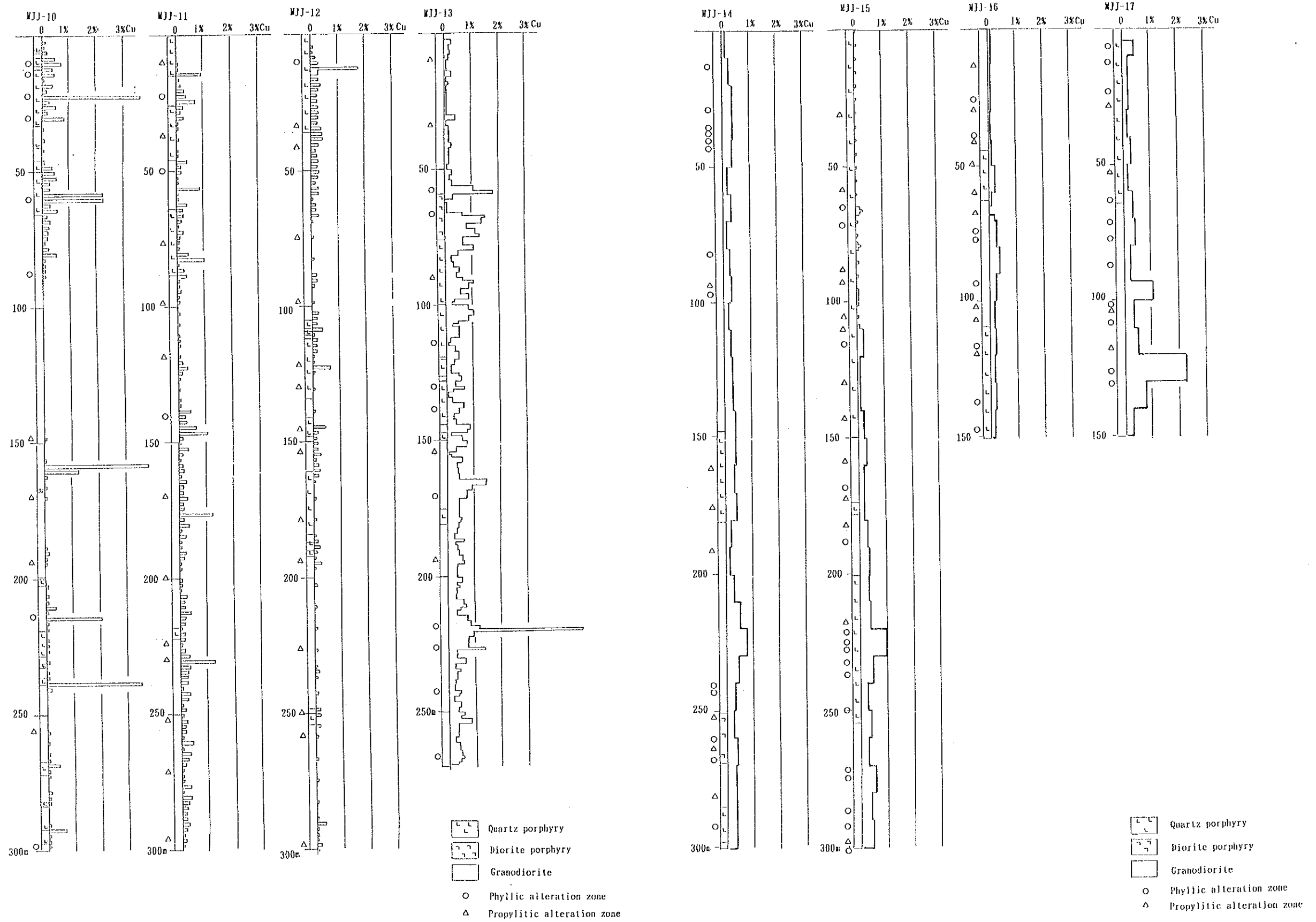


Fig. II-1-5 Results of ore assay and X-ray diffractive analysis of drill holes MJJ-10 to MJJ-17 in the Junin area.



孔口から50m付近までは絹雲母-石英-斜長石-方解石の組み合わせであるが、深部ではフィリック変質帯を示す絹雲母-石英の組み合わせが主となる。

5) MJJ-14

絹雲母-石英、絹雲母-石英-斜長石及び絹雲母-石英-斜長石-カリ長石の組み合わせが認められ、緑泥石及び方解石も検出されている。絹雲母-石英は変質部の組み合わせである。

6) MJJ-15

絹雲母-石英、絹雲母-石英-斜長石及び絹雲母-石英-斜長石-カリ長石の組み合わせが認められ、絹雲母-石英は変質部に相当する。

7) MJJ-16

絹雲母-石英及び絹雲母-石英-斜長石の組み合わせが変質部で認められ、緑泥石-絹雲母-石英-斜長石-カリ長石の組み合わせが花崗閃緑岩に認められる。

8) MJJ-17

絹雲母-石英の組み合わせを主とし、絹雲母-石英-斜長石の組み合わせも認められる。

### 1-2-3 ボーリングコア試料鉍石分析結果

平成5年度に実施されたボーリング調査のコアから鉍石分析用試料251個を追加採取し、鉍化状況について検討した(Fig. II-1-5)。分析成分は、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, Feの7成分であり、その化学分析結果をAppendix 4に示す。

1) MJJ-10

鉍石分析用試料27個を採取し、平均Cu品位0.15%が得られた。

2) MJJ-11

鉍石分析用試料32個を採取し、平均Cu品位0.13%が得られた。

3) MJJ-12

鉍石分析用試料58個を採取し、平均Cu品位0.23%が得られた。

4) MJJ-13

鉍石分析用試料134個を採取し、平均Cu品位0.45%が得られた。Cu品位0.8%以上の値は、主として石英斑岩及び閃緑斑岩中で得られた。

### 1-2-4 ボーリングコア試料流体包有物均質化温度測定

本年度実施したボーリング調査のMJJ-14~MJJ-17の4孔から8個の石英試料を採取し、流体包有物均質化温度測定を実施した(Appendix 5)。

1) MJJ-14

深度37.00m、82.40m、262.50mにて採取した計3個の試料を測定した結果、156°C~574°Cが得られた。傾向として深部に向かい温度が高くなる。

2) MJJ-15

深度162.50m、243.60m、294.75mにて採取した計3個の試料を測定した結果、284°C~

490 ° C が得られた。傾向として深部に向かい温度が高くなる。M J J - 1 4 の測定結果より高い温度を示す。

### 3) M J J - 1 6

深度9.00mにて採取した1個の試料を測定した結果、266 ° C ~ 436 ° C が得られた。M J J - 1 4 の深部の測定結果とほぼ同じ温度を示す。

### 4) M J J - 1 7

深度147.00mにて採取した1個の試料を測定した結果、269 ° C ~ 434 ° C が得られた。M J J - 1 6 の測定結果とほぼ同じ温度を示す。

## 1-3 考察

### 1-3-1 地質及び地質構造

フニン地区中央区域の地質は、アプエラ (Apuela) - ナネガル (Nanegal) パソリスに属する花崗閃緑岩 (Gd) と、これに貫入する岩脈状~ストック状の石英斑岩 (Qp) 及び閃緑斑岩 (Dp) からなる。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。石英斑岩の規模は岩脈では最大延長 400m、幅 150m で、ストックでは最大長径 250m である。分布は、リモニタ沢 (Q. Limonita) ~ エスカレラ沢 (Q. La Escalera)、ベルデ沢、コントロールベシア沢及びフニン川に集中する。閃緑斑岩ストックは本区域南東部に直径500 m の規模で分布する。K-Ar 法による放射性年代測定によれば、花崗閃緑岩は新第三紀中新世中期、斑岩類は新第三紀中新世後期の活動とされている (JICA/MMAJ, 1992)。

リニアメントに代表される地質構造には、NE-SW系及びNW-SE系が主として発達し、他にN-S系、NNE-SSW系及びE-W系がある。フニン川鉱化帯にはN-S系、NNE-SSW系が発達し、M J J - 1 4 及びM J J - 1 5 にて出現した破砕帯も同様な方向を示すものと推定される。

### 1-3-2 フニン川鉱化帯及びフォルツナ沢鉱化帯の鉱化作用

フニン川鉱化帯に対しては、フニン川東側への拡がりを確認するためにM J J - 1 4 及びM J J - 1 5 を実施し、その結果いずれの2孔も鉱化を捕捉し、フニン川東方深部へ鉱化が拡がっていることが判明した。鉱化は石英斑岩や閃緑斑岩の割目に珪化、絹雲母化を伴い黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱、一部輝銅鉱、輝水鉛鉱が発達するものである。M J J - 1 4 の鉱化の特徴は、黄鉄鉱が浅部に発達しているが深部では弱いこと、また黄銅鉱、斑銅鉱は浅部から深部に広く発達していることである。輝銅鉱が地下深部に存在することも特徴であり、鉱化作用が断層などの破砕帯に規制されていることが考えられる。石英斑岩や閃緑斑岩では珪化、絹雲母化が広い範囲に認められるが、花崗閃緑岩では一般的に緑泥石化、緑簾石化であり珪化、絹雲母化は割目付近に限られる。したがって、鉱化は石英斑岩や閃緑斑岩の活動に関連した珪化、絹雲母化と密接な関係にあり、また断層などに規制されていることが推定される。また、フニン川



化帯のフィリック変質帯は南東のコントロベルシア沢下流方向に伸びており、この変質帯がフォルツナ沢鉍化帯の変質帯と連続する可能性があると考えられる。

フォルツナ沢鉍化帯に対しては、M J J - 1 6 及び M J J - 1 7 を実施した結果、黄銅鉍、斑銅鉍が石英斑岩付近で発達すること、また黄鉄鉍が黄銅鉍、斑銅鉍よりも全体に広く発達している特徴が明かとなった。M J J - 1 6 の花崗閃緑岩、一部の石英斑岩では緑簾石が広く認められ、プロピライト化帯に近いことを示すものかもしれない。したがって、今後は M J J - 1 7 より上流の鉍化帯の鉍化状況を把握する必要がある。流体包有物均質化温度測定の結果、400 ° C 以上の測定値が多く得られた。この測定値はポーフイリーカップー鉍床のフィリック帯の温度測定値より少し高い値である。



## 第2章 コジャッヘ地区

### 2-1 地質調査

#### 2-1-1 調査目的

調査目的は、コジャッヘ地区のマグダレナ川鉍化帯周辺部において、有望地を抽出することである。調査範囲をFig. I-1-2 に示す。

#### 2-1-2 調査方法

地質踏査は、日本側とエクアドル側の調査員からなる調査班により実施された。踏査ルートは沢沿い、尾根沿い、物理探査測線沿いに設定され、踏査ルート延長は21 kmであった。踏査では露頭の観察を行うとともに鉍化帯など重要露頭ではスケッチ及び写真撮影を行った。観察結果は、縮尺1:5,000のルートマップに纏めた。また、岩石の採取を行い、顕微鏡観察、X線回折試験などによる詳細な記載を行い、鉍化帯では鉍石分析用試料を採取した。試料の採取位置はPlate II-2-1に示す。試料の室内試験結果は、Appendix 1、Appendix 2、Appendix 3、Appendix 5に示す。地質調査の結果は、縮尺1:5,000の地質図及び地質断面図にまとめた(Plate II-2-2, Plate II-2-3)。

#### 2-1-3 調査結果

##### (1) 地質及び地質構造

本調査地区の地質は、アプエラーナネガルバソリスに属する花崗閃緑岩(Gd)と、これに貫入する岩脈状の安山岩質斑岩(Ap)及び石英斑岩(Qp)からなる(Fig. II-2-1, Fig. II-2-2, Plate II-2-2, Plate II-2-3)。花崗閃緑岩は灰色を呈し中粒等粒状、一部斑状を示し、有色鉍物として黒雲母、角閃石を含む。場所により角閃石が認められないものもある。本地区北東部メリザン川支流では有色鉍物のすくない岩相もある。幅1~3 cmのアプライト岩脈が発達することもある。K-Ar法放射性年代測定によれば、花崗閃緑岩は新第三紀中新世中期である(JICA/MMAJ, 1992)。安山岩質斑岩は、本地区南東部と北西部のマグダレナ川支流、北部メリザン川支流、南西部のサンホアキン川支流に分布し、これらは緑灰色の石基中に数mmの斜長石を含むものである。石英斑岩は南西部のサンホアキン川支流に分布し、岩質はち密な石基中に2~5 mmの石英斑晶を含む。

リニアメントに代表される地質構造には、NE-SW系及びNW-SE系が主として発達する。西部のマグダレナ川でN-S方向、南西部のサンホアキン川沿いでNNE-SSW方向の断層破碎帯を確認した。

##### (2) 鉍徴・変質

本年度の地質調査の結果では、新たに確認された鉍徴は下記の通りであるが、いずれの鉍徴

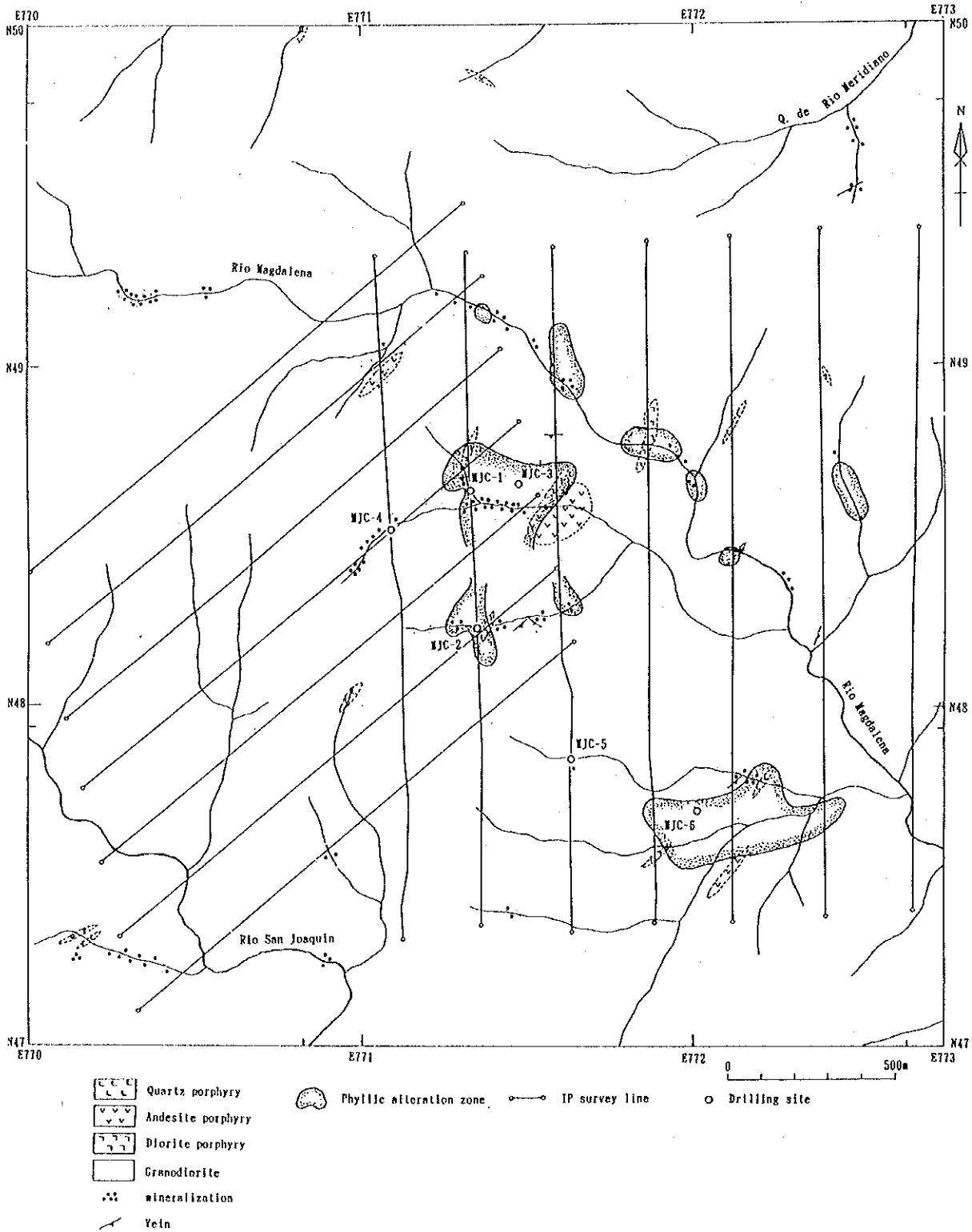


Fig. II-2-1 Geology, alteration and mineralization in the Cuellaje area.

