


國立中央圖書館  
 藏書  
 中華民國  
 年 月 日  
 第 號

中華民國 年 月 日

JICA LIBRARY



J 1128275 (3)

國立中央圖書館  
 藏書

民國  
 年  
 月



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  
最終報告書

平成8年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



1128275 [3]

## 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・コジヤツヘ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、この調査を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は平成7年度を最終年次とするにあたり、金属鉱業事業団は調査団を平成7年7月5日から平成8年1月5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、平成3年度から平成5年度に実施されたフニン地域の調査結果と平成6年度及び本年度の調査結果をとりまとめた最終報告書である。

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8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 清瀧 昌三郎

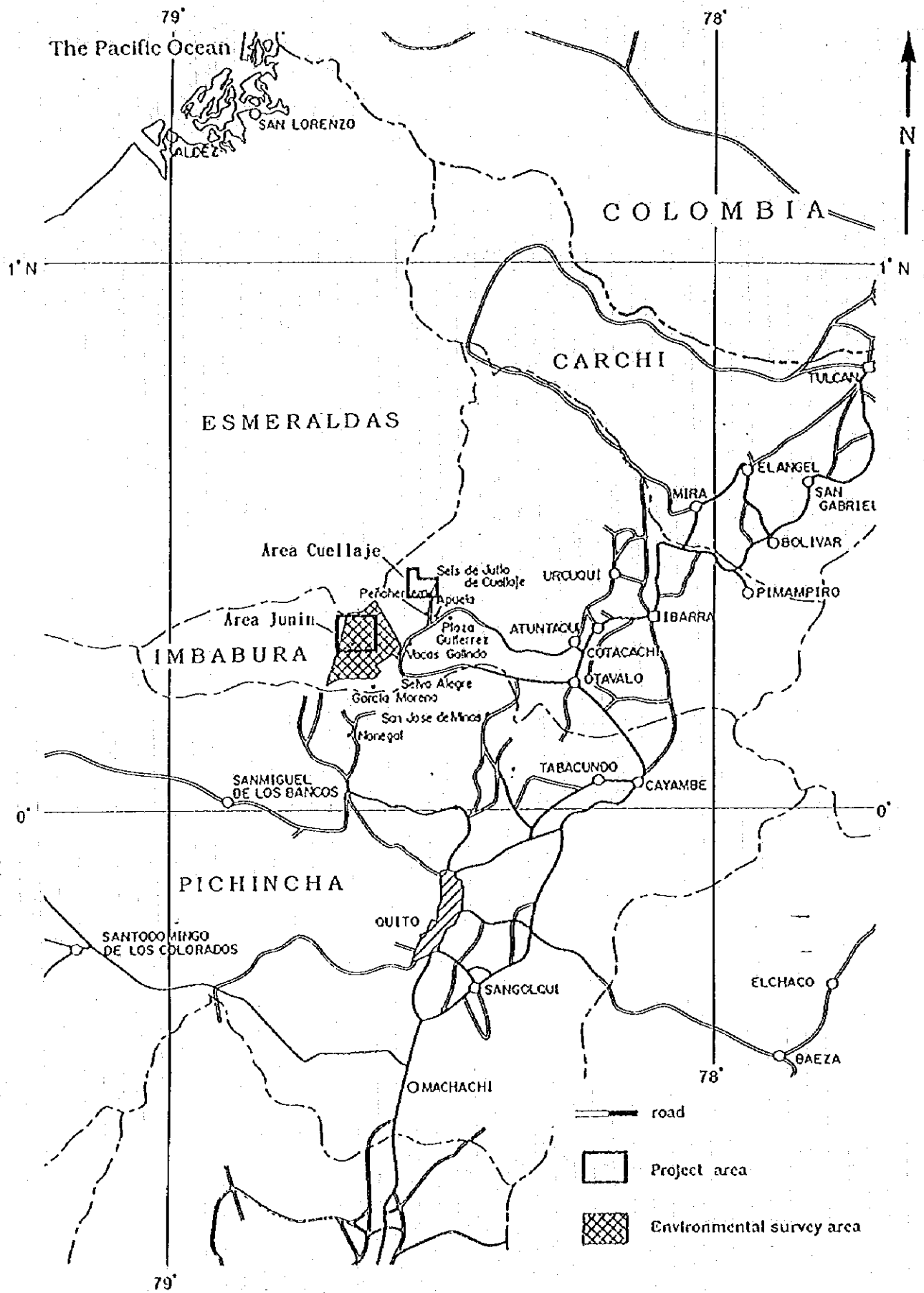


图1 調查地域位置圖

## 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日に取り決められた、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に基づき実施された。

調査の目的は、地質状況及び鉱床賦存状況を解明し、新鉱床を発見することであり、さらに相手国機関に対して技術移転を図ることである。また、フニン地区では鉱床の鉱量を求めるとともに、鉱山開発に伴う影響を予測・評価することである。

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。これらの地域は、アンデス山脈西縁にあり、首都キト(Quito)の北方約50 kmのインバブラ(Inbabura)州に位置する(図1)。本地域では、平成3年から平成5年までの間に資源開発協力基礎調査フニン地域として、また平成6年から本年度まで地域開発計画調査フニン・コジャッヘ地域として調査が実施された。これまでの調査の結果、調査地域には花崗閃緑岩中に貫入する石英斑岩及び閃緑斑岩付近に網状細脈状、鉱染状の銅・モリブデン鉱化作用が認められ、有望な鉱床の賦存が期待されている。

平成6年度及び平成7年度に実施したフニン地区及びコジャッヘ地区の調査結果は、下記の通りである。

フニン地区では地下深部の鉱化作用及び鉱化状況を確認するためのボーリング調査を、コジャッヘ地区では鉱化帯周辺の有望地を抽出するための地質調査、地化学探査、物理探査及びボーリング調査を実施した。また、フニン地区では環境影響調査も実施した。

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日までと平成7年7月5日から平成8年1月5日までの間に実施された。

### (1) フニン地区ボーリング調査

フニン川鉱化帯、コントロールシア沢鉱化帯、フォルツナ沢鉱化帯の地下深部を対象として実施した11本のボーリング調査の結果、花崗閃緑岩、石英斑岩、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、斑銅鉱、輝銅鉱と石英細脈に伴われる輝水鉛鉱の鉱化を捕捉した。11孔のうち平均品位Cu: 0.40%以上の高品位を示したのは、MJJ-17、MJJ-19、MJJ-20及びMJJ-22の4孔であり、下記のような鉱石分析の結果を得た。

MJJ-17 深度4.05 m-150.25 m、コア長146.20 m、 Cu: 0.46%、Mo: 0.019%

MJJ-19 深度7.30 m-301.03 m、コア長293.73 m、 Cu: 0.95%、Mo: 0.040%

MJJ-20 深度3.96 m-393.14 m、コア長389.18 m、 Cu: 0.58%、Mo: 0.027%

MJJ-22 深度4.50 m-304.08 m、コア長299.58 m、 Cu: 0.45%、Mo: 0.040%

また、深部で品位が高くなる傾向を示すのは、MJJ-14、MJJ-15、MJJ-17、MJJ-22、MJJ-23、MJJ-24の各孔であり、孔底から更に深部に良好部が連続している可能性が高い。本年度までのボーリング調査の結果から、フニン川鉱化帯東部、コントロールシア沢鉱化帯及びフォルツナ沢鉱化帯の地下深部に銅・モリブデンの良好な鉱化作用の存在する可能性が高く、また変質帯

の分布及び流体包有物均質化温度の分布傾向から、鉍化の中心の一つはコントロベルシア沢からリカ沢の範囲に位置していると推定される。

更に、岩石地化学探査の多変量解析の結果、ファクター1の高得点部がフニン川、コントロベルシア沢、フォルツナ沢の他に、北部のベルデ沢及び北東部に散在して分布していることが明らかとなり、フニン地区における銅・モリブデン鉍化作用は、かなり広い範囲に分布する可能性がある。

フニン地区の調査結果から、鉍床賦存の可能性の高い区域に対して、今後ボーリング調査及び地質精査等を行い、更に詳細な鉍床の品位及び鉍量を把握する必要がある。図2にフニン地区の今後の調査対象区域を示す。

## (2) フニン地区環境影響調査

フニン地区に存在する鉍化帯が将来開発されることにより、自然環境、社会環境、生活環境に影響を及ぼすことが予測されることから、アグアグルン川及びチャルグアヤク川の流域を含む約150 km<sup>2</sup>の範囲を対象として環境影響調査を実施した。今回の調査は、鉍山開発計画を仮定されて行われた事前環境影響評価調査である。

環境調査項目として、地形・地質、土壌、水象、植物、動物、景観、社会状況、大気質、水質、土壌質及び騒音の11項目を選定し、各調査項目について現況調査、予測・評価作業及び対策の検討を実施した。

現況調査の結果、調査地区はコタカチ・カヤバス自然保護区の南に隣接し、南部の農業開発による森林消滅帯と北部の森林地帯からなり、鉍山開発の可能性のある区域が環境緩衝地帯に位置していることが判明した。フニン川中流には小規模滞水盆が存在し、地下水の灌養が顕著であることが推定された。