Geologic Age		Ma	Igneous Activity	Mineralization and alteration			
Cenozoic	Quaternary	Holocene	<p>18.0 14.5 Gd</p> <p>←→ Dp to Ap</p> <p>←→ Qp</p>	<p>↔ Dissemination &amp; network type(Cu-Mo)</p> <p>↔ Vein type(Cu-Mo)</p> <p>↔ Acidic alteration</p>			
		Pleistocene					
	Tertiary	Neogene			Pliocene		
					Upper		
					Middle		
		Miocene			Lower		
					Upper		
					Lower		
		Oligocene			Upper		
					Lower		
		Paleogene			Eocene	Upper	
						Middle	
	Lower						
	Paleocene	Upper					
		Lower					
	Mesozoic	Cretaceous			Upper Cretaceous	<p>KM</p> <p>(Macuchi Formation uncropped out: xenolith in Gd)</p>	
					Maastrichtian		
					Campanian		
					Santonian		
					Coniacian		
Turonian							
Cenomanian							
Lower Cretaceous		Albian					
		Aptian					
		Barremian					
	Hauterivian						
	Valanginian						
Berriasian							

Fig. II-2-2 Generalized columnar section of the Cuellaje area.

も小規模なものである。鉍石分析結果をTable II-2-1に、X線回折試験結果をAppendix 3に示す。

#### 1) マグダレナ川鉍化帯の西部

MJC-4孔の沢の上流約250m間に分布する花崗閃緑岩中に鉍染状及び割れ目に沿って黄鉄鉍、黄銅鉍が見られる。鉍石分析の結果、銅は低品位で最高0.05%を示す。

#### 2) 北西部マグダレナ川上流

約200m間の花崗閃緑岩中に黄鉄鉍、黄銅鉍、斑銅鉍が割れ目に沿って、また一部鉍染状に認められる。鉍石分析の結果、銅は低品位で最高0.14%である。

#### 3) 南西部サンホアキン川支流

約300m間の花崗閃緑岩中に黄鉄鉍、黄銅鉍が割れ目に沿って、また一部鉍染状に観察される。本鉍徴の西端の安山岩質斑岩にも黄鉄鉍、黄銅鉍の鉍染が観察された。銅は、低い品位であり最高0.05%を示す。

#### 4) 北東部メリヂアノ川支流

約400m間の花崗閃緑岩中に黄鉄鉍の鉍染状、割れ目に沿って黄鉄鉍、黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍が認められる。鉍石分析の結果、幅10cmでCu品位13.75%と高い品位が得られた。割れ目に沿って珪化、絹雲母化が観察され、この変質部では珪孔雀石の存在により最高Cu品位2.12%と高い値が得られた。割れ目の卓越する方向はNE-SW方向である。

X線回折試験による変質についての検討結果、花崗閃緑岩中では主として緑泥石-石英-斜長石及び絹雲母-石英-斜長石の組み合わせである。絹雲母-石英の組み合わせは検出されなかった。また、風化によると考えられるカオリナイトが多く検出された。

### (3) 流体包有物均質化温度測定結果

コジャッヘ地区の試料10個について流体包有物均質化温度測定を実施した(Appendix 5)。測定対象鉍物は、岩石及び石英脈中の石英である。

#### 1) 測定方法

加熱・冷却ステージとしてLinkam社製TH600RH及びコントローラーを使用した。一つの試料から5~6個のチップを用いた。

#### 2) 測定結果

均質化温度測定の結果、石英脈中の石英粒子では166~477°Cが得られた。均質化温度の最高値477°Cは、マグダレナ川支流、MJC-4の上流で得られた。次に高い値は、メリヂアン川支流で得られ406°Cを示した。高い値は、主要鉍徴付近に位置する。岩石中の石英粒子では110~453°Cが得られ、大部分の試料の最高値は、400°C以上を示す。

### 2-1-4 考察

本年度の地質調査はマグダレナ川鉍化帯の周辺部を対象に実施されたが、調査結果では、花崗閃緑岩が広く分布し、小規模な安山岩質斑岩及び石英斑岩が僅かに貫入しているという地質

Table II-2-1 Results of ore assay in the Cuellaje area.

Ser. No.	Sample NO.	Location		Rock name, description	Sampling width(m)	Au g/t	Ag g/t	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Mo ppm	Fe %
		N	E									
1	C1301	49.901	772.595	Gd, diss, Py, Cp	0.50	<0.1	<0.1	201	12	32	2	2.19
2	C1302	49.834	772.537	Gd, diss, Py, Cp	0.30	<0.1	<0.1	203	10	10	4	0.87
3	C1304	48.522	771.089	Gd, diss, Py, Cp	1.00	<0.1	<0.1	413	9	29	11	2.06
4	C1305	48.522	771.089	Gd, diss, Py, Cp	1.00	<0.1	<0.1	206	9	20	19	2.39
5	C1309	47.932	770.959	Qv, diss, Py, Cp	0.10	<0.1	4.5	578	31	28	46	6.24
6	C1311	49.693	772.473	Gd, film, Py, Cp	1.00	<0.1	0.6	973	7	38	15	2.17
7	C1312	49.693	772.473	Qv, film, Py, Cp	0.15	<0.1	26.7	12361	11	41	1950	10.74
8	C1313	49.660	772.445	Gd, diss, Py, Cp	1.00	<0.1	0.6	215	8	24	153	2.63
9	C1314	49.660	772.445	Gd, diss, Py, Cp	1.00	<0.1	1.1	519	20	23	17	2.85
10	C1315	49.642	772.467	Gd, film, Lm	1.00	<0.1	2.6	507	13	14	59	2.10
11	C1316	49.539	772.472	Gd, diss, film, Py, Lm, Cp, Cc, Bo, Mc	1.00	<0.1	9.4	21242	11	31	1869	5.20
12	C1317	49.539	772.472	Gd, diss, film, Py, Lm, Cp, Cc, Bo, Mc	1.00	<0.1	9.9	8126	38	59	655	27.67
13	C1318	49.539	772.472	Gd, diss, film, Py, Lm, Cp, Cc, Bo	1.00	<0.1	4.0	1721	11	22	667	2.84
14	C1319	49.539	772.472	V, Py, Lm, Cc, Bo	0.10	<0.1	55.6	137538	36	271	1204	26.66
15	C1320	49.519	772.499	Gd, diss, film, Py, Lm, Cp, Bo	1.00	<0.1	3.3	7085	13	50	361	1.56
16	G1302	47.262	770.884	Gd, diss, Py, Cp	0.50	<0.1	<0.1	312	7	35	2	2.54
17	N1302	47.520	772.305	Gd, Qv, film, Lm	0.80	<0.1	0.3	249	7	8	3	1.03
18	N1303	47.389	772.690	Qv, diss, Py, Lm	0.50	<0.1	1.0	1245	11	30	10	2.39
19	N1316	49.215	770.545	Gd, Qv, film, Py, Lm, Cp, Bo, Mc	1.20	<0.1	0.2	721	9	24	7	2.60
20	S1301	47.400	771.449	Gd, diss, Py, Cp	0.50	<0.1	1.4	804	11	69	9	3.27
21	S1302	49.201	770.402	Gd, film, Py, Cp Bo	0.50	<0.1	<0.1	472	9	16	5	1.47
22	S1304	49.213	770.305	Gd, diss, Py, Cp Bo	1.00	<0.1	0.1	1459	9	18	13	1.72
23	S1308	49.596	771.584	Gd, film, Py, Cp	0.10	<0.1	<0.1	189	9	13	7	0.97
24	S1311	47.259	770.371	Gd, diss, Py	1.00	<0.1	0.2	436	9	33	47	2.30
25	S1312	47.276	770.312	Gd, diss, Py	1.00	<0.1	0.2	165	35	117	6	2.29
26	S1319	47.265	770.115	Gd, diss, Py, Lm	1.00	<0.1	6.9	519	60	31	179	8.22
27	S1320	47.290	770.776	Ft, diss, Py	0.50	<0.1	2.7	272	28	58	127	7.11
28	S1321	47.240	770.424	Gd, diss, Py, Lm	1.00	<0.1	<0.1	159	14	63	4	1.99

Gd:granodiorite, Qv:quartz vein, Ft:fault, diss:dissemination

Py:pyrite, Cp:chalcopyrite, Lm:limonite, Bo:bornite, Cc:chalcocite, Mc:malachite

である。花崗閃緑岩は、緑泥石化が主である。鉱徴はマグダレナ川支流鉱化帯の西部・北西部、マグダレナ川上流・南西部サンホアキン川支流・北東部メリヂアノ川支流などで観察されたが、珪化、絹雲母化の発達は割れ目付近のみであり、広い発達は認められず、大規模な鉱化に関連しているという可能性は小さいと考えられる。X線回折でもフィリック変質を示す絹雲母-石英の組み合わせは検出されなかった。北東部メリヂアノ川支流の鉱徴では割れ目に斑銅鉱、輝銅鉱が顕著に濃集している部分が観察され、高いCu品位が得られたが、その規模は小さいものである。均質化温度測定の結果は、主な鉱化帯の付近ではやや高い均質化温度を示すが、ポーフリーカッパー鉱床のフィリック変質帯の測定値にほぼ相当する値が得られた。

本年度の地質調査の結果では、マグダレナ川鉱化帯周辺部には有望な鉱床賦存の可能性は低いものと考察される。



## 2-2 地化学探査

### 2-2-1 調査目的

調査目的は、コジャッヘ地区のマグダレナ川鉱化帯周辺部において、有望地を抽出することである。

### 2-2-2 調査方法

地質踏査ルートに沿って岩石試料を採取し、Ag, Au, Ca, Cu, Fe, K, Mo, Na, Pb, Rb, S, Sr, Znの13成分について地化学異常を検討する。試料採取位置をPlate II-2-1に示す。岩石の採取は露頭の数箇所から計1kgを採取し、これを乾燥、鉄鉢による粉碎の後、100gを分析に供した。化学分析は、大手開発株式会社地科学試験所にて実施した。統計処理及び解析では、本年度の調査範囲が平成4年度調査範囲を取り囲み設定されている(Fig. I-1-2)ので、平成4年度の調査範囲の試料を含めてコジャッヘ地区全体の地化学異常を検討することとした。

### 2-2-3 調査結果

#### (1) 化学分析結果

本年度調査範囲から岩石224個を対象に13成分(Ag, Au, Ca, Cu, Fe, K, Mo, Na, Pb, Rb, S, Sr, Zn)の化学分析を実施した。また、平成4年度の岩石試料206個についても5成分(Ca, K, Na, Rb, Sr)の化学分析を実施した。化学分析結果をAppendix 8に示す。

#### (2) 統計処理結果

化学分析値をコンピューターに入力し、統計処理した。処理の際、検出限界値以下の場合は検出限界値の半分の値を用いた。統計処理結果をAppendix 9及びAppendix 10に示す。

#### (3) 単変量解析結果

異常を求めるしきい値の決定は、EDA法(Exploratory Data Analysis, Kurzul, H, 1988)により行った。各成分のヒストグラムをAppendix 10に示す。これらから、しきい値はupper whiskerの値を用い、各成分の異常値の分布を求めた(Fig. II-2-3)。各成分の異常の特徴は、下記となる。

Ag; 0.3 ppm以上を異常とすると、マグダレナ川中流及びメリヂアン川上流に異常値が集中して分布する。

Au; 5 ppb以上を異常とすると、マグダレナ川中流及びメリヂアン川上流に異常値が集中して分布する。

Ca; 3.03%以上を異常とすると、地区周辺部に異常値が分布する。

Cu; 536 ppm以上を異常とすると、マグダレナ川中流及びメリヂアン川上流に異常値が集中して分布する。

Fe; 3.29%以上を異常とすると、地区周辺部に異常値が分布する。

K; 1.04%以上を異常とすると、マグダレナ川中流、地区南部及びメリヂアン川上流に異常

値が分布する。

Mo ; 3 p p m以上を異常とすると、地区全体に分散して異常値が分布する。

Na ; 2.62%以上を異常とすると、マグダレナ川上流、地区南部、サンホアキン川及びメリヂアン川上流に異常値が集中して分布する。マグダレナ川中流付近は低い値である。

Pb ; 16 p p m以上を異常とすると、マグダレナ川中流を除く範囲に異常値が分布する。

Rb ; 53 p p m以上を異常とすると、地区全体に分散して異常値が分布する。

S ; 0.034 %以上を異常とすると、地区全体に分散して異常値が分布する。

Sr ; 478 p p m以上を異常とすると、地区全体に分散して異常値が分布する。

Zn ; 60 p p m以上を異常とすると、マグダレナ川中流を除く範囲に異常値が分布する。

#### (4) 多変量解析結果

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、各試料の分析値から元素と鉍化作用あるいは岩石との関連性を検討した。因子分析では関連するとされる元素の集まりが各試料中にどれだけ共有されているかを示す因子得点を求めた。

因子分析の結果、次のように関連する元素の集まりが4つ得られた。

ファクター1 ; Ca, Na, Sr

ファクター2 ; Fe, Pb, Zn

ファクター3 ; Ag, Au, Cu, Mo, S

ファクター4 ; K, Rb

ファクター1は、変質を示す集まりと考えられるが、因子得点では傾向が得られない。ファクター2は、鉍化帯の周辺を示す集まりと推定される。ファクター3は、銅及びモリブデンの鉍化作用に関係した集まりと推定される。ファクター4はカリウム変質を示す集まりと推定される。これらのファクターの因子得点の分布(Fig. II-2-4)を見ると、ファクター3は、鉍徴の認められるマグダレナ川中流及びメリヂアン川支流に、またファクター2は地区の周辺部に高い因子得点が分布する。これらから、ファクター3の高因子得点の区域が銅・モリブデン鉍化作用に関連した異常区域と考えられ、コジャッへ地区の地化学異常帯とし、Fig. II-2-4に示す。

#### 2-2-4 考察

地化学探査の結果と地質との関係を検討すると、Ag, Au, Cu, Mo, Sの異常値の分布域及びファクター3の高い因子得点分布域は、主にマグダレナ川中流域とメリヂアン川上流に位置し、その他の地区周辺部には異常値及び高い因子得点が得られていない。マグダレナ川中流域には黄鉄鉍、黄銅鉍などの鉍化作用を示すマグダレナ川鉍化帯が知られており、この鉍化帯を反映したものと考えられる。また、メリヂアン川上流域には小規模なNE-SW方向の脈及び黄鉄鉍、黄銅鉍が認められ、これを反映したものと推定される。したがって、マグダレナ川鉍化帯周辺にはメリヂアン川上流域の小規模な異常が新たに認められたのみであり、有望な銅・モリブデンの鉍化作用の存在する可能性は低いものと考えられる。



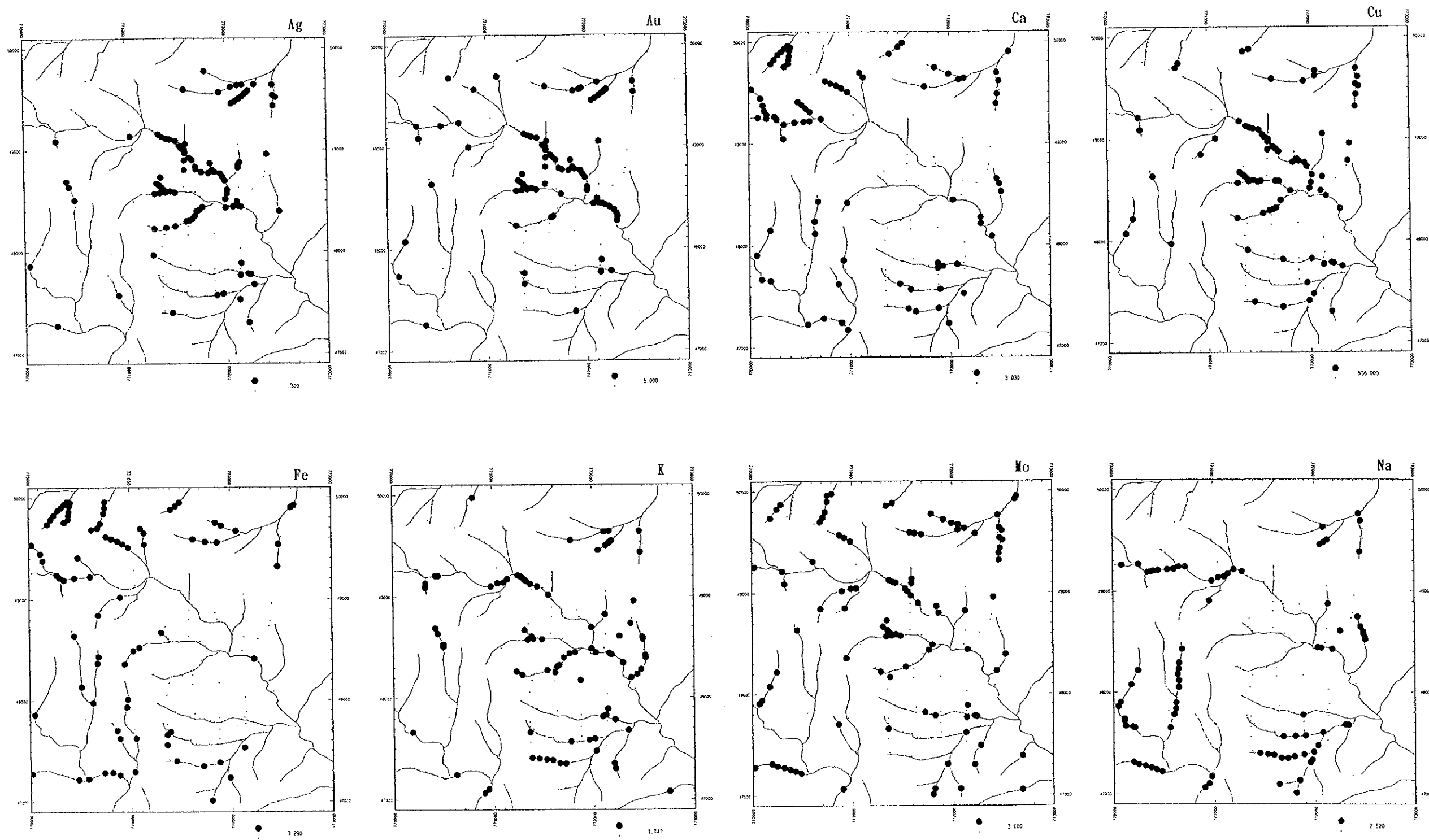


Fig. II-2-3 Geochemical anomaly map in the Cuellaje area.