鉍山開発に伴う影響の予測・評価の結果、下記のような影響が考えられる。

- 水象：フニン川の流量及び地下水の改変
- 動物：開発による野生動物の退避
- 植物：森林伐採による乾燥化
- 社会状況：雇用機会の増加、社会基盤の整備、住民移転
- 水質：水質の悪化

ネガティブな影響を少なくするため、十分な環境保全対策、保全計画の策定に必要な追加調査及び環境モニタリング調査が必要である。

環境保全対策として、最小範囲の森林伐採、周辺森林地帯への道路建設及び農業・林業活動の制限と監視、排水の水質管理、漏水防止を施した鉍山施設の建設などが考えられる。

追加調査として、地質調査、気象観測、動物・植物への影響調査、再植樹種の選択試験、遺跡調査及び鉍滓・土壌からの溶出試験などが考えられる。

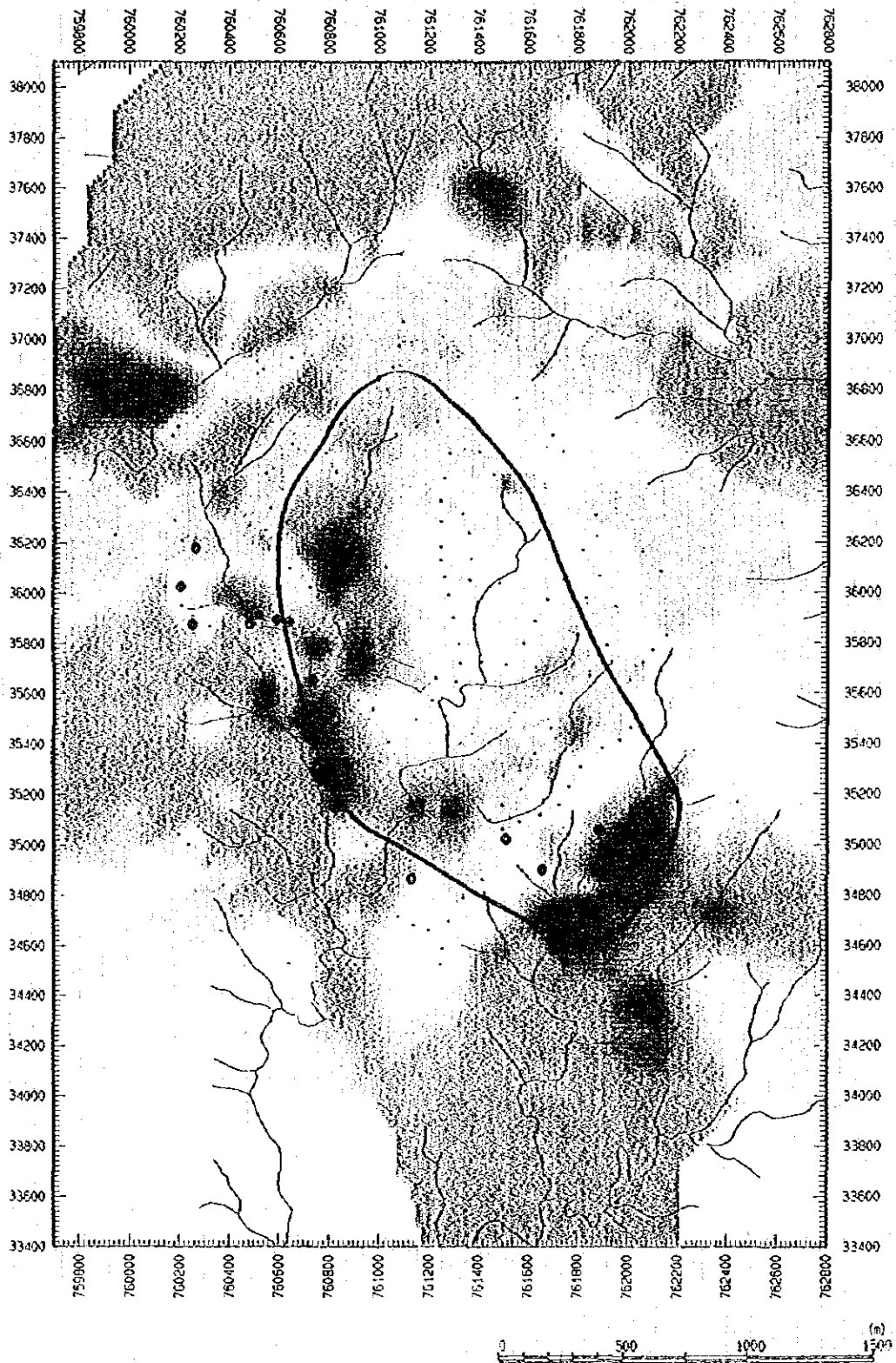
環境モニタリング調査としては、動物、植物、大気質、水質などを対象とした調査が考えられる。



(3) コジャッヘ地区地質調査、地化学探査、物理探査、ボーリング調査

コジャッヘ地区ではマグダレナ川鉱化帯の周辺部を対象に調査を実施した。地質調査の結果では、顕著な鉱化は認められなかった。また、地化学探査及び物理探査により異常帯を把握したが、小規模なものであると推定した。更に、4本のボーリング調査の鉱石分析の結果では、顕著な銅品位は得られなかった。

これらの調査結果から、コジャッヘ地区には経済的に開発可能な大規模鉱床が存在する可能性は低いと考えられ、今後の調査は必要ないと考える。



Recommendation area for further investigation

Red : Factor 1 Ag, Au, Cu, Io, S

◆ Location of holes (1991-1995)

Yellow : Factor 2 K, Rb

Blue : Factor 3 Ca, Na, Sr, Zn

図2 フニン地区の調査提案区域

## 目次

はしがき

調査位置図

要約

目次

1部 総論	1
第1章 緒言	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 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 調査量	6
1-2-5 調査団の構成	6
1-2-6 調査期間	10
第2章 調査地域の地理	11
2-1 位置及び交通	11
2-2 地形及び水系	11
2-3 気候及び植生	11
第3章 調査地域の一般地質及び鉱床	12
3-1 一般地質	12
3-2 鉱床	12
第4章 資源開発協力基礎調査フニン地域の調査結果の概要	15
4-1 フニン地区中央部及び周辺部調査	15
4-2 コジャッヘ地区調査	22
4-3 ブラウア地区調査	25
4-4 提言	25
第5章 地域開発計画調査フニン・コジャッヘ地域の調査結果の概要	27
5-1 フニン地区調査	27
5-2 フニン地区環境影響調査	34
5-3 コジャッヘ地区調査	36
第6章 調査の結論及び提言	40
6-1 結論	40
6-1-1 フニン地区調査	40
6-1-2 フニン地区環境影響調査	40

6-1-3	コジャッヘ地区調査	42
6-2	提言	42
6-2-1	フニン地区	42
6-2-2	コジャッヘ地区	43
II部 各論		45
第1章 フニン地区調査		45
1-1	平成6年度ボーリング調査	45
1-2	平成7年度ボーリング調査	49
1-3	地質、鉍化及び変質作用	60
1-4	地化学的特徴	63
1-5	鉍量の概算	66
1-6	開発計画の問題点	74
第2章 フニン地区環境影響調査		76
2-1	環境調査の概要	76
2-2	開発計画の概要	76
2-3	環境項目の選定	83
2-4	関連資料・情報の収集	83
2-5	調査の内容及び方法	85
2-6	現況調査	89
2-7	予測及び評価	111
2-8	環境保全対策	132
2-9	モニタリング計画	135
2-10	計画の実施スケジュール	135
第3章 コジャッヘ地区調査		136
3-1	地質調査	136
3-2	地化学探査	136
3-3	物理探査	138
3-4	ボーリング調査	143
3-5	鉍床賦存の可能性	144
III部 結論及び提言		147
第1章 結論		147
1-1	フニン地区調査	147
1-2	フニン地区環境影響調査	148
1-3	コジャッヘ地区調査	149
第2章 提言		150

2-1	フニン地区	150
2-2	コジャツヘ地区	150
	参考文献	151
	図表一覧	155

一 部 總 論

## 1部 総論

### 第1章 緒言

#### 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ボーファイリー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する。1981年から1982年までDGGMの北西部プロジェクトとして調査され、いくつかの有望地区が抽出されたが、その後の調査は実施されていない経緯がある。1991年から1993年まで資源開発協力基礎調査フニン地域（フニン地区、コジャッヘ地区、ブルラウア地区）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(ICA)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。資源開発協力基礎調査フニン地域と地域開発計画調査フニン・コジャッヘ地域（フニン地区、コジャッヘ地区）の調査範囲を図1-1に示す。

地域開発計画調査フニン・コジャッヘ地域の調査は、平成6年度を第1年次とし、平成7年度を最終年次として実施された。金属鉱業事業団は、調査団を平成6年度調査として平成6年10月3日から平成7年1月15日まで、平成7年度調査として平成7年7月5日から平成8年1月5日まで現地に派遣した。

#### 1-2 調査の概要

##### 1-2-1 調査地域

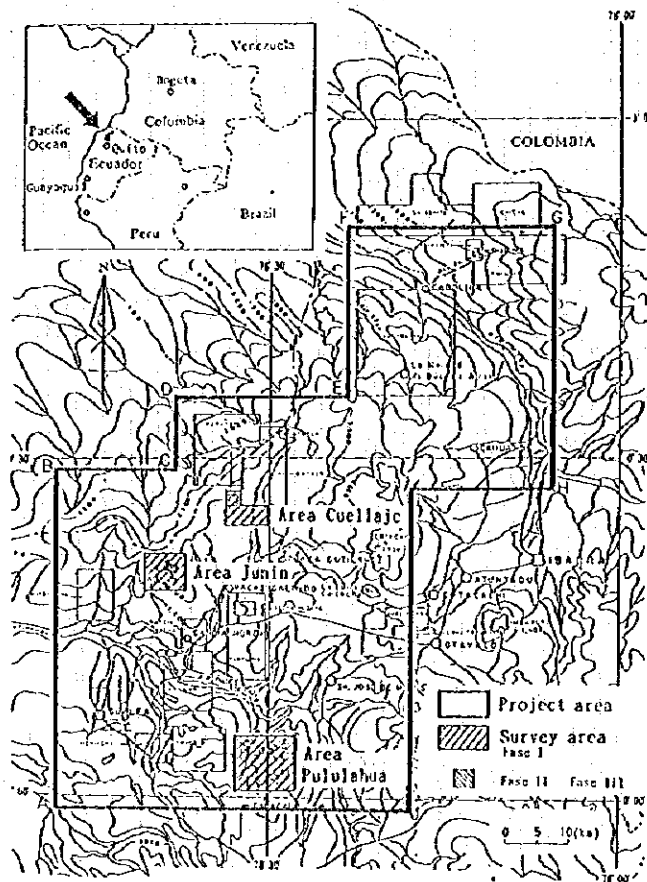
調査地域は、フニン(Junin)地区とコジャッヘ(Cuellaje)地区の2地区からなる（図1、図1-1-1、図1-1-2、図1-1-3、図1-1-4）。

##### 1-2-2 調査目的

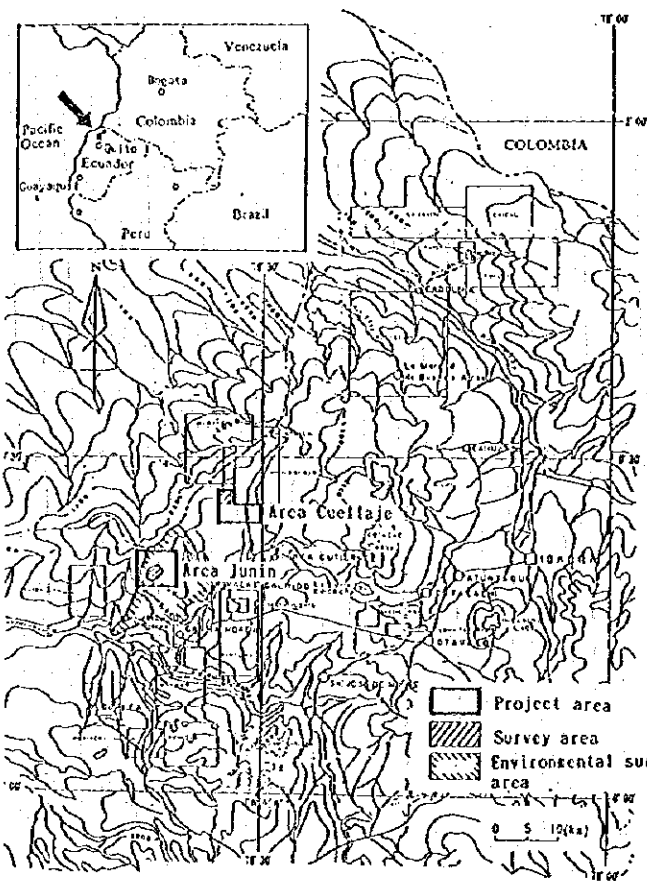
本調査の目的は、エクアドル共和国のフニン・コジャッヘ地域の地質状況及び鉱床賦存状況を解明することにより、新鉱床を発見することである。また、フニン地区では鉱床の鉱量を求めるとともに、環境現況の把握、環境保全目標の設定、予測・影響評価、対策を検討する環境影響調査を行うことである。さらに、相手国機関に対して技術移転を図ることである。

##### 1-2-3 調査方法

本調査では、地質調査、地化学探査、物理探査及びボーリング調査を実施した。また、フニン地区では環境影響調査も実施した。



Junin Project  
(1991-1993)



Junin and Cuellaje Project  
(1994 and 1995)