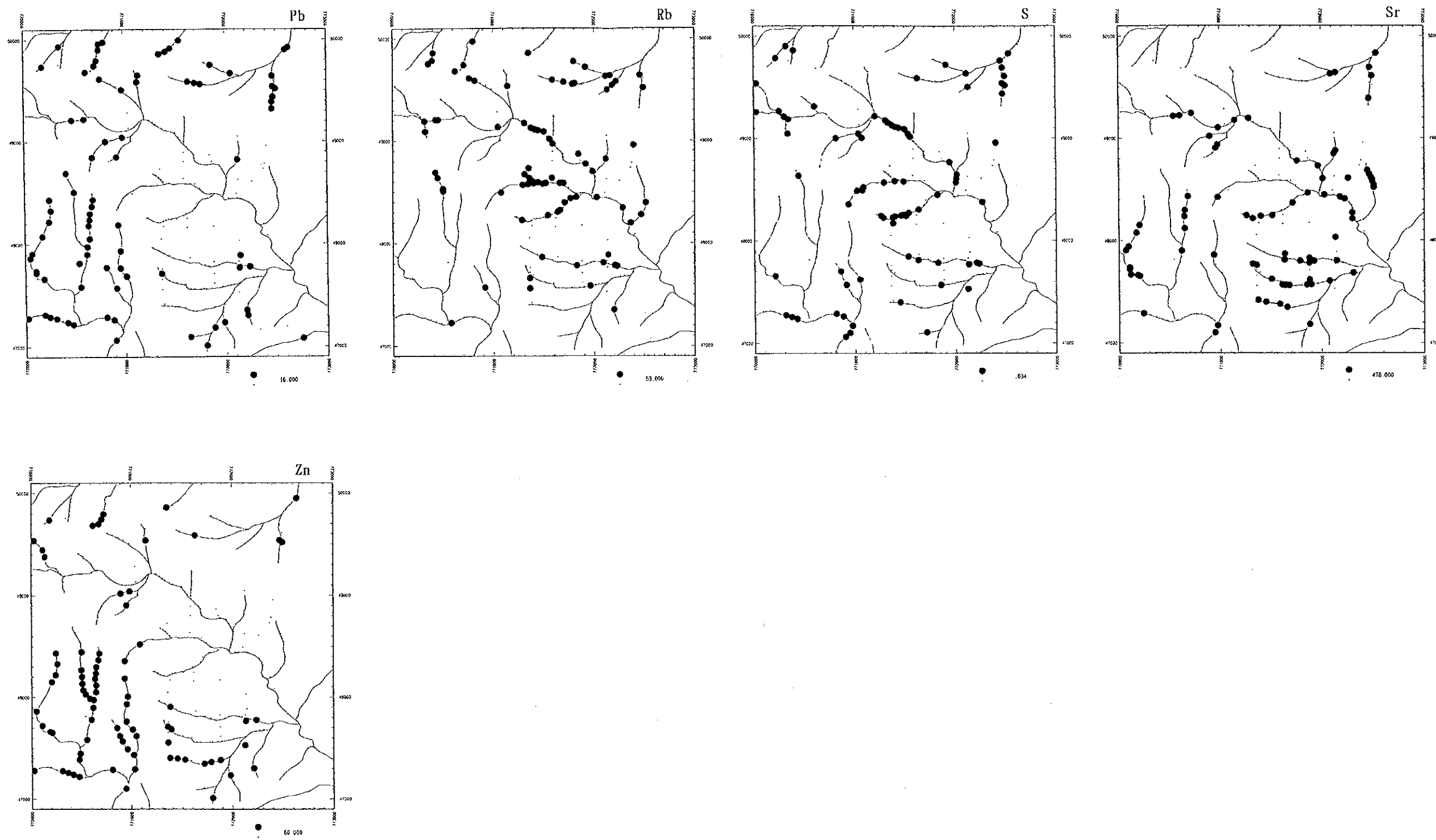


Fig. II-2-3 Geochemical anomaly map in the Cuellaje area.

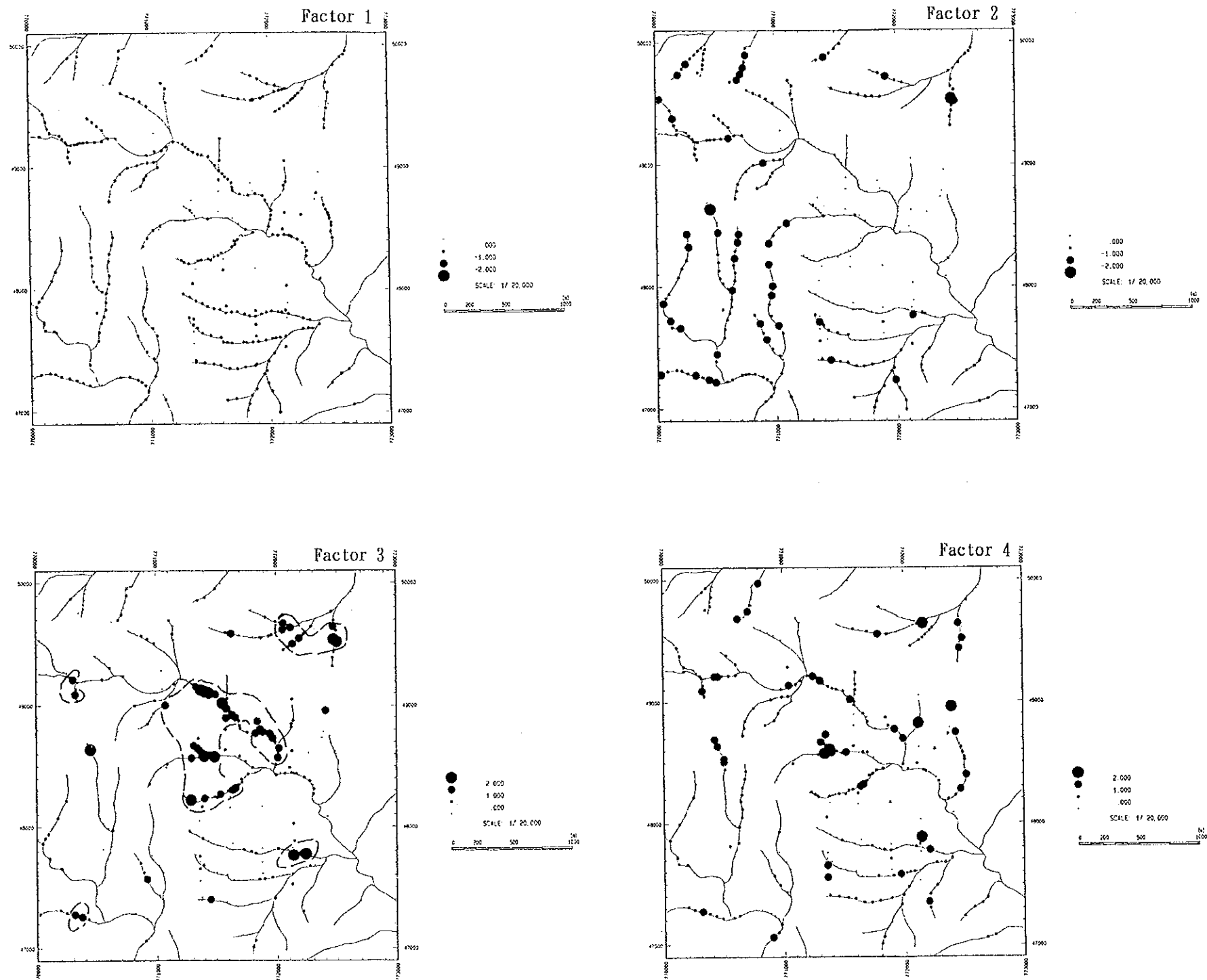


Fig. II-2-4 Results of Factor analysis in the Cuellaje area.



## 2-3 物理探査

### 2-3-1 調査目的

調査目的は、コジャツへ地区のマグダレナ川鉱化帯の西方における地下深部の異常帯の連続性を把握するとともに、地質調査により確認された鉱化帯や地化学探査異常との関係を明確にすることである。

### 2-3-2 調査方法

調査方法は、周波数領域のIP法電気探査であり、3.0 Hz及び0.3 Hzの2種類の周波数を用いた。電極配置は双極子(Dipole-dipole)型電極配置とし、電極隔離係数 $n = 1 \sim 5$ まで測定した。

測線は、調査地区の地質構造を考慮し、測線長1,700mの測線をNE-SW方向に測線間隔200mで7測線(南側より測線JC8~JC14)設定した。また、電位電極間隔は水平距離で100m間隔に設定し、測点番号は南西端より0, 0.5, 1.0, 1.5...17と50m毎に番号を付した。また、本調査地区の東側では平成4年度にIP法が実施されており一部が重複している(測線JC6、JC7)。測線の位置をFig. II-2-5に示す。

本調査に用いた測定機器を下記に示す。

Equipment	Model	Specification	Quantity
IP Transmitter	CH-8104T	2.5A, 800V	1
IP Receiver	CH-8104R		1
IP Checker	522A		1
Engine Generator	GPU-2000	2kw, 150V, 400Hz	1
Transceiver	ICB-87	0.5W	6

### 2-3-3 解析方法

解析方法の手順をFig. II-2-6に示す。

#### 1) 比抵抗・PFEの算出

一对の電流電極( $C_1, C_2$ )より大地に3.0 Hzの電流( $I_{AC}$ )を供給し、他の一对の電位電極( $P_1, P_2$ )にて電位( $V_{AC}$ )を測定する。

このときの大地の見掛比抵抗 $\rho_{AC}$ は、次式により算出される。

$$\rho_{AC} = K \cdot \frac{V_{AC}}{I_{AC}} \quad (\Omega \cdot m)$$



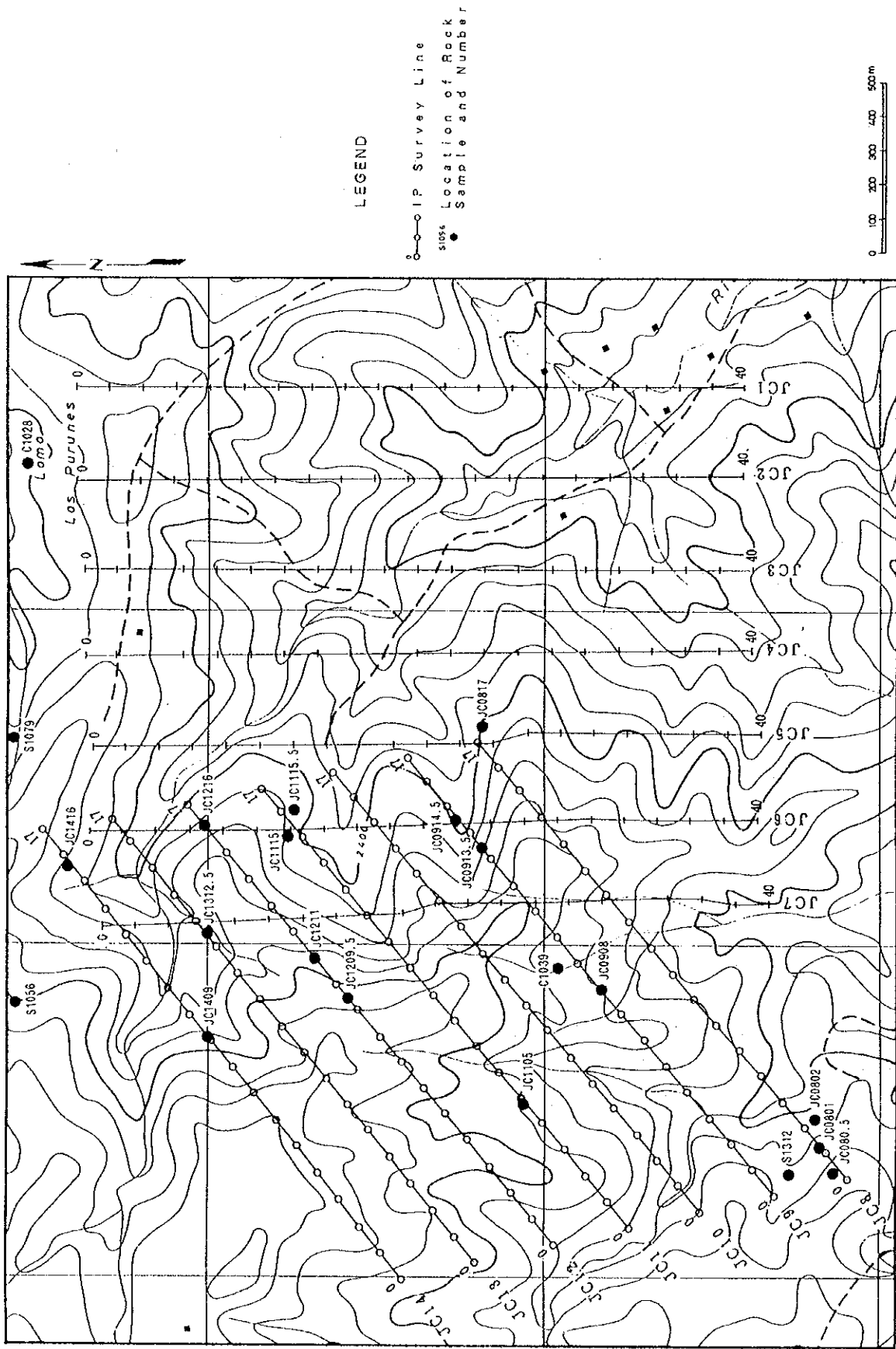


Fig. II-2-5 Location of IP survey lines and rock samples in the Cuellaje area.