図 1-1-1 フニン地域及びフニン・コジャツヘ地域調査位置図



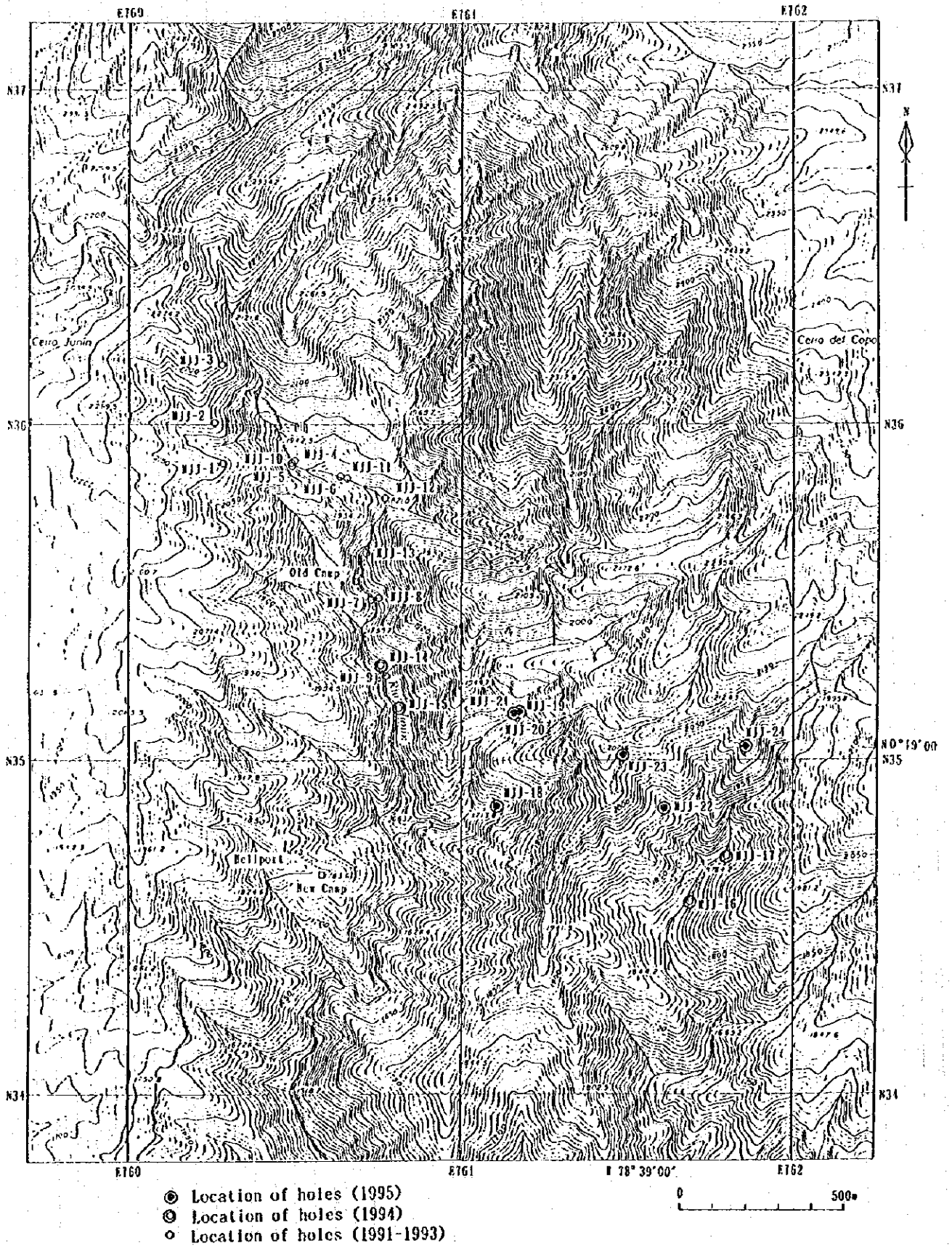


図 1-1-2 フニン地区ボーリング調査位置図

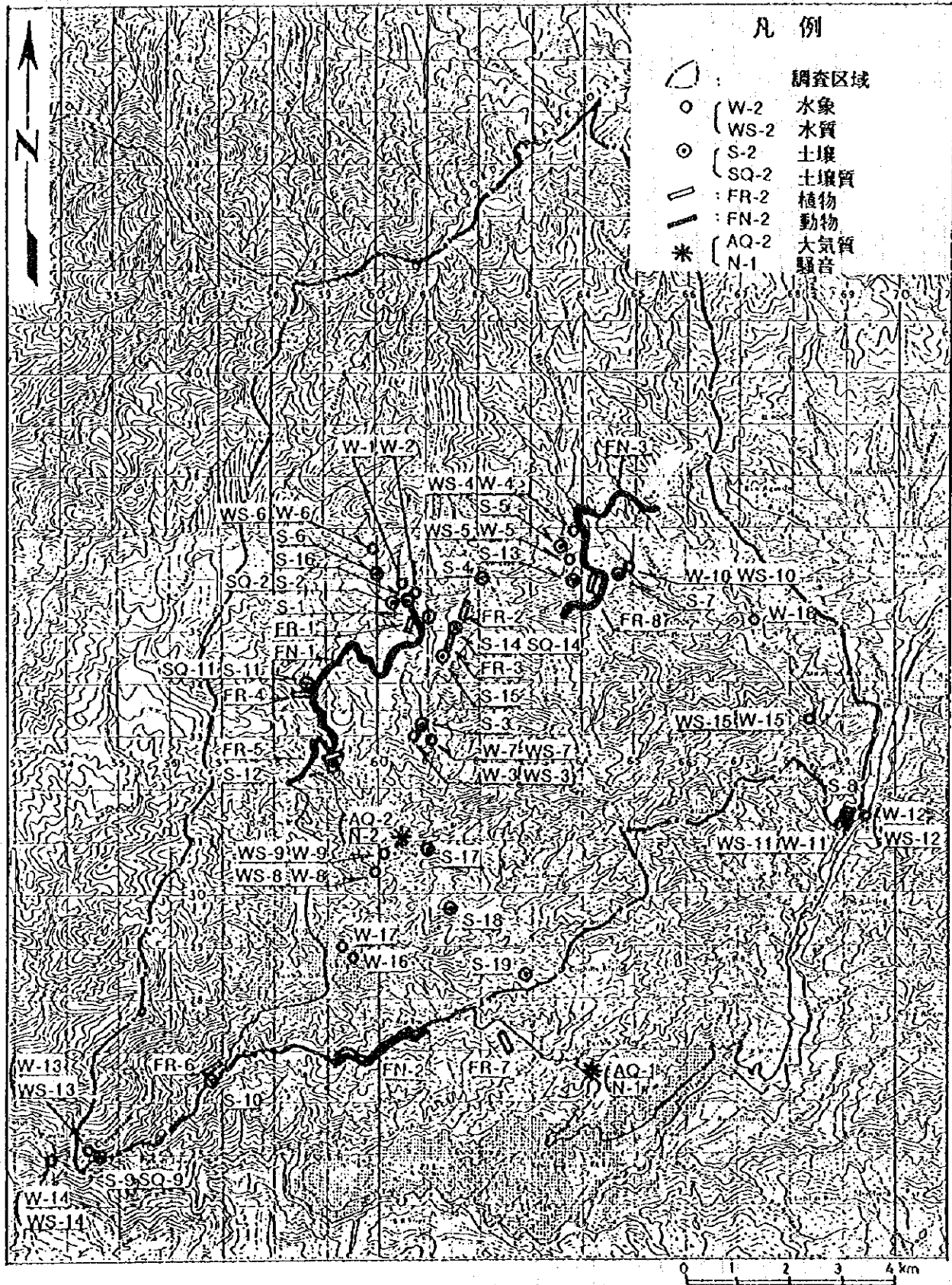


図 1-3 フニン地区環境影響調査位置図

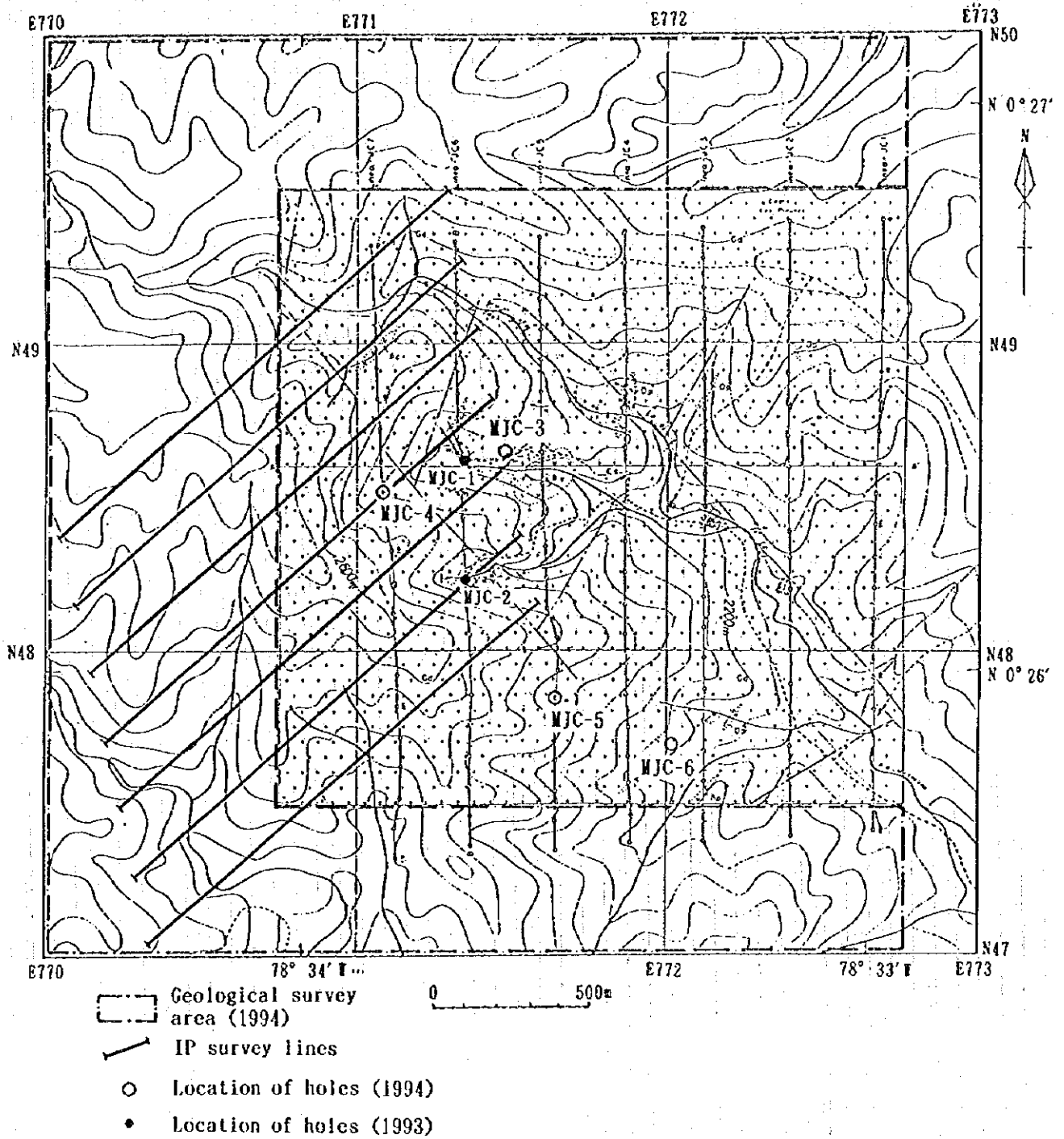


図 1-1-4 コジャツヘ地区調査位置図

#### 1-2-4 調査量

本調査の各年度に実施した調査量は、表1-1-1に示す。

#### 1-2-5 調査団の構成

本調査は、日本側及びエクアドル側から各々人員を派遣して実施された。調査団の構成は、下記の通りである。

##### (1) 平成6年度調査

###### 1) 事前調査及び協定折衝

###### 日本側

佐藤 彬 (JICA/MMAJ)

塩川 智 (JICA/MMAJ)

水沢 誠 (MMAJ)

###### エクアドル側

Ramon Vera (CODIGEM)

Juan Cevallos (CODIGEM)

Juan Sosa (CODIGEM)

Gabriel Valenzuela (CODIGEM)

###### 2) 現地指導監督

###### 日本側

佐藤 直樹 (MMAJ)

###### エクアドル側

Jorge Sevilla (CODIGEM)

Juan Cevallos (CODIGEM)

Gabriel Valenzuela (CODIGEM)

###### 3) 現地調査

###### 日本側

南野 正彦 (BEC)

那古屋 豊 (BEC)

杉山 和稔 (BEC)

David Escobar (BEC)

松久保和人 (BEC)

###### エクアドル側

Gabriel Valenzuela (CODIGEM)

Carlos Ortiz (CODIGEM)

Vicente Fialtos (CODIGEM)

Bolivar Revelo (CODIGEM)