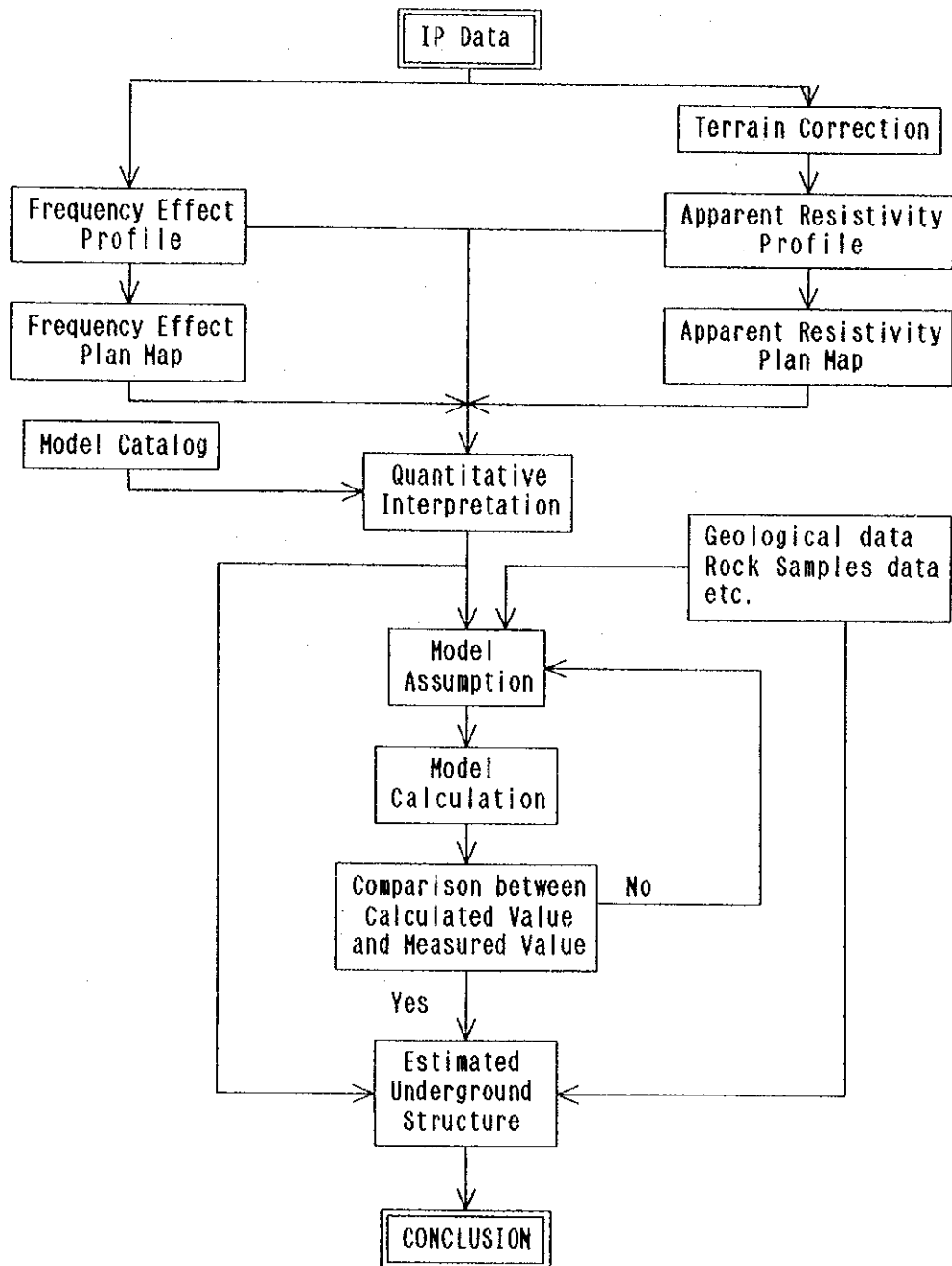


Fig. II-2-6 Flow chart of IP data analysis.

ここに、Kは各電極の配置により定まる係数で次式で与えられる。

$$K = 2\pi / \left( \frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_1} + \frac{1}{C_2 P_2} \right)$$

また、PFEは3.0 Hzの電流を大地に流し、受信機により電位 $V_{AC}$ を測定した後、電流値を一定にして周波数を0.3 Hzに切替えることにより受信機で直読することができる。すなわち、見掛比抵抗の周波数による変化率として、次式で算出される。

$$PFE = \frac{V_{DC} - V_{AC}}{V_{AC}} \times 100 = \frac{\rho_{DC} - \rho_{AC}}{\rho_{AC}} \times 100 \quad (\%)$$

以上の式によって求めた見掛比抵抗及びPFEは、便宜上、各電極系の中点を結ぶ直線を底辺とする直角2等辺三角形の頂点に表示される。しかし、この表示法は必ずしも表示点に異常源が存在することを示すものではない。したがって、この表示法により作成される断面図を擬似断面図と称する。

### (2) 地形補正

見掛比抵抗の算出では、電極を無限平面に配置したものとして電極配置係数を仮定しているため、大地が電氣的に均質であっても算出された見掛比抵抗は、地形起伏による影響を受けている。IP法のダイポール・ダイポール型電極配置では、谷地形の場所では見掛比抵抗が低く、山地形では高く検出される。一方、PFEは見掛比抵抗の周波数による変化率であるため、地形起伏による影響は受けない。

本区域では、地形が急峻で起伏に富んでいるため、全測線に2次元の有限要素法による地形補正を施し、補正した見掛比抵抗値を用いて断面図及び平面図を作成した。

### (3) 室内物性試験

地表で測定された物理量は、地下の岩体及び鉱床の真の物性を表すことは少ないため、見掛比抵抗及びPFEを解析して地下構造を推定するためには、調査地内に分布する岩石の真の比抵抗及びPFEを室内物性試験によって知ることが必要である。

地表から採取した岩石試料は直方体に整形し、自然状態に近付けるため10日間蒸溜水に浸して含水飽和状態にした。

岩石試料の比抵抗( $\rho$ )は次式によって求められる。

$$\rho = \frac{a_1 \times a_2}{\ell} \times \frac{V}{I}$$

$\ell$  : 岩石試料の長さ  
 $a_1, a_2$  : 岩石試料の辺長  
 $V$  : 電位差  
 $I$  : 電流値

また、P F E値は 3.0 Hz と 0.3 Hz の2種類の周波数の電流を流すことによって求められる。

#### 4) シミュレーション解析

I P法の解析には、基本モデルによる見掛比抵抗分布やP F E分布を参考としながら断面図及び平面図を定性的に解析する定性解析及び推定地下構造モデルを作成し、その理論値を計算する定量解析が用いられる。この定量解析を一般に(モデル)シミュレーション解析と称する。地質構造、基本モデル・パターン及び岩石試料物性測定値を参考として推定地下構造モデルを作成し、このモデルに対する見掛比抵抗とP F Eの理論値を計算する。次に、この理論値と測定値を比較しモデルを修正する。この作業を繰返し行い、理論値を測定値に近似させて最適地下構造を推定する。

### 2-3-4 調査・解析結果

#### (1) 室内物性試験結果

調査地域より採取した24個の岩石試料を用い比抵抗、P F E値を測定した。岩石試料の採取位置をFig. II-2-5に、測定結果をAppendix 11に示す。

岩石試料の比抵抗値は、203 ~ 53,078  $\Omega \cdot m$ の範囲に分布し、鉱化変質の及ばない試料および鉱化変質の弱い試料は10,000  $\Omega \cdot m$ 以上となり、鉱化変質の強い試料は4,000  $\Omega \cdot m$ 以下の比抵抗となる。P F E値は 0.2~9.1 %の範囲に分布しており、比抵抗値が低く鉱化作用の弱い試料はP F E値が低く、比抵抗値が高い試料および鉱化・変質作用の強い試料はP F E値が高くなる傾向が見られた。

鉱化作用や変質作用について検討すると以下の通りである。

鉱化変質が強く黄鉄鉱を含む試料ほど低比抵抗・高P F Eとなり、鉱化作用が弱い程高比抵抗・中P F Eとなる傾向にある。高比抵抗・中P F E側に未鉱化及び褐鉄鉱化の試料が分布する。以上から、本区域に分布する岩石は、粘土化・緑泥石化・黄鉄鉱鉱染により低比抵抗化・高P F E化し、珪化・褐鉄鉱化によって高比抵抗化・低P F E化していると考えられる。

#### (2) 見掛比抵抗分布及びP F E分布

本調査地域の見掛比抵抗及びP F Eは、平成4年度に実施された結果を以下にまとめ同様の分類とした。また測線が一部重複することからデータのコンパイルを行い見掛比抵抗分布及びP F E分布の解析に使用し、8箇所/IP異常帯が抽出された(Fig. II-2-7)。

見掛比抵抗値： 650  $\Omega \cdot m$ 以上を高見掛比抵抗、250 ~ 650  $\Omega \cdot m$ を中見掛比抵抗、250  $\Omega \cdot m$ 未満を低見掛比抵抗とする。

P F E値： 7.0%以上を高P F E、5.0 ~ 7.0%をやや高P F E、3.0 ~ 5.0%を中P F E、3.0%未満を低P F Eとする。

#### 1) P F E分布

5%以上の分布は、調査地域の北部、中央部及び南部に分布し、まとまりのある異常帯を形成している。北部異常帯(A、C)は、北~北西方向に広がる傾向にあり、深部では減衰

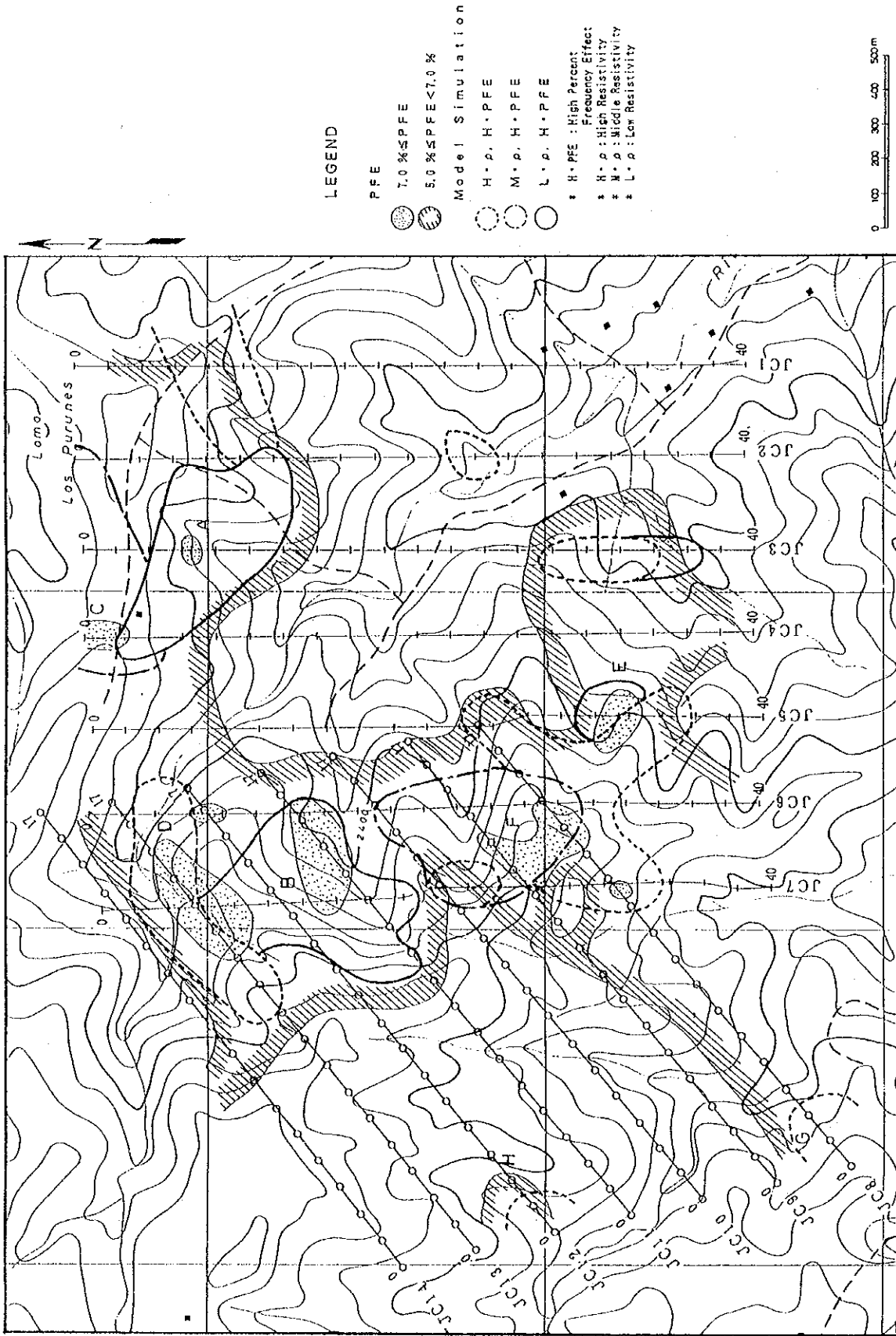


Fig. II-2-7 Plane map of PFE and model simulation.

し北東部に分布する。中央部異常帯（B、D、F）では高PFEの分布域が広く深部では北西方向に伸びる。南部異常帯（E、G）は、南西方向にやや高PFEで広がる傾向を示すが顕著な異常帯でない。西部異常帯（H）は小規模で不明瞭である。

## 2) 見掛比抵抗分布

高見掛比抵抗は、地区南部および西部～北西部に分布し、深部では減衰する傾向にある。南部では広範囲に広がり、深部では南西部にまとまり南西方向に伸びる傾向を示し、異常帯（E、G）が分布する。西部～北西部では、異常帯（H）が分布している。

低見掛比抵抗は、地区東部、中央部及び南西部に見られ、東部の低見掛比抵抗域が最も広く分布し、深部で北西方向に広がり、異常帯（A）が分布する。中央部の分布は深部まで連続し、北西方向に広がる傾向にあり、異常帯（B）が分布する。南西部の分布は地表浅部のみで深部では高見掛比抵抗となる。

## 3) IP異常帯

A異常帯：測線JC2およびJC3の測点6～8付近を中心とし、低見掛比抵抗・やや高～高PFEで分布。

B異常帯：測線JC6、7、11の交点付近を中心として、低見掛比抵抗・やや高～高PFEで分布する。測線JC6では浅部に、測線JC7では浅部～北側に水平に伸び測線JC12の深部まで分布している。また、測線JC11では浅部の異常が顕著であり西側深部に伸びる傾向を示す。

C異常帯：測線JC4の北端に、中見掛比抵抗・やや高～高PFEで分布し、さらに北方に広がると思われる。

D異常帯：測線JC6、7、13の交点付近を中心として、中見掛比抵抗・やや高～高PFEで分布し地表浅部に分布する。測線JC14では深部に伸びる傾向を示す。

E異常帯：測線JC3、4、5、6の測点32にかけてほぼ東西に、高見掛比抵抗・やや高～高PFEで分布。

F異常帯：測線JC6、7、8、9の交点付近を中心とし、中見掛比抵抗・高PFEで分布。

G異常帯：測線JC8、測点1～3の深部を中心とし、やや高～高PFE、高見掛比抵抗で分布し南西方向広がる傾向を示すが、不明瞭。

H異常帯：測線JC12の測点1～3を中心とし、やや高PFE、高見掛比抵抗で分布するが顕著でない。

また、地化学探査およびボーリング調査の結果より、IP異常帯は、次のタイプ①～③に区分され、以下のことが考えられる。

タイプ①：低見掛比抵抗・やや高～高PFEのIP異常。黄鉄鉱及び黄銅鉱などの硫化物量が多く、粘土化及び緑泥石化変質の強い鉱化帯が想定され、地質構造から、ポーフィリクーパー型の鉱床が期待され、A異常帯、B異常帯に見られる。

タイプ②：中見掛比抵抗・やや高～高PFEのIP異常。粘土化及び緑泥石化変質がタイプ①ほど強くない鉱化帯が想定され、C異常帯、D異常帯、F異常帯に見られる。

タイプ③：高見掛比抵抗・やや高～高PFEのIP異常。珪化変質の強い鉍化帯が想定され  
E異常帯、G異常帯、H異常帯に見られる。

### (3) 2次元シュミレーション解析

本年度実施した測線JC8～JC14について2次元シュミレーション解析を行い、B、D、  
F、G、Hの各異常帯の分布および形態について検討した(Appendix 12)。解析結果を解析図  
Fig. II-2-7に示す。

B異常帯：測線JC6、7、11、12、13の交点付近に広く分布し、測線JC7および  
測線JC12では潜頭性の異常帯が解析され、北西深部に広がる傾向を示す。し  
かし、測線JC14では小さくなる。

D異常帯：測線JC6、7、13の交点付近に分布し、地表浅部に高比抵抗で分布。

F異常帯：測線JC6、7、8、9、10の交点の地表浅部に分布し、一部はE異常帯の浅  
部にまで広がる。

G異常帯：測線JC8の西側に広がる傾向で分布するが不明瞭である。

H異常帯：測線JC12の西側の局所に広がるが不明瞭である。

### 2-3-5 考察

本年度調査と平成4年度調査の結果の総合検討から、A異常帯～H異常帯が抽出され、各異  
常帯について解析された。これらの異常帯のうち、もっともポーフィリーカッパー鉍床が期待  
されるものとして、A異常帯及びB異常帯が考えられる。A異常帯は地化学探査の結果、黄鉄  
鉍を主とする鉍化帯を反映したものである(JICA/MMAJ, 1993)ことから、地表鉍徴のあるB異常  
帯が最も銅の鉍化を反映したものと考えられる。B異常帯は、測線JC7及び測線JC12で  
潜頭性の異常であり、更に北西深部に広がる傾向が示されている。したがって、B異常帯付近  
で実施されたボーリングMJC-1、MJC-3及びMJC-4において把握された鉍化部は  
北西深部へ連続することが推定されるが、B異常帯は測線JC14では小さくなり、鉍化部の  
範囲は限られたものと考えられる。

## 2-4 ボーリング調査

### 2-4-1 調査目的

調査目的は、コジャッヘ地区のマグダレナ川鉍化帯の中央部及び南部において、地下深部の鉍化作用及び鉍化状況を確認することである。

### 2-4-2 調査方法

マグダレナ川鉍化帯の中央部を対象とする2孔（各計画深度300 m）及び南部を対象とする2孔（各計画深度300 m）、計4孔（計画深度1,200 m）のボーリング調査を実施した。ボーリング位置はFig. II-2-8に示す。

#### (1) 資機材の搬入及び設営作業

ボーリング資機材は、コジャッヘ部落経由でコジャッヘキャンプまで車両による輸送を行った。キャンプから各ボーリングサイトまでは機械自走、人肩及び馬で運搬した。資機材運搬用道路は、既設の道路を全面改修し、また新たに各ボーリングサイトまでの道路を造成した。作業用水は沢より直接採取した。

#### (2) 掘進作業

掘進作業は1994年10月18日から1994年12月15日の間に実施した。機材の搬入・解体・移設等の作業は1方で、掘進作業は2方交替制で行った。掘進方法は、表土層を除き従来工法とワイヤーライン工法を採用し、コアの採取率及び作業効率の向上に努めた。ボーリング機械は、予定深度に対して十分な掘進能力のある機械を使用した。岩石中に多数の割れ目が発達し逸水が認められたため、多段のケーシングを挿入し、セメンテーションを実施した。ボーリング調査の掘進実績を Appendix 14に、掘進作業に係わる掘進工程を Appendix 15に、掘進資機材及び消耗品については Appendix 16に示す。

#### (3) 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作業基地において掘進作業と並行して行い、縮尺200分の1の柱状図にまとめた(Appendix 17)。鉍石分析用試料等各種室内試験用試料を採取し、ボーリングコアを半分に切断し保存用コアを確保した。

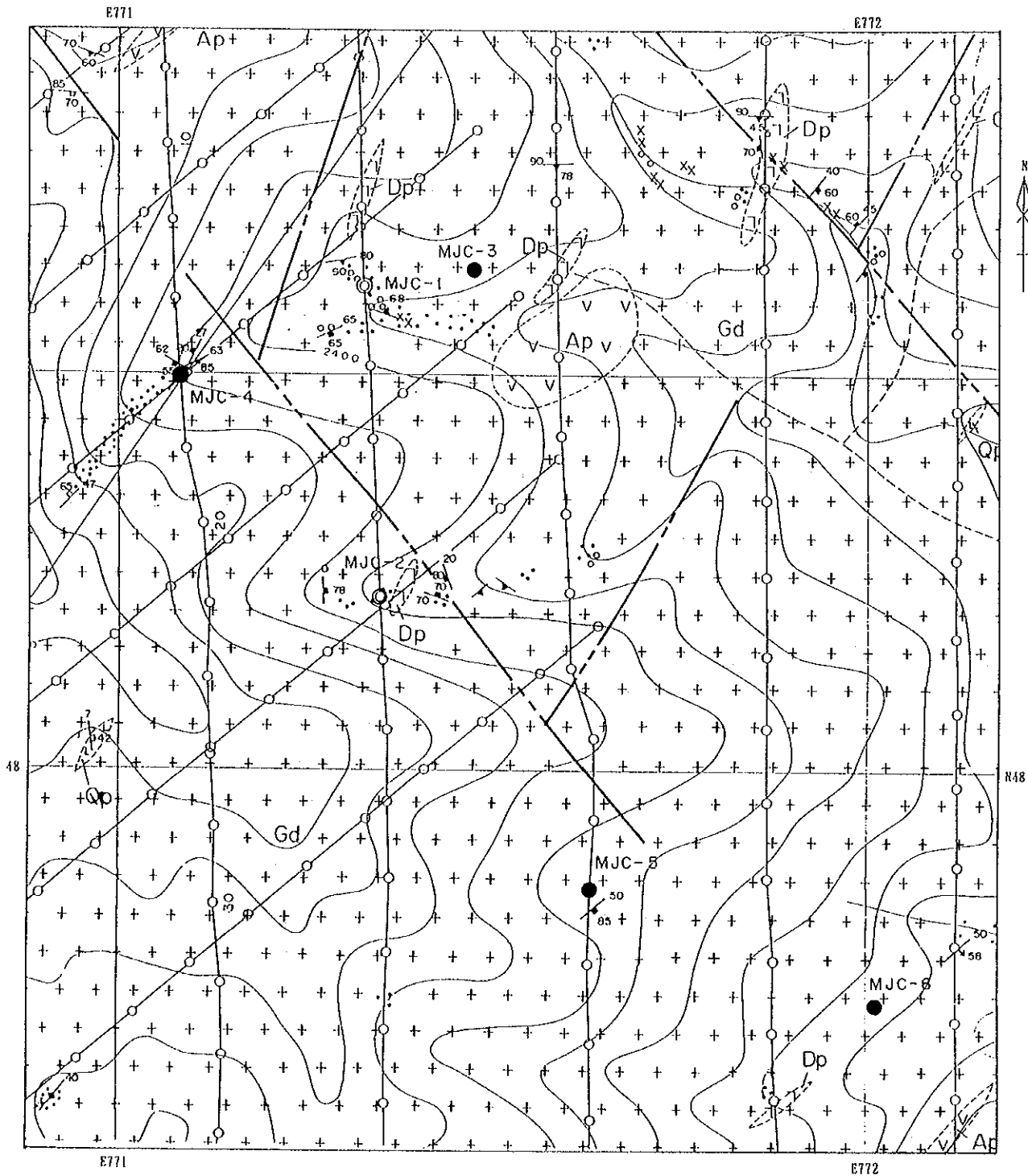
#### (4) 各ボーリング孔の調査実績

各ボーリング孔の諸元及び調査目的を下表に示す。

Table II-2-2 Specification of holes in Junin

孔番号	位置	標高	方向	傾斜	深度	目的
MJC-3	N48.656 E771.475	2,428m	-	-90°	300.70m	中央部鉍化帯鉍況確認
MJC-4	N48.518 E771.085	2,484m	-	-90°	301.00m	同上
MJC-5	N47.848 E771.630	2,408m	-	-90°	300.50m	南部鉍化帯の鉍化状況の確認
MJC-6	N47.695 E772.014	2,274m	-	-90°	301.00m	同上





- |  |                   |  |                     |
|--|-------------------|--|---------------------|
|  | Quartz porphyry   |  | Drilling site(1994) |
|  | Andesite porphyry |  | Drilling site(1993) |
|  | Diorite porphyry  |  | IP survey line      |
|  | Granodiorite      |  |                     |
|  | mineralization    |  |                     |

Fig.II-2-8 Location map of drill holes in the Cuellaje area.

### 2-4-3 調査結果

各ボーリング孔の地質及び鉱化作用は、下記のとおりである。各ボーリング孔の地質と地表地質の関係を Fig II-2-9 に示す。ボーリングコア地質柱状図の詳細については Appendix 17 に示す。また、鉱石分析結果など室内試験結果は Appendix 1、Appendix 3、Appendix 4 に示す。

#### (1) MJC-3

本孔は花崗閃緑岩及び石英斑岩中を掘削した。花崗閃緑岩は緑泥石化しているが、鉱化作用のある部分では割れ目に沿って珪化、絹雲母化している。

黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱などは、割れ目中に発達しその周辺は珪化、絹雲母化している。周辺の珪化、絹雲母化の部分では鉱染状の黄鉄鉱、黄銅鉱が僅かに認められる。黄鉄鉱は黄銅鉱と比較して発達が弱い。一部に輝水鉛鉱が認められる。本孔の鉱化作用は弱く、分散して認められる。

0	—	0.50	表土
0.50	—	49.40	花崗閃緑岩、緑泥石化。 割れ目に黄銅鉱、斑銅鉱が認められる。一部に黄鉄鉱が見られる。
49.40	—	49.80	石英斑岩
49.80	—	197.00	花崗閃緑岩、緑泥石化。 割れ目に黄銅鉱、斑銅鉱が認められる。珪化、絹雲母化では鉱染状の黄銅鉱、黄鉄鉱が見られる。
197.00	—	263.00	花崗閃緑岩、緑泥石化。 割れ目に黄銅鉱が僅かに認められる。
263.00	—	270.00	花崗閃緑岩、緑泥石化。
270.00	—	300.70	花崗閃緑岩、珪化、絹雲母化。 黄銅鉱が割れ目に、鉱染状に認められる。一部で割れ目に斑銅鉱、輝水鉛鉱が認められる。

鉱化部の鉱石分析（試料数76個）の結果、全コアのCu及びMoの平均品位は低いものであるが、石英斑岩の周辺部では若干品位が高くなる結果を得た。下記に品位を示す。

採取コア平均品位；

コア長106.70m、Cu:0.18%、Mo:0.006%

高品位部；

深度47.00—80.00 m、コア長33.00 m、Cu:0.27%、Mo:0.008%

#### (2) MJC-4

本孔は花崗閃緑岩及び石英斑岩中を掘削した。花崗閃緑岩は弱緑泥石化しているが、鉱化作

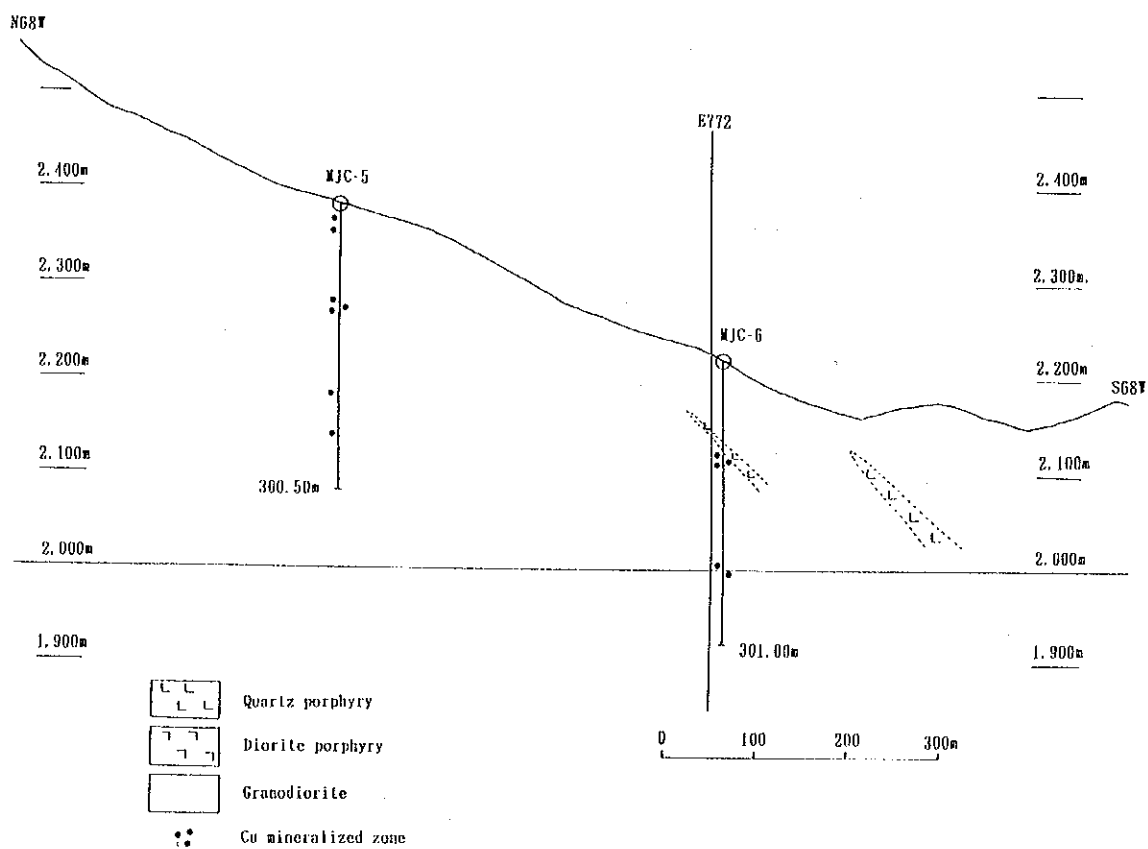
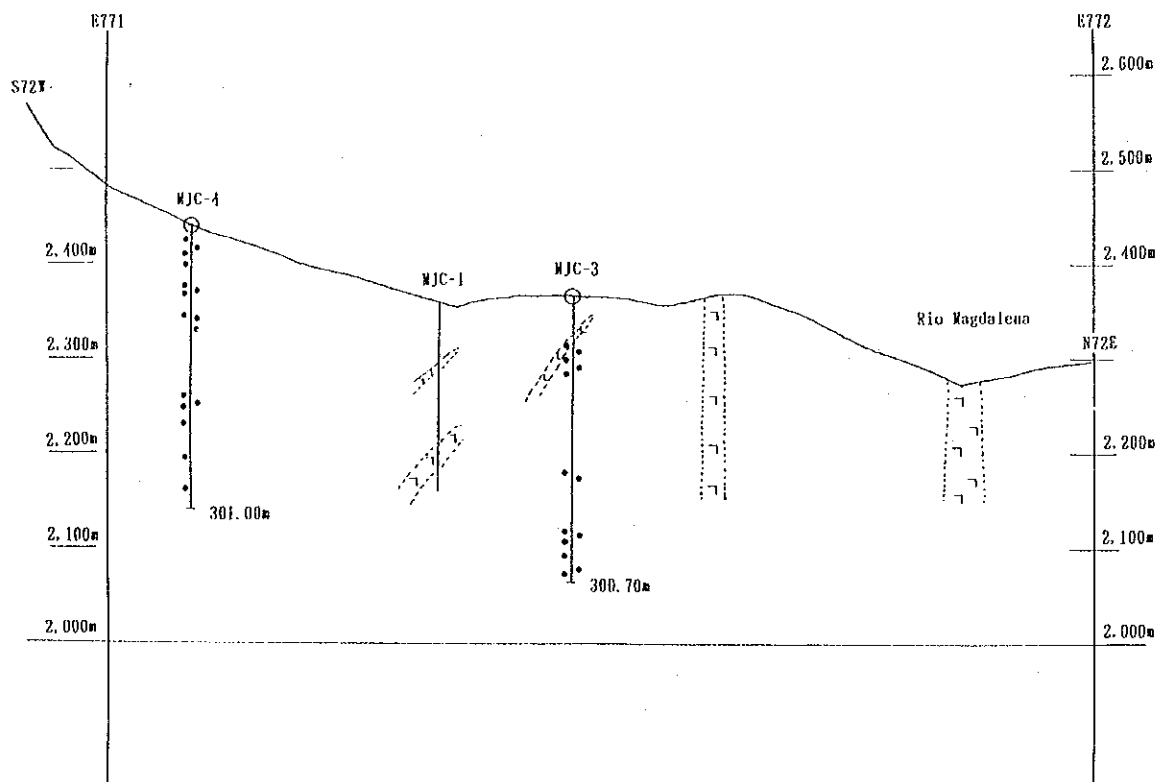


Fig. II-2-9 Geologic profiles around drill hole MJC-3, MJC-4, MJC-5 and MJC-6.