Fernando Grijalva (CODIGEM)

Luis de la Torre (CODIGEM)

Alfonso Vaca (CODIGEM)

Franklin Ortega (CODIGEM)

Ricardo Rosales (CODIGEM)

##### (2) 平成7年度調査

###### 1) 現地指導監督

###### 日本側

佐々木雄一 (MMAJ)

###### エクアドル側

Efren Galarraga (CODIGEM)

Juan Sosa (CODIGEM)

###### 2) 現地調査

###### 日本側

###### エクアドル側

表 1-1-1 調査量一覧表(1)

(1) 調査量(1994)

フニン地区ボーリング調査

試錐番号	位 置	標高(m)	方 向	傾 斜	深度(m)
MJJ-14	N35.291 E760.755	1,736.99	N90° E	-45°	300.58
MJJ-15	N35.135 E760.805	1,709.97	N90° E	-45°	301.21
MJJ-16	N34.564 E761.687	1,769.49	-	-90°	150.73
MJJ-17	N34.710 E761.815	1,796.75	-	-90°	150.25
MJC-3	N48.656 E771.475	2,428.00	-	-90°	300.70
MJC-4	N48.518 E771.085	2,484.00	-	-90°	301.00
MJC-5	N47.848 E771.630	2,408.00	-	-90°	300.50
MJC-6	N47.695 E772.014	2,274.00	-	-90°	301.00

コジャツヘ地区地質調査

調査面積	4 km <sup>2</sup>
踏査ルート長	21 km
岩石試料数	224 個

コジャツヘ地区物理探査

測線長	11.9 km
測線数	7
測定数	455 回

(2) 室内試験数量(1994)

フニン地区ボーリング調査

試錐番号	薄片	研磨片	X線回折試験	流体包有物均質化温度測定	化学分析
MJJ-10	0	0	15	0	27
MJJ-11	0	0	15	0	32
MJJ-12	0	0	15	0	58
MJJ-13	0	0	15	0	134
MJJ-14	9	0	42	3	314
MJJ-15	15	0	43	3	227
MJJ-16	3	0	23	1	148
MJJ-17	4	0	18	1	144
MJC-1	0	0	11	0	18
MJC-2	0	0	9	0	46
MJC-3	7	0	31	0	76
MJC-4	5	0	27	1	102
MJC-5	4	0	21	1	25
MJC-6	5	0	29	0	25
total	47	0	314	10	1,376

分析成分: Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo y Fe

フニン地区地化学探査

化学分析(Ca, Na, K, Rb, Sr)	85 個
-------------------------	------

コジャツヘ地区地質調査

薄片	21 個
研磨片	13 個
X線回折試験	224 個
流体包有物均質化温度測定	10 個
化学分析(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo y Fe)	28 個
化学分析(Ag, Au, Ca, Cu, Fe, Mo, Na, K, Pb, Rb, S, Sr, Zn)	224 個
化学分析(Ca, Na, K, Rb, Sr)	206 個

コジャツヘ地区物理探査

比抵抗測定	24 個
分極率	24 個

表 1-1-1 調査量一覧表 (2)

(1) 調査量(1995)

フニン地区ボーリング調査

試錐番号	位 置	標高(m)	方 向	傾 斜	深度(m)
MJJ-18	N34.864 E761.106	1,742.00	N90° E	-45°	302.56
MJJ-19	N35.146 E761.180	1,817.74	N90° E	-45°	301.03
MJJ-20	N35.146 E761.180	1,817.74	-	-90°	393.14
MJJ-21	N35.145 E761.162	1,817.50	N 0° E	-45°	307.14
MJJ-22	N34.860 E761.615	1,911.00	-	-90°	304.08
MJJ-23	N35.015 E761.490	2,030.05	-	-90°	401.68
MJJ-24	N35.040 E761.865	2,029.50	-	-90°	401.68

フニン地区環境影響調査

調査面積	150 km <sup>2</sup>
水系調査	18 地点、4 回
地象調査	15 km
土壌調査	19 地点
大気汚染調査	2 地点、2 回
騒音調査	2 地点、2 回
動物調査	15 km
植物調査	8 地点、各 400 m

(2) 室内試験数量(1995)

フニン地区ボーリング調査

試錐番号	薄片	研磨片	X線回折試験	流液包有物均質化湿度測定	化学分析
MJJ-18	4	3	15	3	92
MJJ-19	5	4	22	5	290
MJJ-20	4	2	32	3	345
MJJ-21	3	2	21	3	241
MJJ-22	3	3	22	3	146
MJJ-23	3	4	20	3	200
MJJ-24	4	3	20	3	194
total	26	21	152	23	1,508

Elementos quimicos analizados ; Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo y Fe

フニン地区環境影響調査

水質分析 分析成分	12 個、2 回 SS, DO, COD, Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Pb, Zn, Mo, Cd, As Mn, Cr, SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> y NO <sub>3</sub>
土壌分析 分析成分	4 個 Cu, Pb, Zn, Mo, Cd, As, Cr y Hg
粒度試験	12 個
降下煤塵試験	2 個

表 1-1-1 調査量一覧表 (3)

(3) 地化学試料分析(1995)

フニン地区ボーリングコア

試錐 番号	化学分析 (Ca, K, Na, Sr, Fe, Rb, S)	化学分析 (Ca, K, Na, Sr, Rb, S)
MJJ-4	13	0
MJJ-5	3	0
MJJ-6	15	0
MJJ-7	3	0
MJJ-8	23	0
MJJ-9	14	0
MJJ-10	16	6
MJJ-11	23	7
MJJ-12	16	14
MJJ-13	7	20
MJJ-14	0	31
MJJ-15	0	30
MJJ-16	0	15
MJJ-17	0	16
MJJ-18	0	19
MJJ-19	0	30
MJJ-20	0	39
MJJ-21	0	30
MJJ-22	0	30
MJJ-23	0	40
MJJ-24	0	39
total	133	366

フニン地区岩石

	化学分析 (Ca, K, Na, Sr, Fe, Rb, S)	化学分析 (Fe, S)
岩石試料(1991)	304	0
岩石試料(1992)	130	85
Total	434	85

南野 正彦 (BEC)  
那古屋 豊 (BEC)  
梶間 幹雄 (BEC)  
富山 真吾 (BEC)  
徳岡 昭治 (BEC)

Juan Sosa (CODIGEM)  
Hugo Orbea (CODIGEM)  
Marlon Ponce (CODIGEM)

JICA:国際協力事業団  
MMAJ:金属鉱業事業団  
CODIGEM:地質鉱物冶金調査開発公社  
BEC:大手開発株式会社

#### 1-2-6 調査期間

各年度の調査期間は、下記の通りである。

##### (1) 平成6年度調査

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
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

##### (2) 平成7年度調査

現地指導監督	平成7年11月27日-平成7年12月11日
ボーリング調査	平成7年 7月 5日-平成8年 1月 5日
環境影響調査	平成7年 9月 4日-平成7年11月 3日
	平成7年11月27日-平成8年 1月 5日
解析・報告書作成	平成8年 1月 6日-平成8年 2月29日



## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置及び交通

本調査地域は、首都キトの北部50 kmのインバブラ (Inbabula)州に位置する。調査地域は、フニン地区及びコジャッヘ地区の2地区からなる (fig. 1)。フニン地区の宿舎はガルシアモレノ (Garcia Moreno)に、コジャッヘ地区の宿舎はコジャッヘに設置した。首都キトからガルシアモレノまでオタバロ (Otavalo) 経由で距離約200 km、車で5時間である。ガルシアモレノからチャルグアヤクアルト (Chalguayaku Alto)まで20 km、車で1時間、チャルグアヤクアルトからフニンヘリポートまで10 km、車で30分である。首都キトからコジャッヘまではオタバロ経由で約200 km、車で5時間かかる。

### 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のトイサン (Toisan) 山脈の南部及び南東部に位置する。フニン地区は、標高1,500-3,500 m間に、コジャッヘ地区は標高1,800-2,600 m間にあり、2地区とも急峻な地形である。地域周辺の主な山としてはコジャッヘ地区東方のコタカチ山 (Cotakachi, 標高4,937 m)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、南部のグアイジャバンバ川 (Rio Guayllabamba)は西に向かって流れ、エスメラルダス川 (Rio Esmeraldas) に合流し、太平洋に注ぐ。これに2級以下の河川がNE-SW方向及びN-S方向に錯綜する流路を示す。調査地域の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 (Q. Fortuna)、NW-SE方向のリモニタ沢 (Q. Limonita)、クリソコラ沢 (Q. Crisocola)等がある。コジャッヘ地区では、NW-SE方向のマグダレナ川 (Rio Magdalena)及びサンホアキン川 (Rio San Joakin)が主な河川である。

### 2-3 気候及び植生

本地域の気候は、熱帯高地性多湿気候である。年間の温度は、17-24度、湿度50-75%、年間降水量は2,000-3,000 mmである。雨期は12月から4月であり、乾期は5月から11月である。

フニン地区の植生は、標高1,600-2,000 mより高地では主に熱帯高地性密林であり、低地では畑あるいは牧場である。コジャッヘ地区では、沢及び高地の一部は密林であるが、大部分は畑あるいは牧場である。

### 第3章 調査地域の一般地質及び鉄床

#### 3-1 一般地質

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(図1-3-1)。

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なる。

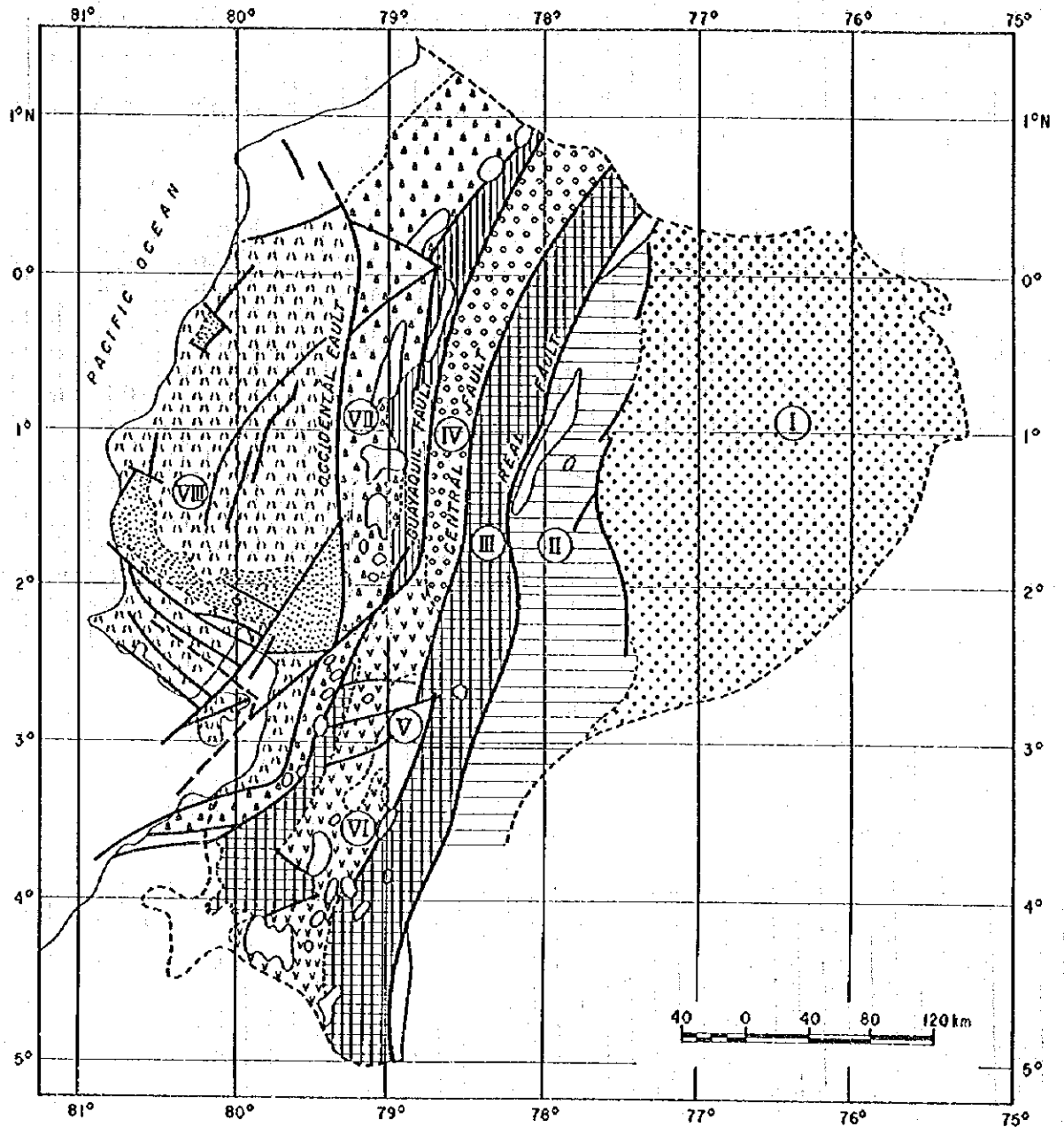
山岳地帯の地質は、西から東へ西部山脈、アンデス内部低地及び東部山脈の3つの単元に区分される。西部山脈は、主として白亜紀から暁新世の火山岩(マクチ(Macuchi)層)が発達する地域であるが、南西部には古生代及び先カンブリア紀の基盤が分布する。アンデス内部低地には多くの堆積盆地があり、河川や湖沼堆積物及び火山堆積物を伴っている。東部山脈は、時代未詳(先カンブリア紀~中生代)の変成岩類や火山岩類からなる。

東部地帯の地質は、石炭系~第四系よりなる。

フニン・コジャッヘ地域は西部山脈に属し、地質は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、地域東方には第四紀の溶岩及び各種火山噴出物が分布する(MRNE/DGGM,1982)。調査地域は全て花崗岩類からなり、その花崗岩類の時代について、パソリス状の花崗閃緑岩岩体から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)花崗閃緑岩パソリスの分布に代表されるN-S~NNE-SSW方向である。

#### 3-2 鉄床

エクアドルの鉄床区は、東部及び西部の2つの鉄床区に大別され、更にこれら2つの鉄床区は8つの鉄床帯にそれぞれ細分される(INEMIN,1988,図1-3-1,表1-3-1)。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-複向斜鉄床帯に属する。本鉄床帯は、北はコロンビアのピエドラランチャ(Piedorancha)鉄床に、南はエクアドルのテルンベラ(Telimbela)鉄化帯、エル・トルネアド(El Tornéado)鉄化帯及びチャウチャ(Chaucha)鉄床、さらにペルーのミチイキジャイ(Michiquillay)鉄床にまで連続する。ピエドラランチャ鉄床近傍には金鉄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物鉄床、ポルトベ(Portovelo)多金属鉄脈鉄床等が存在し、本鉄床帯はポーフイリーカッパー鉄床の他にも各種鉄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、花崗閃緑岩中に鉄染状及び脈状の銅・モリブデン鉄化作用が確認されており(JICA/MMAJ,1992)、ポーフイリーカッパー鉄床の賦存が期待されている。



LEGEND

- |     |  |   |      |  |   |
|-----|--|---|------|--|---|
| I   |  | Iquitos Basin   | VII  |  | Anticlinorium-Synclinerium 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  |  | Catamayo Synclinerium Graben                              |      |  |   |

図 1-3-1 エクアドルの地質構造及び鉱床区

表 1-3-1 エクアドルの地質構造及び鉱床区

Topography		Geology	Metallogenetic Province	Metallogenetic Zone	Metallogenetic Sub-Province
Galapagos Islands		Pliocene ~ Quaternary			Cu-Ni-Co Sub-Province of Ocean Floor (Quaternary)
Coast		Pre-Cretaceous ~ Pleistocene (Pinon 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	Oriental (Continental Crust, Miogeosyncline)	III. Anticlinorium of Real, Moromoro and Mallepungo Cordillera	Sn-W-U Sub-Province of Real Cordillera (Later Paleozoic)	
Orient	Carboniferous ~ Cretaceous		II. Oriental Pre-Andean Zone	Au Sub-Province of Orient Basin (Mesozoic ~ Cenozoic)	
	Tertiary ~ Quaternary		I. Iquitos Basin		

## 第4章 資源開発協力基礎調査フニン地域の調査結果の概要

フニン地区、コジャッヘ地区及びブルラウア地区にて実施された調査の結果を下記に述べる。

### 4-1 フニン地区中央部及び周辺部調査

#### 4-1-1 地質調査

フニン地区中央部及び周辺部の調査位置を図1-4-1に示す。

フニン地区中央部及び周辺部の地質は、花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩からなる。花崗閃緑岩は、アプエラーナネガルバツリスに属する(図1-4-1、図1-4-2、図1-4-3、図1-4-4)。

フニン地区中央部及び周辺部の鉱化帯は、産状からタイプI、タイプII及びタイプIIIの3つのタイプに区分される。

タイプIは、変質帯を伴い鉱染状及び脈状の銅-モリブデン鉱物からなる。

タイプIIは、花崗閃緑岩中の銅-モリブデン-銀鉱脈である。

タイプIIIは、酸性変質帯中の石英脈である。

フニン地区中央部のリモニタ沢鉱化帯では、タイプIIが発達する。クリソコラ沢鉱化帯では、長さ50 m、幅1.1 mのタイプIIが発達する。フニン川鉱化帯では、長さ500 m、幅200 mの範囲にタイプI及びタイプIIが発達する。コントロベルシア沢鉱化帯では、長さ200 m、幅150 mの範囲にタイプI及びタイプIIが発達する。リカ沢鉱化帯ではタイプI及びタイプIIが発達する。フニン地区周辺部のクリスタル沢鉱化帯では、タイプI及びタイプIIが発達する。エスペランサ沢鉱化帯では、鉱脈の延長が1 kmに達するタイプIIが発達する。フォルツナ沢鉱化帯では、長さ600 m、幅200 m、高低差200 mの範囲にタイプI及びタイプIIが発達する。