用のある部分では割れ目に沿って珪化、絹雲母化している。

黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱などは、花崗閃緑岩の割れ目中に発達しその周辺は珪化、絹雲母化している。深度100m付近までは黄鉄鉱、黄銅鉱、一部斑銅鉱が発達するが深部では鉱化が弱い。

- 0 - 0.50 表土
- 0.50 - 8.90 花崗閃緑岩、緑泥石化。
- 8.90 - 10.70 石英斑岩
- 10.70 - 21.75 花崗閃緑岩、緑泥石化。
- 21.75 - 22.60 石英斑岩
- 22.60 - 301.00 花崗閃緑岩、緑泥石化。

割れ目に黄鉄鉱、黄銅鉱、一部斑銅鉱が認められる。

鉱化部の鉱石分析（試料数102個）の結果、下記のような低いCu及びMoの平均品位を得た。  
採取コア平均品位；

コア長99.50 m、Cu:0.04 %、Mo:0.0002 %

### (3) MJC-5

本孔は花崗閃緑岩中を掘削した。花崗閃緑岩は弱緑泥石化しているが、鉱化作用のある部分では割れ目に沿って珪化、絹雲母化している。

黄鉄鉱、黄銅鉱、一部斑銅鉱および輝銅鉱などが花崗閃緑岩の割れ目中に認められる。硫化鉱物の量は少ない。

- 0 - 1.50 灰色砂。
- 1.50 - 300.50 花崗閃緑岩、緑泥石化。

割れ目に黄鉄鉱、黄銅鉱、一部斑銅鉱、輝銅鉱が認められる。

鉱化部の鉱石分析（試料数25個）の結果、下記のような低いCu及びMoの平均品位を得た。  
採取コア平均品位；

コア長32.00 m、Cu:0.03 %、Mo:0.0001 %

### (4) MJC-6

本孔は花崗閃緑岩及び石英斑岩中を掘削した。花崗閃緑岩は弱緑泥石化しているが、鉱化作用のある部分では割れ目に沿って珪化、絹雲母化している。閃緑斑岩は小規模岩脈である。

黄鉄鉱、黄銅鉱、などは、花崗閃緑岩の割れ目中に発達している。

- 0 - 10.00 表土
- 10.00 - 64.30 石英斑岩
- 64.30 - 92.90 花崗閃緑岩、緑泥石化。

割れ目に黄鉄鉱、黄銅鉱僅かに認められる。

92.90- 93.10 石英斑岩。

黄銅鉱が鉱染状に認められる。

93.10-301.00 花崗閃緑岩、緑泥石化。

割れ目に黄鉄鉱、黄銅鉱僅かに認められる。一部で斑銅鉱が見られる。

鉱化部の鉱石分析（試料数25個）の結果、下記の低いCu及びMoの平均品位を得た。

採取コア平均品位；

コア長41.00 m、Cu:0.08 %、Mo:0.0015 %

#### (5) 室内試験結果

##### 1) X線回折試験

MJC-3~MJC-6のコア試料を対象にX線回折試験により変質を検討した。

MJC-3；絹雲母-石英-斜長石及び緑泥石-絹雲母-石英-斜長石の組み合わせが主である。絹雲母-石英の組み合わせは検出されない。

MJC-4；絹雲母-石英-斜長石が主であり、一部で絹雲母-石英の組み合わせが認められた。

MJC-5；絹雲母-石英-斜長石の組み合わせが主である。絹雲母-石英の組み合わせは検出されない。

MJC-6；絹雲母-石英-斜長石の組み合わせが主である。絹雲母-石英の組み合わせは検出されない。

##### 2) 流体包有物均質化温度測定

MJC-4及びMJC-5のコア試料から石英脈の石英を用いて流体包有物均質化温度測定を行った。MJC-4では深度285.70mで均質化温度224°C~407°Cを示した。MJC-5では深度254.70mで均質化温度140°C~399°Cを示した。いずれの測定値もフニン地区の測定温度よりやや低い値である。

#### 2-4-4 考察

マグダレナ川鉱化帯の中央部を対象としたMJC-3及びMJC-4の結果、いずれの2孔でも鉱化が認められるが、連続性に乏しく分散し、Cu及びMoとも低品位である。MJC-4のボーリング結果からマグダレナ川鉱化帯の中央部の西側には著しい鉱化は存在しないと考えられる。

マグダレナ川鉱化帯の南部を対象としたMJC-5及びMJC-6の結果、いずれの2孔も鉱化が認められるが、連続性に乏しくかつ小規模の範囲で分散し、Cu及びMoとも低品位である。これらのボーリング結果から、マグダレナ川鉱化帯の南部には著しい鉱化は存在しないと考えられる。





### 第Ⅲ部 結論及び提言





## 第 III 部 結論及び提言

### 第 1 章 結論

#### 1-1 フニン地区

(1) フニン川鉍化帯は花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩に発達する網状細脈状及び鉍染状の黄鉄鉍、黄銅鉍、輝銅鉍、斑銅鉍と、石英細脈に伴われる輝水鉛鉍からなる。変質については、珪化変質、絹雲母化変質が網状細脈及び石英細脈付近に観察され、緑泥石化変質、緑簾石化変質が花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩中に広く発達する。鉍化は珪化変質、絹雲母化変質に関係している。

(2) 本年度実施したボーリング調査 (M J J - 1 4 及び M J J - 1 5) では、フニン川東側深部に斑岩が発達し、斑岩岩脈付近で黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍が発達するなど、鉍化作用が地表から東方深部に 300 m 連続することが確認された。M J J - 1 4 で把握した鉍化部の平均品位は、深度 1.00~300.58 m 間で Cu : 0.29%、Mo : 0.022 % (試料数 314 個) であるが、深度 207.00~294.00 m で Cu : 0.41%、Mo : 0.047 % を示し、深部で高くなる品位傾向が得られた。また、M J J - 1 5 で把握した鉍化部の平均品位は、深度 0.60~301.21 m 間で Cu : 0.22%、Mo : 0.007 % (試料数 227 個) であるが、深部の石英斑岩付近ではコア長 118.21 m、Cu : 0.41%、Mo : 0.016 % の高品位が得られた。これらの結果からフニン川鉍化帯東側に銅に富む鉍化部の賦存が期待される。

(3) フォルツナ沢鉍化帯で実施したボーリング調査 (M J J - 1 6 及び M J J - 1 7) では、花崗閃緑岩中に発達する石英斑岩が認められ、また花崗閃緑岩及び斑岩中に発達する網状細脈状及び鉍染状の黄鉄鉍、黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍が観察された。黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍よりも黄鉄鉍に富む特徴がある。変質は石英斑岩中では珪化変質、絹雲母化変質を主とし、また花崗閃緑岩では緑泥石化変質、緑簾石化変質を主としている。M J J - 1 6 で把握した鉍化部の平均品位は、採取コア長 144.60 m で Cu : 0.15%、Mo : 0.0012% (試料数 148 個) の低い品位を示した。また、M J J - 1 7 で把握した鉍化部の平均品位は、良好であり深度 4.05~150.25 m 間、コア長 146.20 m で Cu : 0.46%、Mo : 0.0194% (試料数 144 個) の高品位を示し、特に深度 60.00~150.25 m 間、コア長 90.25 m で Cu : 0.62%、Mo : 0.0273% の高品位が得られた。

(4) フォルツナ沢地区の岩石地化学探査の追加分析解析結果では、Cu, Mo, Au, Ag 地化探異常がフォルツナ沢中流に分布していることが判明した。

(5) フニン地区中央部の変質帯の検討結果では、フィリック変質帯がフニン川からコントロールベルシア沢下流域に伸び、更にフォルツナ沢に連続する可能性がある。また、地化学探査異常帯がフニン川からコントロールベルシア沢下流域に伸びており、フニン川からフォルツナ沢の間の範囲で銅に富む鉍化部の賦存が期待される。

(6) フニン地区にはフニン川鉍化帯、フォルツナ沢鉍化帯の他にも鉍化帯があり、このうち

ベルデ沢鉍化帯付近には石英斑岩が分布し、フィリック変質帯、地化学探査異常の広い分布していることから有望な鉍床の賦存する可能性が高いと考えられる。

## 1-2 コジャッヘ地区

(1) マグダレナ川鉍化帯周辺地区の地質は、花崗閃緑岩が主体を占め、これに貫入する安山岩、石英斑岩の岩脈からなる。鉍化については、マグダレナ川支流西部、マグダレナ川上流、サンホアキン川支流、メリヂアノ川支流の花崗閃緑岩中で細脈状及び鉍染状の黄鉄鉍、黄銅鉍、斑銅鉍が各々観察された。各鉍化帯は200m～400mの範囲に認められるが、硫化鉍物の量は少ない。メリヂアノ川支流の花崗閃緑岩の細脈状の鉍化は、斑銅鉍を主とするものであり、高品位であるが、規模は小さい。

(2) 岩石地化学探査の結果、銅・モリブデンの鉍化に関係した高因子得点分布域は、マグダレナ川支流西部及びメリヂアノ川支流に抽出された。マグダレナ川鉍化帯周辺地区ではメリヂアノ川支流の異常のみであり、この異常は小規模な鉍脈を反映したものである。

(3) IP法による調査の結果、高FE異常域は広く分布するが、ポーフィリカッパータイプの鉍床を示す高FE異常・低比抵抗異常は鉍化帯中央部(B異常帯)及び北東部(A異常帯)に限られる。銅鉍化の可能性の高い異常はB異常帯であるが、B異常帯は北西方向に傾斜する小範囲であり、鉍化の規模は大きくないことが推定される。

(4) マグダレナ川鉍化帯中央部及び南部で実施したボーリング調査(MJC-3、MJC-4、MJC-5及び、MJC-6)では、花崗閃緑岩を掘進し、花崗閃緑岩中で細脈状の黄鉄鉍、黄銅鉍が認められた。鉍化は連続的に認められるが、硫化鉍物の量は少ない。MJC-3で把握した鉍化部は、採取コア長106.70mでCu:0.18%、Mo:0.0065%(試料数76個)の低品位を示した。MJC-4で把握した鉍化部の平均品位は、採取コア長99.50mでCu:0.04%、Mo:0.0002%(試料数102個)の低品位を示した。MJC-5で把握した鉍化部は、採取コア長32.00mでCu:0.03%、Mo:0.0001%(試料数25個)の低品位を示した。また、MJC-6で把握した鉍化部は、採取コア長41.00mでCu:0.08%、Mo:0.0015%(試料数25個)の低品位を示した。いずれの鉍化部も銅品位及びモリブデン品位とも低いものである。

(5) 以上の本年度の調査結果から、コジャッヘ地区には銅・モリブデン鉍化作用が認められるが、低い銅及びモリブデン品位、弱い連続性などから、有望な鉍床の賦存する可能性は低いものとする。

## 第2章 提言

### 2-1 フニン地区

本年度の調査結果から、第2年次調査について、次のことを提言する。

(1) フニン川鉍化帯東部とフォルツナ沢鉍化帯の中間部は、網状細脈及び鉍染状の銅に富む鉍化帯の賦存する可能性が高いため、今後も引き続きボーリング調査を実施し、鉍化状況を把握するとともに鉍床の評価を行う。更に、地形条件から地表から深度300m以上の鉍化状況を解明することが望まれる。(Fig. 2)。

(2) また、既知鉍化帯として有望なベルデ沢鉍化帯についてもボーリング調査を実施し、フニン地区の鉍化状況を総合的に解明することが望まれる(Fig. 2)。

(3) フニン地区の鉍化帯は将来開発される可能性があり、開発に伴う影響が自然環境・社会環境へ及ぶことが予測されるため、フニン地区及び周辺地区を対象とした環境影響調査を実施することが望まれる。

### 2-2 コジャッヘ地区

本年度の調査結果から、第2年次調査について、次のことを提言する。

本地区については、地区内に鉍化作用の存在が確認されているが、鉍化の範囲が限られていることと低品位であることから、有望な鉍床の賦存する可能性は低いものと考えられ、今後の調査の実施を見合わせる。



## 参考文献



- INEMIN and AGCD-ABOS (1988):Proyecto Desarrollo del Sector Minero en el Ecuador.  
p. 1-136.
- JICA/MMAJ (1992):Report on the cooperative mineral exploration in the Junin  
area, Republic of Ecuador.
- JICA/ MMAJ (1993):Report on the cooperative mineral exploration in the Junin  
area, Republic of Ecuador.
- JICA/MMAJ (1994):Report on the cooperative mineral exploration in the Junin  
area, Republic of Ecuador.
- Kurzl, M. (1988):Exploratory Data Analysis;Recent advances for the  
interpretation of geochemical data. *Geochem. Explor.*, v. 30, p. 309-322.
- MRNE/DGGM (1982):Mapa Geologico National del Ecuador.





## 圖表一覽



Fig. 1	Location map of project area.
Fig. 2	Recommendation area for further survey in the Junin area.
Fig. I-1-1	Location map of drilling in the Junin area.
Fig. I-1-2	Location map of geological, geophysical and drilling survey in the Cuellaje area.
Fig. I-3-1	Geotectonic and metallogenic zones of Ecuador.
Fig. I-4-1	Compiled map of survey results in the Junin area.
Fig. I-4-2	Compiled map of survey results in the Cuellaje area.
Fig. II-1-1	Location map of drill holes in the Junin area.
Fig. II-1-2	Geologic profiles around hole No. MJJ-14 and MJJ-15
Fig. II-1-3	Geologic profiles around hole No. MJJ-16 and MJJ-17
Fig. II-1-4	Geochemical anomaly map around Q. Fortuna.
Fig. II-1-5	Results of ore assay and X-ray diffractive analysis of drill holes MJJ-10 to MJJ-17 in the Junin area.
Fig. II-2-1	Geology, alteration and mineralization in the Cuellaje area.
Fig. II-2-2	Generalized columnar section of the Cuellaje area.
Fig. II-2-3	Geochemical anomaly map in the Cuellaje area.
Fig. II-2-4	Results of Factor analysis in the Cuellaje area.
Fig. II-2-5	Location of IP survey lines and rock samples in the Cuellaje area.
Fig. II-2-6	Flow chart of IP data analysis.
Fig. II-2-7	Plane map of PFE and model simulation.
Fig. II-2-8	Location map of drill holes in the Cuellaje area.
Fig. II-2-9	Geologic profiles around drill hole MJC-3, MJC-4, MJC-5 and MJC-6.
Table I-1-1	Item and amounts of fieldworks.
Table I-1-2	Item and amount of laboratorial studies.
Table I-3-1	Geotectonic and metallogenic zones of Ecuador.
Table II-1-1	Specification of holes in the Junin area.
Table II-2-1	Results of ore assay in the Cuellaje area.
Table II-2-2	Specification of holes in the Cuellaje area.
Appendix 1	Microscopic observation under thin section.
Appendix 2	Microscopic observation under polished section.
Appendix 3	Results of X-ray diffractive analysis.
Appendix 4	Results of ore assay of drill core.

- Appendix 5 Results of measurement of filling temperature of inclusion.
- Appendix 6 Analytical data of rock geochemical samples around Q. Fortuna.
- Appendix 7 Results of statistical analysis, EDA analysis and Factor analysis of rock geochemical data around Q. Fortuna.
- Appendix 8 Analytical data of rock geochemical samples in the Cuellaje area.
- Appendix 9 Results of statistical analysis, EDA analysis and Factor analysis of rock geochemical data in the Cuellaje area.
- Appendix 10 Histograms and boxplots of 13 elements in the Cuellaje area.
- Appendix 11 Resistivity and percent frequency effect of rock samples.
- Appendix 12 Results of model simulation (line-JC8 to line-JC14).
- Appendix 13 List of IP data (line-JC8 to line-JC14).
- Appendix 14 Generalized drilling results and summary record of drilling activities (MJJ-14 to MJJ-17 and MJC-3 to MJC-6).
- Appendix 15 Progress record of drill holes (MJJ-14 to MJJ-17 and MJC-3 to MJC-6).
- Appendix 16 Drilling equipments and consumed material.
- Appendix 17 Drilling logs and assay results (MJJ-14 to MJJ-17 and MJC-3 to MJC-6).