#### 4-1-2 地化学探査

岩石地化学探査の結果、鉱化帯ではCu-Mo異常帯が、鉱化帯の周辺ではPb-Zn異常帯がそれぞれ分布することが明らかとなった。

沢砂地化学探査の結果、Cu-Pb-Zn異常帯がリモニタ沢、フォルツナ沢、クリソコラ沢鉱化帯に沿ってそれぞれ分布することが明らかとなった。

地化学探査の結果、地化学異常帯は鉱化帯と密接な関係を示している。

#### 4-1-3 ボーリング調査

リモニタ沢及びフニン川にて13孔のボーリング調査を行った(図1-4-3)。ボーリング孔付近の地質断面を図1-4-5に示す。

リモニタ沢のボーリング調査の結果、鉱化帯が北東方向の地下深部に存在することが明らかとなった。鉱石分析結果は、下記の通りである。

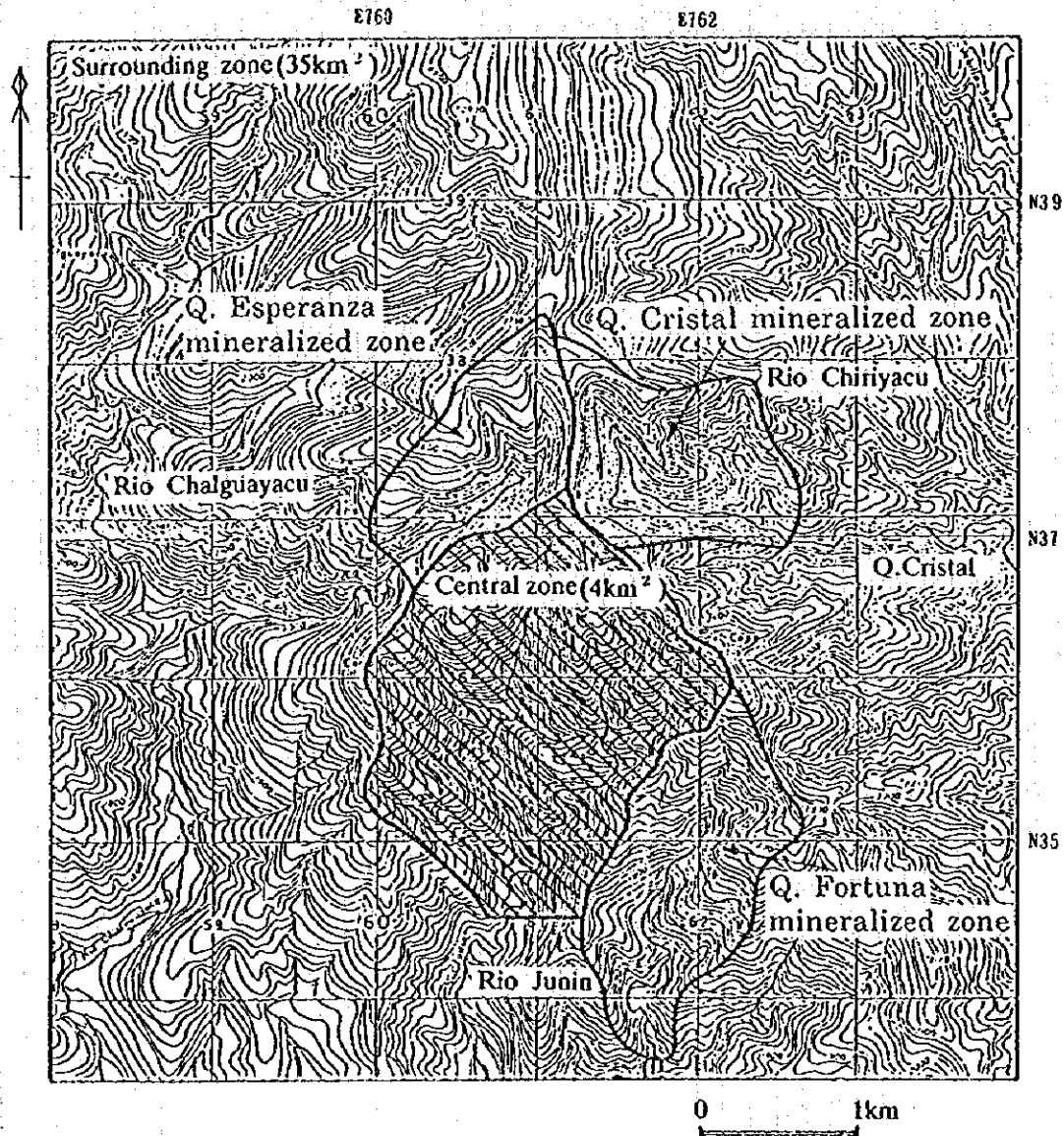


図 1-4-1 フニン地区中央部及び周辺部調査位置図

Geologic Age		Ma	Igneous Activity	Mineralization and alteration	
Cenozoic	Quaternary	Holocene	0.01	Igneous Activity: Gd, Dp to Ap, Qp Mineralization and alteration: Dissemination & network type (Cu-Mo), Vein type (Cu-Mo), Acidic alteration	
		Pleistocene	1.7		
	Neogene	Pliocene	5.1		
		Miocene	Upper		5.1
			Middle		
		Lower			
		Oligocene	Upper		24
			Lower		
	Eocene		Upper		38
			Middle		
		Lower			
	Paleocene	Upper	55		
		Lower			
		Upper Cretaceous	Maastrichtian		65
			Campanian		
	Mesozoic	Cretaceous	Santonian		
			Coniacian		
			Turonian		
			Cenomanian		96
			Albian		
Lower Cretaceous		Aptian			
		Barremian			
		Hauterivian			
		Valanginian			
		Berriasian	143		