- Plate II-2-1 Location map of samples in the Cuellaje area.
- Plate II-2-2 Geologic map in the Cuellaje area.
- Plate II-2-3 Geologic sections in the Cuellaje area.
- Plate II-2-4 Pseudo-sections of apparent resistivity (Line-JC8 to Line-14).
- Plate II-2-5 Pseudo-sections of percent frequency effect (Line-JC8 to Line-14).
- Plate II-2-6 Plan map of apparent resistivity (n=1).
- Plate II-2-7 Plan map of apparent resistivity (n=3).
- Plate II-2-8 Plan map of apparent resistivity (n=5).
- Plate II-2-9 Plan map of percent frequency effect (n=1).
- Plate II-2-10 Plan map of percent frequency effect (n=3).
- Plate II-2-11 Plan map of percent frequency effect (n=5).





## 付録





Appendix 1 Microscopic observation under thin section.



Results of Microscopic Observation of Thin Section (1)

Ser. No.	Sample No.	Location		Rock name, Texture	Alteration	Primary mineral							Alteration mineral							etc.			
		N	E			Qz	Kf	Pl	Bi	Hb	Px	Ap	Sh	Zr	Qz	Ab	Se	Ac	Ep		Ch	Ca	Sm
1	MJJ14-5.80	35.291	760.755	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Or→Ser, Bi→Chl/Epi, Hb→Chl/Epi	○	○	○	△	.	.	.	○	○									△
2	MJJ14-29.30	35.291	760.755	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Or→Ser, Bi→Chl/Ser	○	○	○	.	.	.	○	.	○	△								△
3	MJJ14-98.10	35.291	760.755	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Or→Ser, Bi→Chl/Ser	○	○	○	.	.	.	○	.	○	△								.
4	MJJ14-106.00	35.291	760.755	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Or→Ser, Bi→Chl/Ser, Hb→Chl/Ser	○	○	○	△	.	.	.	△	○	.								.
5	MJJ14-161.80	35.291	760.755	Quartz porphyry porphyritic	Pl→Sau/Ser, Hb→Chl	○	○	○	△	.	.	○	○	△	△								△
6	MJJ14-247.00	35.291	760.755	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Bi→Chl, Hb→Chl	○	△	○	.	.	.	○	△										△
7	MJJ14-252.90	35.291	760.755	Diorite porphyry microcrystalline	Pl→Sau, Hb→Chl	○	△	.	.	.	△	○	○										△
8	MJJ14-298.25	35.291	760.755	Quartz porphyry microcrystalline	Pl→Ser, Bi→Chl/Ser, Hb→Chl/Ser	○	○	.	.	.	○	○	○										△
9	MJJ14-300.10	35.291	760.755	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser	○	○	○	.	.	.	○	△	△									△
10	MJJ15-59.50	35.135	760.805	Quartz porphyry porphyritic	Bi→Chl/Epi, Pl→Ser	○	○	△	.	.	.	△	○	○									○
11	MJJ15-94.70	35.135	760.805	Quartz porphyry porphyritic	Bi→Chl/Epi, Hb→Chl/Epi, Pl→Ser	○	○	△	.	.	.	△	△	○									.
12	MJJ15-106.00	35.135	760.805	Quartz porphyry porphyritic	Bi→Chl/Epi, Hb→Chl/Epi, Pl→Ser	○	○	△	.	.	.	△	△	△									.
13	MJJ15-130.00	35.135	760.805	Quartz porphyry porphyritic	Bi→Chl/Epi, Hb→Chl/Epi	○	○	△	.	.	.	△	△	△									.
14	MJJ15-173.70	35.135	760.805	Quartz porphyry porphyritic	Pl→Ser, Hb→Chl/Epi	○	○	○	.	.	.	.	○	○	△								○
15	MJJ15-189.95	35.135	760.805	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Bi→Chl	○	○	○	.	.	.	○	.	○	△								○

Results of Microscopic Observation of Thin Section (2)

Ser. No.	Sample No.	Location		Rock name, Texture	Alteration	Primary mineral							Alteration mineral							etc.			
		N	E			Qz	Kf	Pl	Bi	Hb	Px	Ap	Sh	Zr	Qz	Ab	Se	Ac	Ep		Ch	Ca	Sm
16	MJJ15-210.00	35.135	760.805	Quartz porphyry porphyritic	Bi→Chl, Hb→Chl	○	○	△	.	.	.	○	△	○									△
17	MJJ15-261.00	35.135	760.805	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Bi→Chl, Hb→Chl	○	○	.	.	.	○	○	○										△
18	MJJ15-300.20	35.135	760.805	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Or→Ser, Bi→Chl	○	○	○	.	.	.	○	○										.
19	MJJ15-301.00	35.135	760.805	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Or→Ser, Bi→Chl	○	○	○	.	.	.	○	○										○
20	MJJ16-102.10	34.564	761.687	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Or→Ser, Bi→Chl, Hb→Chl	○	.	○	.	.	.	○	○										△
21	MJJ16-119.40	34.564	761.687	Dacite cryptocrystalline	Pl→Sau/Ser, Bi→Chl, Hb→Chl	○	○	.	.	.	○	○	○										.
22	MJJ16-148.00	34.564	761.687	Quartz porphyry porphyritic	Pl→Ser, Bi→Chl	○	○				○	○	△										○
23	MJJ17-33.80	34.710	761.815	Quartz porphyry microcrystalline	Bi→Chl, Hb→Chl	○	○	△	.	.	.	.	△	△									△
24	MJJ17-64.20	34.710	761.815	Quartz porphyry porphyritic	Pl→Ser, Bi→Chl, Hb→Chl	○	○	.	.	.	△	○	○										△
25	MJJ17-101.35	34.710	761.815	Granodiorite porphyritic	Pl→Ser	○	.	.	.	.	○	△										.	
26	MJJ17-149.30	34.710	761.815	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Or→Ser	○	○	.	.	.	○	△											△
27	MJC3-49.60	48.656	771.475	Quartz porphyry porphyritic	Bi→Chl	○	○	.	.	.	○	.	△	○									△
28	MJC3-106.80	48.656	771.475	Granodiorite porphyritic		○	○	○	.	.	.	○	△	△									△
29	MJC3-153.70	48.656	771.475	Granodiorite porphyritic		○	.	.	.	.	.	.	△										△
30	MJC3-186.00	48.656	771.475	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ab/Ser	○	○	○	.	.	.	○	○										.

Results of Microscopic Observation of Thin Section (3)

Ser. No.	Sample No.	Location		Rock name, Texture	Alteration	Primary mineral							Alteration mineral							etc.							
		N	E			Qz	Kf	Pl	Bi	Hb	Px	Ap	Sh	Zr	Qz	Ab	Bi	Se	Ac		Ep	Ch	Ca	Sm	Le	Ln	Op
31	MJC3-253.50	48.656	771.475	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
32	MJC3-275.60	48.656	771.475	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
33	MJC3-300.00	48.656	771.475	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ab	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
34	MJC4-10.00	48.518	771.085	Quartz porphyry porphyritic		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
35	MJC4-40.20	48.518	771.085	Granodiorite porphyritic		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
36	MJC4-102.00	48.518	771.085	Granodiorite porphyritic	Hb→Chl/Epi	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
37	MJC4-209.10	48.518	771.085	Granodiorite porphyritic	Hb→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
38	MJ14-291.00	48.518	771.085	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Hb→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
39	MJC5-74.50	47.848	771.630	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Bi→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
40	MJC5-99.50	47.848	771.630	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Bi→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
41	MJC5-218.00	47.848	771.630	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Hb→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
42	MJC5-300.20	47.848	771.630	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Hb→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
43	MJC6-93.00	47.695	772.014	Quartz porphyry porphyritic	Hb→Chl, Bi→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
44	MJC6-104.40	47.695	772.014	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ab	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
45	MJC6-220.80	47.695	772.014	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ab	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

Results of Microscopic Observation of Thin Section (4)

Ser. No.	Sample No.	Location		Rock name, Texture	Alteration	Primary mineral							Alteration mineral							etc.								
		N	E			Qz	Kf	Pl	Bi	Hb	Px	Ap	Sh	Zr	Qz	Ab	Bi	Se	Ac		Ep	Ch	Ca	Sm	Le	Ln	Op	
46	MJC6-239.90	47.695	772.014	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ab	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
47	MJC6-299.90	47.695	772.014	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser, Hb→Chl, Bi→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
48	C1022	49.901	772.595	Granodiorite holocrystalline		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
49	C1027	49.611	772.494	Granodiorite holocrystalline	Hb→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
50	C1043	48.186	770.938	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ab, Bi→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
51	C1065	49.437	772.473	Granite holocrystalline	Pl→Ser, Bi→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
52	G1025	47.279	770.704	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ab, Hb→Chl, Bi→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
53	G1026	47.284	770.735	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ab	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
54	N1018	47.721	770.109	Granodiorite holocrystalline	Hb→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
55	N1025	47.314	770.195	Quartz porphyry porphyritic		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
56	N1029	49.215	770.545	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ab	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
57	N1301	47.011	771.803	Granodiorite holocrystalline	Bi→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
58	N1305	47.612	770.236	Andesite intersertal	Hb→Chl	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
59	N1313	49.230	770.630	Granite holocrystalline		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
60	S1007	47.380	771.600	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ser	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

Results of Microscopic Observation of Thin Section (5)

Ser. No.	Sample No.	Location N E	Rock name, Texture	Alteration	Primary mineral							Alteration mineral					etc.						
					Qz	Kf	Pl	Bi	Hb	Px	Ap	Sh	Zr	Qz	Ab	Bi		Se	Ac	Ep	Ch	Ca	Sm
61	S1011	49. 208 770. 452	Granodiorite holocrystalline		◎	◎	◎	◎	◎	·	·	·	·	·	·	·	△	△					◎
62	S1047	49. 975 770. 803	Quartz porphyry porphyritic		◎	◎	◎	△										△					△
63	S1048	49. 959 770. 757	Granodiorite holocrystalline		◎	△	◎	◎	△								△	△					△
64	S1055	49. 614 770. 766	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ab	◎	△	◎	△	△							◎	△	△					·
65	S1057	49. 569 770. 878	Granodiorite holocrystalline	Pl→Ab	◎	△	◎	△	△							◎	△	△					· △
66	S1089	48. 950 770. 753	Granodiorite porphyritic	Pl→Ab	◎	△	◎	△	△							◎	△	△△					·
67	S1308	49. 596 771. 584	Dacite intersertal		△	◎	△△								◎		△△△						△
68	S1316	47. 320 770. 150	Dacite intersertal		△	◎									△	△	△△△						△

Pl:plagioclase, Or:orthoclase, Bi:biotite, Hb:hornblend, Ab:albite, Ser:sericite, Chl:chlorite, Epi:epidote, Sau:saussurite  
 Qz:quartz, Kf:potash feldspar, Px:pyroxene, Ap:apatite, Sh:sphene, Zr:zircon, Se:sericite, Ep:epidote, Ch:chlorite, Ca:calcite,  
 Sm:smeectite, Le:Leucoxene, Ln:limonite, Op:opaque mineral  
 ◎:abundant, ◎:common, △:a little, ·:rare



Appendix 2 Microscopic observation under polished section.





Results of Microscopic Observation of Polished Section in the Cuellaje Area

Ser. No.	Sample NO.	Location		Sample description	mineral assemblage												
		N	E		Py	Po	Ht	Ge	Mt	Cp	Bo	Cv	Cc	Mc	Mo	Sp	
1	C1302	49.834	772.537	Gd, diss, Py, Cp			d •	d •									
2	C1304	48.522	771.089	Gd, diss, Py, Cp	vd○		d •			vd○							
3	C1309	47.932	770.959	Qv, diss, Py, Cp	d •			vd •									
4	C1312	49.693	772.473	Qv, film, Py, Cp	v◎	•		•		v○		•				d△	•
5	C1316	49.539	772.472	Gd, diss, film, Py, Lm, Cp, Cc, Cv, Mc	v◎	△		•		v○		△				△	
6	C1321	49.539	772.472	V, Py, Lm, Cc, Bo	◎	•				◎	△	•					
7	N1302	47.520	772.305	Gd, QV, film, Lm	d△			•		d△			△	•			
8	N1303	47.389	772.690	Qv, diss, Py, Lm	d△		•	•									
9	S1301	47.400	771.449	Gd, diss, Py, Cp			d •	d •	d •								
10	S1302	49.201	770.402	Gd, film, Py, Cp				d •	d •	d •							
11	S1304	49.213	770.305	Gd, diss, Py, Cp Bo	d△				d△	d△			•				
12	S1319	47.265	770.115	Gd, diss, Py, Lm	d△			d△									
13	S1321	47.240	770.424	Gd, diss, Py, Lm	d△												

◎; abundant      ○; common      △; a little      •; rare  
 Py; pyrite      Po; pyrrhotite      Ht; hematite      Ge; geothite  
 Mt; magnetite      Cp; chalcopyrite      Bo; bonite      Cv; covellite  
 Cc; chalcocite      Mc; malachite      Mo; molybdenite      Sp; sphalerite  
 d; dissemination      v; vein      Gd; granodiorite      Qv; quartz vein  
 diss; dissemination      film; film vein



Appendix 3 Results of X-ray diffractive analysis.



Results of X-ray diffractive analysis in the Cuellaje area.  
(Cuellaje area)

Ser. No.	Sample No.	Rock Name	Montmorillonite	Ser./Mont. M. L.	Kaolinite	Halloysite	Chlorite	Sericite	Biotite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Amphibole	Calcite	Epidote	Gypsum	Gibbsite	Goethite	Lepidocrocite	Pyrite	Hematite	Chalcopyrite	Bornite	Ten-tetra	Molybdenite	
1	S1001	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	⊙	•													
2	S1002	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	⊙	•													
3	S1003	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	+	⊙													
4	S1004	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	⊙	•													
5	S1005	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	⊙	+													
6	S1006	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	⊙	•													
7	S1007	Gd					•	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	+													
8	S1008	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	⊙	+													
9	S1009	Gd					⊙	•	•	⊙	⊙	+			?											
10	S1010	Gd					•	?	?	⊙	⊙	+	•													
11	S1011	Gd					•	⊙	⊙	⊙	⊙	?	•													
12	S1012	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	•										•				
13	S1013	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	•										•				
14	S1014	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	+										•				
15	S1015	Gd			+		•	⊙	⊙	⊙	⊙	•										•				
16	S1016	Gd					•	+	⊙	⊙	⊙	•										•				
17	S1017	Gd					⊙	•	•	⊙	⊙	⊙														
18	S1018	Gd			•		•	•	⊙	⊙	⊙	+	•													
19	S1019	Gd					•	⊙	⊙	⊙	⊙	•														
20	S1020	Gd			•		•	•	⊙	⊙	⊙	•														
21	S1021	Apl							⊙																	
22	S1022	Gd							⊙	⊙	⊙	+										•				
23	S1023	Gd							⊙	⊙	⊙	+										+				
24	S1024	Gd							⊙	⊙	⊙	+										•				
25	S1025	Gd,Apl					•	•	⊙	⊙	⊙	⊙	+									•				
26	S1026	Gd							⊙	⊙	⊙	•										•				
27	S1027	Gd					•	⊙	⊙	⊙	⊙	+														
28	S1028	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	•														
29	S1029	Ap					+		⊙	⊙	⊙	+	+													
30	S1030	Gd						+	•	⊙	⊙	•														
31	S1031	Gd						•	⊙	⊙	⊙	⊙														
32	S1032	Gd						+	•	⊙	⊙	•										•				
33	S1033	Gd								⊙	⊙	•										•				
34	S1034	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	+	•													
35	S1035	Gd						+	⊙	⊙	⊙	+	+									•				
36	S1036	Gd							⊙	⊙	⊙	•	•													
37	S1037	Gd					⊙	•	⊙	⊙	⊙	⊙	+									•				
38	S1038	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	•														
39	S1039	Gd							⊙	⊙	⊙	⊙	+													
40	S1040	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	•														
41	S1041	Gd						+	•	⊙	⊙	+	•													
42	S1042	Gd						+	⊙	⊙	⊙	+	•													
43	S1043	Gd						+	⊙	⊙	⊙	+	+													
44	S1044	Gd					•	•	⊙	⊙	⊙	•	•													
45	S1045	Gd					⊙	•	⊙	⊙	⊙	⊙	+									?				
46	S1046	Gd							⊙	⊙	⊙	+	•													
47	S1047	Gd			•				⊙	⊙	⊙	⊙														
48	S1048	Gd							⊙	⊙	⊙	+	•													
49	S1049	Gd					+		⊙	⊙	⊙	+	•													
50	S1050	Gd							⊙	⊙	⊙	•														

Gd: granodiorite, Qp: quartz porphyry, Dp: diorite porphyry,  
Ap: andesite porphyry, Apl: aplite  
⊙ abundant, ○ common, + a little, • rare, ? uncertain

Ser. No.	Sample No.	Rock Name	Montmorillonite	Ser./Mont. M. L.	Kaolinite	Halloysite	Chlorite	Sericite	Biotite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Amphibole	Calcite	Epidote	Gypsum	Gibbsite	Goethite	Lepidocrocite	Pyrite	Hematite	Chalcopyrite	Bornite	Ten-tetra	Molybdenite	
51	S1051	Gd			?	+				○	○	+	+													
52	S1052	Gd			+		•			○	○	+														
53	S1053	Gd			?					◎	◎		•													
54	S1054	Gd		•			•	•		◎	+															
55	S1055	Gd					•	○		◎	◎	+	+													
56	S1056	Gd			•			+		○	○	+	•													
57	S1057	Gd			•			○	•	◎	◎	+	•		?											
58	S1058	Gd			•			+		◎	◎	○	•													
59	S1059	Gd			?		?	○	•	◎	◎	○	•													
60	S1060	Gd								◎	◎		•													
61	S1061	Gd								◎	◎	○	•													
62	S1062	Gd			•			○	•	◎	◎	+	•													
63	S1063	Gd			•			○		◎	◎	○	+													
64	S1064	Gd								○	○		•													
65	S1065	Gd			•			•		◎	◎	+	+									?				
66	S1066	Gd					•			○	○	+	•													
67	S1067	Gd								◎	◎		+													
68	S1068	Gd			•		•			○	○															
69	S1069	Gd			•					◎	◎															
70	S1070	Gd						+		○	○															
71	S1071	Gd					•	◎		◎	◎															
72	S1072	Gd						○		○	○		•													
73	S1073	Gd					•			◎	◎	○														
74	S1074	Gd			•			•		○	○															
75	S1075	Gd,Apl						○	•	◎	◎	+	•													
76	S1076	Gd						+		○	○	○	•													
77	S1077	Gd			•					◎	◎	○														
78	S1078	Gd					•			○	○		•													
79	S1079	Gd			•			+		◎	◎	○														
80	S1080	Apl			•			•		◎	◎		•													
81	S1081	Gd			+		•	+		◎	◎															
82	S1082	Gd					•	•		○	◎															
83	S1083	Gd			○		+	•		◎	◎															
84	S1084	Gd			•		•	•		○	◎		•													
85	S1085	Gd					•	+		◎	◎	+	+													
86	S1086	Gd			+		•	•		◎	○															
87	S1087	Gd					○			◎	◎				+											
88	S1088	Gd			•		•	•		○	○		•													
89	S1089	Gd					•	○		◎	◎		+													
90	S1090	Gd			•		•	•		○	○	+	•													
91	S1091	Gd			•		•	•		◎	◎		•													
92	S1092	Gd								○	○															
93	S1093	Gd					•	+	•	◎	◎		+													
94	S1094	Gd			•			+		○	○		•													
95	S1095	Gd					+	○		◎	◎		+													
96	S1096	Gd								○	○	+	•													
97	S1097	Gd					•	•		◎	◎		+													
98	S1098	Gd			•		•	•		○	○															
99	S1099	Gd			•		•	•		○	○	?	•													
100	S1100	Gd					•	•		◎	○		•													

Gd: granodiorite, Qp: quartz porphyry, Dp: diorite porphyry,  
 Ap: andesite porphyry, Apl: aplite  
 ◎ abundant, ○ common, + a little, • rare, ? uncertain

Ser. No.	Sample No.	Rock Name	Montmorillonite	Ser./Mont. M. L.	Kaolinite	Halloysite	Chlorite	Sericite	Biotite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Amphibole	Calcite	Epidote	Gypsum	Gibbsite	Goethite	Lepidocrocite	Pyrite	Hematite	Chalcopyrite	Bornite	Ten-tetra	Molybdenite	
101	S1101	Gd		•			•	•		⊙	⊙		•													
102	S1102	Gd								⊙	⊙	+	•													
103	G1002	Gd					•			⊙	⊙	+	+													
104	G1009	Gd								⊙	⊙	+	•	+												
105	G1010	Gd					•	•		⊙	⊙	+	+													
106	G1011	Gd					•			⊙	⊙	+	•													
107	G1012	Gd					•	+		⊙	⊙	+	+													
108	G1013	Gd			•					⊙	⊙	+	•									•				
109	G1014	Gd					•	+		⊙	⊙	+	+													
110	G1015	Gd			•					⊙	⊙	+	•													
111	G1016	Gd					•			⊙	⊙	+	•													
112	G1017	Gd			•					⊙	⊙	⊙	⊙													
113	G1018	Gd					•			⊙	⊙	⊙	⊙													
114	G1019	Gd						⊙		+	+	•	•													
115	G1020	Apl								⊙	⊙	⊙	⊙													
116	G1021	Gd			•					⊙	⊙	⊙	⊙													
117	G1022	Gd								⊙	⊙	+	+													
118	G1023	Gd						+		⊙	⊙	⊙	•									•				
119	G1024	Gd					•		•	⊙	⊙	⊙	⊙													
120	G1025	Gd			•		•			⊙	⊙	+														
121	G1026	Gd			•		•			⊙	⊙	+			•								•			
122	G1027	Gd			•					⊙	⊙	+	•													
123	G1028	Gd					•	•		⊙	⊙	+										•				
124	G1029	Gd					•	•		⊙	⊙	+	•													
125	G1030	Gd					•			⊙	⊙	+	+									+				
126	G1031	Gd					•			⊙	⊙	⊙	•													
127	G1032	Gd					•	•		⊙	⊙	+														
128	G1033	Gd			•					⊙	⊙	⊙	•													
129	G1034	Gd			•		•			⊙	⊙	⊙	•									•				
130	C1001	Gd			•					⊙	⊙	⊙	•													
131	C1002	Gd								⊙	⊙	+														
132	C1003	Gd								⊙	⊙	•	•													
133	C1004	Gd					+	+		⊙	⊙															
134	C1005	Gd					•	•		⊙	⊙															
135	C1006	Gd					+	+		⊙	⊙															
136	C1007	Gd					•	•		⊙	⊙															
137	C1008	Gd			+	+	•	•		⊙	⊙	⊙	•													
138	C1009	Gd			•		•			⊙	⊙	+														
139	C1010	Gd			•	+	⊙			⊙	⊙	⊙										?				
140	C1011	Gd			+			+		⊙	⊙	+														
141	C1012	Gd					•	+		⊙	⊙	+	+													
142	C1013	Gd						+		⊙	⊙	+	•													
143	C1014	Gd						+		⊙	⊙	+	•													
144	C1015	Gd			•			+		⊙	⊙	+														
145	C1016	Gd								⊙	⊙	+														
146	C1020	Gd					•			⊙	⊙															
147	C1021	Gd					•	+		⊙	⊙															
148	C1022	Gd						+		⊙	⊙		+									•				
149	C1023	Gd					•	+		⊙	⊙											•				
150	C1024	Gd					•	•		⊙	⊙															

Gd: granodiorite, Qp: quartz porphyry, Dp: diorite porphyry,  
 Ap: andesite porphyry, Apl: aplite  
 ⊙ abundant, ○ common, + a little, • rare, ? uncertain



Ser. No.	Sample No.	Rock Name	Montmorillonite	Ser./Mont. M. L.	Kaolinite	Halloysite	Chlorite	Sericite	Biotite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Amphibole	Calcite	Epidote	Gypsum	Gibbsite	Goethite	Lepidocrocite	Pyrite	Hematite	Chalcocopyrite	Bornite	Ten-tetra	Molybdenite	
151	C1025	Gd			.			.		⊙	⊙				.											
152	C1026	Gd			.			+		⊙	+															
153	C1027	Gd					.	.		⊙	⊙															
154	C1028	Gd								+				○						+						
155	C1029	Gd			.			.		⊙	⊙		.													
156	C1030	Gd						+		⊙	○															
157	C1031	Gd					.	+		⊙	⊙															
158	C1032	Gd						+		○	○															
159	C1033	Gd			.					⊙	⊙	○	.													
160	C1034	Gd						.		○	○		.									.				
161	C1035	Gd			.			○		⊙	⊙		.													
162	C1036	Gd					.	.		⊙	○															
163	C1037	Gd					+		.	⊙	○	○														
164	C1038	Gd					.			○	○	+														
165	C1039	Gd					.	○		⊙	⊙	+	.									?				
166	C1040	Gd					.	+		○	○															
167	C1041	Gd					.	+	.	⊙	⊙		.													
168	C1042	Gd					.	.		⊙	○															
169	C1043	Gd					.			⊙	○					.										
170	C1044	Gd			.		.			○	○	+			.											
171	C1045	Gd			.		○			⊙	⊙															
172	C1046	Gd			.		.	.		○	○		.													
173	C1047	Gd					.	.		⊙	⊙		.													
174	C1048	Gd			.		.	.		○	○		.													
175	C1049	Gd					.	.		⊙	○		.									.				
176	C1050	Gd					.	.		○	○		.													
177	C1051	Gd			.			○	.	⊙	⊙	+	.													
178	C1052	Gd					.	.		⊙	○															
179	C1053	Gd					.	.	.	⊙	⊙	+	.													
180	C1054	Gd			.		.	.		○	○		.													
181	C1055	Gd					.	.		⊙	⊙	○	+													
182	C1056	Gd			.		.	.		○	○		.													
183	C1057	Gd					+	.		⊙	⊙	+	+													
184	C1058	Gd			.					○	○	+														
185	C1059	Gd					.	○	.	⊙	⊙															
186	C1060	Gd					.	.		○	○		.													
187	C1061	Gd					.	+		⊙	⊙															
188	C1062	Ap					.	.	.	+	○	+	.		.											
189	C1063	Gd					+			⊙	○	.	+													
190	C1064	Gd					.	.		○	○		.									.				
191	C1065	Qp			.		.	.		⊙	⊙	○														
192	C1066	Gd			.		.	.		○	○		.													
193	C1067	Gd			.		.	.		⊙	⊙						+									
194	N1001	Gd			.		.	.		○	○	+	.													
195	N1002	Gd			.		.	.		⊙	⊙		.													
196	N1003	Gd			.		.	.		○	○		.													
197	N1004	Gd			.			○		⊙	⊙		+													
198	N1005	Gd								○	○	+	.													
199	N1006	Gd			.					⊙	⊙	○	+													
200	N1007	Gd								○	⊙	+	.													

Gd: granodiorite, Qp: quartz porphyry, Dp: diorite porphyry,  
 Ap: andesite porphyry, Apl: aplite  
 ⊙ abundant, ○ common, + a little, · rare, ? uncertain

Ser. No.	Sample No.	Rock Name	Montmorillonite	Ser./Mont. M. L.	Kaolinite	Halloysite	Chlorite	Sericite	Biotite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Amphibole	Calcite	Epidote	Gypsum	Gibbsite	Goethite	Lepidocrocite	Pyrite	Hematite	Chalcopyrite	Bornite	Ten-tetra	Molybdenite
201	N1008	Gd	+							⊙	⊙	+													
202	N1009	Gd						·		○	⊙		·												
203	N1010	Gd			·			+		⊙	⊙		+									·			
204	N1011	Gd					+	·		○	○			·	?										
205	N1012	Gd								⊙	⊙		+	·								·			
206	N1013	Gd								○	⊙		·												
207	N1014	Gd					+			⊙	⊙		·												
208	N1015	Gd								○	○		·												
209	N1016	Gd						·		⊙	⊙				·										
210	N1017	Gd								○	○	+	·												
211	N1018	Gd					+			⊙	⊙		·									·			
212	N1019	Gd			+			·		⊙	⊙				·										
213	N1020	Gd			·					○	⊙		·		·										
214	N1021	Gd					·			○	○	+													
215	N1022	Gd						○		⊙	⊙														
216	N1023	Gd					+			○	○														
217	N1024	Gd			·			·		⊙	⊙														
218	N1025	Gd						+		○	○														
219	N1026	Gd,Apl								⊙	⊙		+									·			
220	N1027	Gd			·					⊙	○	+	·												
221	N1028	Gd,Apl			·		○			⊙	⊙		·		?							?			
222	N1029	Gd						·		○	⊙	+	·												
223	N1030	Gd						+		⊙	○	+	·												
224	N1031	Gd			·			·		⊙	○		·												

Gd: granodiorite, Qp: quartz porphyry, Dp: diorite porphyry,  
 Ap: andesite porphyry, Apl: aplite  
 ⊙ abundant, ○ common, + a little, · rare, ? uncertain

Results of X-ray diffractive analysis of drill core in the Junin and Cuellaje areas.

Ser. No.	Sample		Rock Name	Montmorillonite	Ser./Mont. M. L.	Kaolinite	Halloysite	Chlorite	Sericite	Biotite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Amphibole	Calcite	Epidote	Gypsum	Gibbsite	Goethite	Lepidocrocite	Pyrite	Hematite	Chalcopyrite	Bornite	Ten-tetra	Molybdenite	
	No.	10.00																									
1	MJJ-10	10.00	Qp						○		◎										•						
2	MJJ-10	14.00	Qp						○		◎											•					
3	MJJ-10	22.00	Qp						○		◎											•					
4	MJJ-10	30.00	Qp						○		◎											•					
5	MJJ-10	38.00	Gd					•	•		○		○														
6	MJJ-10	60.00	Qp						+		◎					○						+					
7	MJJ-10	68.00	Gd			•			○		◎											•					
8	MJJ-10	88.00	Gd					+	○		◎		•	+													
9	MJJ-10	148.00	Gd					+	○		◎		○														
10	MJJ-10	170.00	Gd					+	○		◎		○	+													
11	MJJ-10	194.00	Gd					+	◎		◎		○	•	•							•					
12	MJJ-10	214.00	Gd					+	○		◎		•	•	+												
13	MJJ-10	256.00	Gd					+	○		◎	◎	+														
14	MJJ-10	278.00	Gd					+	+		○		○														
15	MJJ-10	298.00	Gd			•			○		○		+														
16	MJJ-11	10.00	Qp					•	◎		◎	◎										•					
17	MJJ-11	22.00	Gd						+		◎		•														
18	MJJ-11	38.00	Qp			•			○		◎	◎				+											
19	MJJ-11	50.00	Gd			•			○		○		+														
20	MJJ-11	76.00	Qp					+	○		◎	◎										•					
21	MJJ-11	98.00	Gd					•	○		◎	○															
22	MJJ-11	118.00	Gd						○		○	○	○														
23	MJJ-11	140.00	Gd						○		○	○	•	+													
24	MJJ-11	170.00	Gd						○		○	○															
25	MJJ-11	200.00	Gd			•			○		○	+	+														
26	MJJ-11	224.00	Gd						○		○	+	+														
27	MJJ-11	230.00	Gd			•			○		○	○															
28	MJJ-11	252.00	Gd					•	○		○	○															
29	MJJ-11	272.00	Gd			•			○		◎	○															
30	MJJ-11	296.00	Gd						○		○	○															
31	MJJ-12	10.00	Qp						+		○																
32	MJJ-12	34.00	Qp					•	○		◎	◎	+														
33	MJJ-12	42.00	Gd					•	○		○	○															
34	MJJ-12	74.00	Gd					+	◎	•	◎	◎	○									•					
35	MJJ-12	98.00	Gd			•			○		○	○	○														
36	MJJ-12	122.00	Qp						+		◎	○															
37	MJJ-12	130.00	Qp						•		○	○															
38	MJJ-12	146.00	Qp					•	○		◎	◎	○														
39	MJJ-12	154.00	Gd						○		◎	+	+														
40	MJJ-12	178.00	Qp						•		○	○	+														
41	MJJ-12	194.00	Gd			•			○		◎	◎	○														
42	MJJ-12	226.00	Gd			•			○		○	○	○														
43	MJJ-12	250.00	Qp						○		◎	○	○									•					
44	MJJ-12	258.00	Gd						○		◎	○	+														
45	MJJ-12	298.00	Gd						+		○	+	+									•					
46	MJJ-13	10.00	Gd					+	◎		◎	○	○									•					
47	MJJ-13	34.00	Gd			•			○		○	○	+			○											
48	MJJ-13	58.00	Gd						◎		◎					○											
49	MJJ-13	66.00	Dp						○		◎	+			•												
50	MJJ-13	90.00	Qp			•			◎		◎	○			+							•					

Gd: granodiorite, Qp: quartz porphyry, Dp: diorite porphyry  
 ◎ abundant, ○ common, + a little, • rare