图 1-4-2 地質模式柱状图

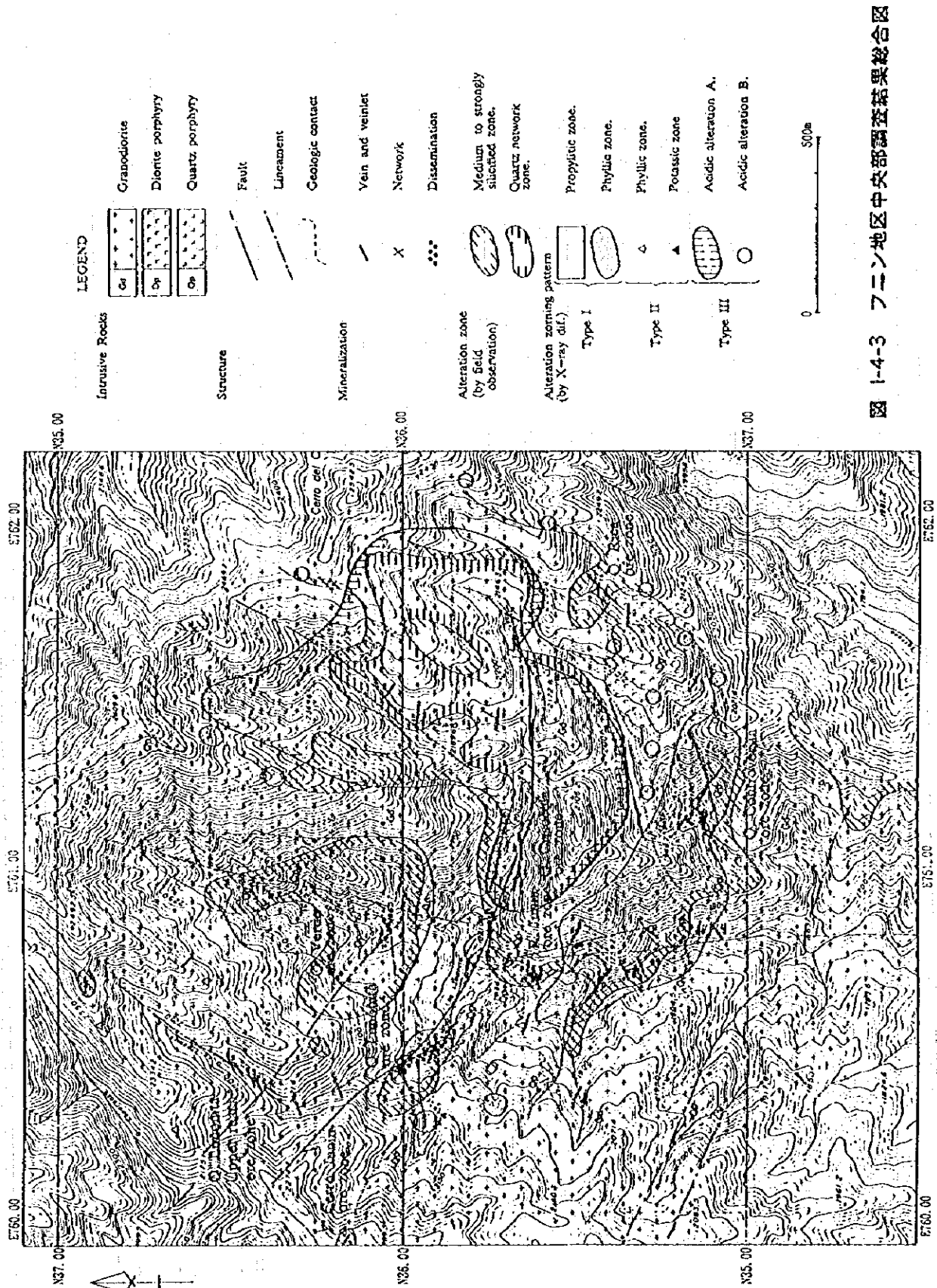


图 1-4-3 芬尼山地区中央部調査結果綜合図



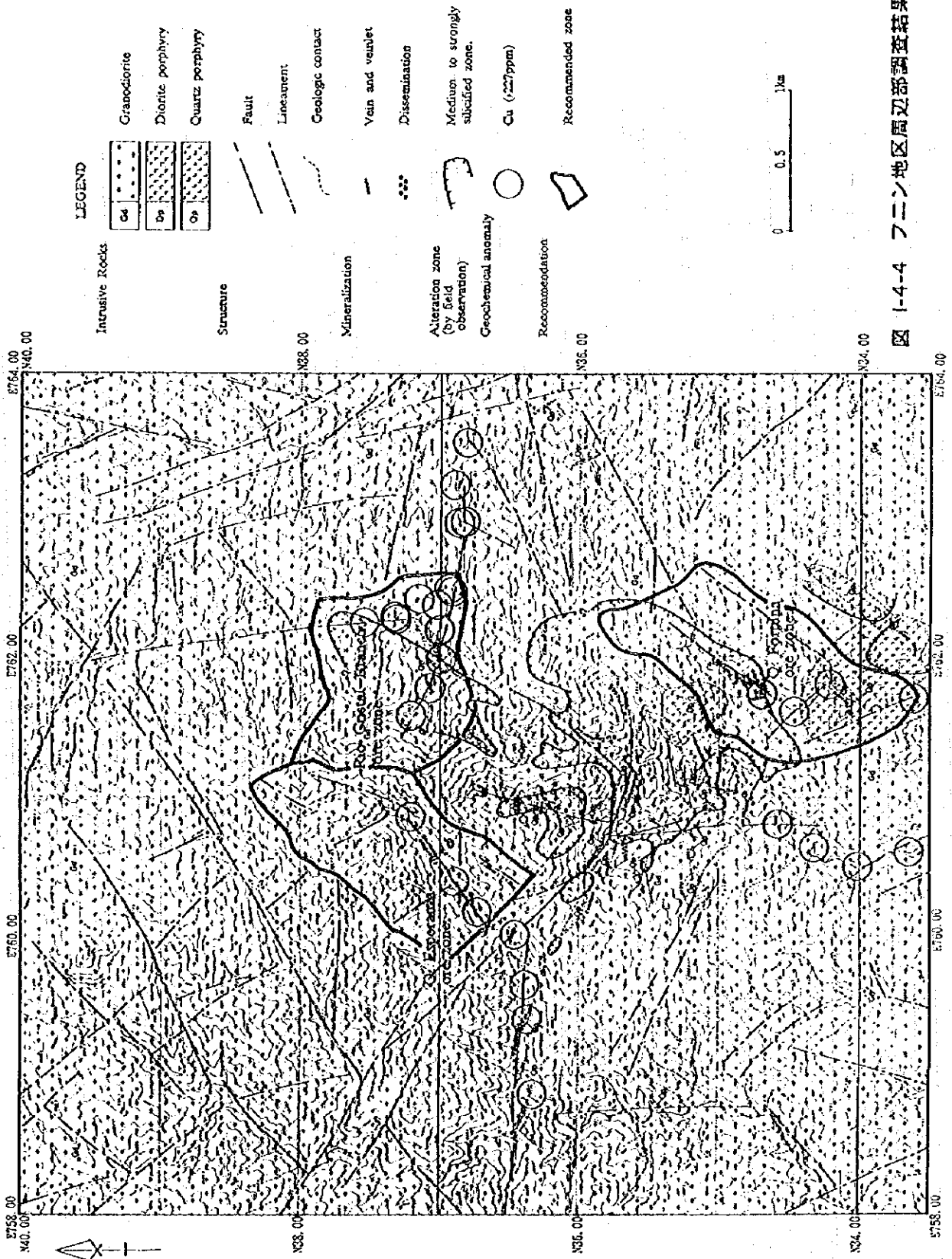
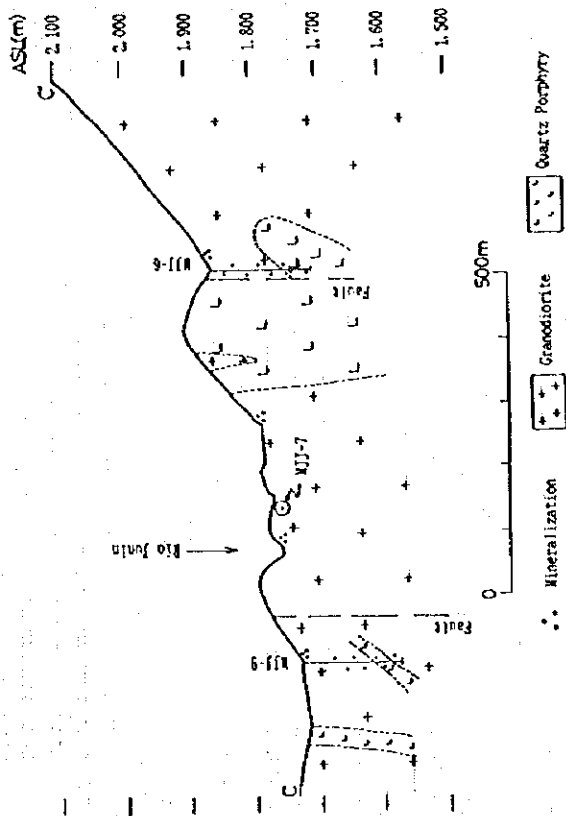
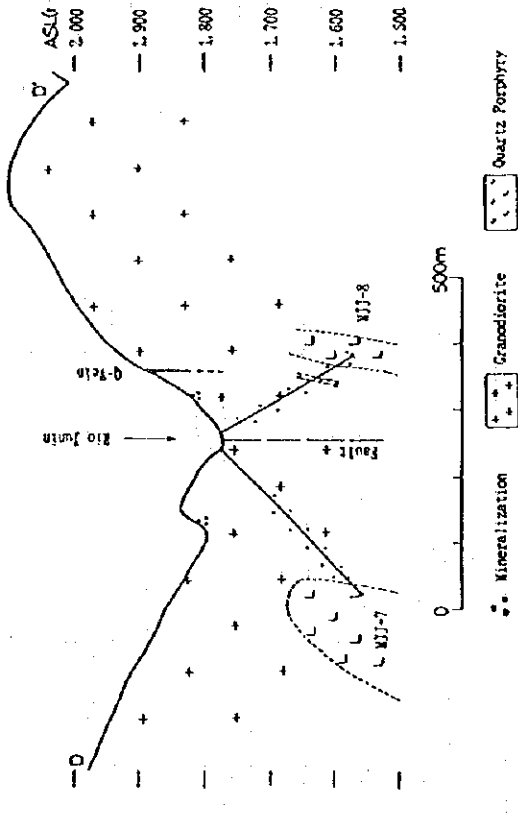


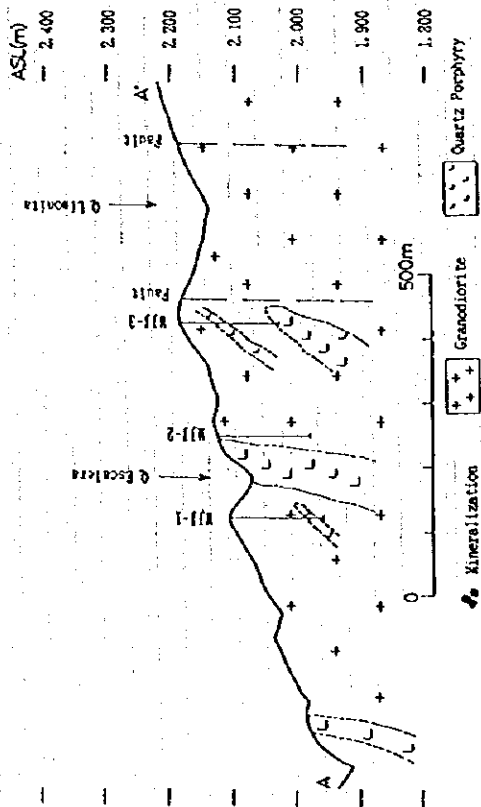
図 1-4-4 フニン地区周辺部調査結果総合図



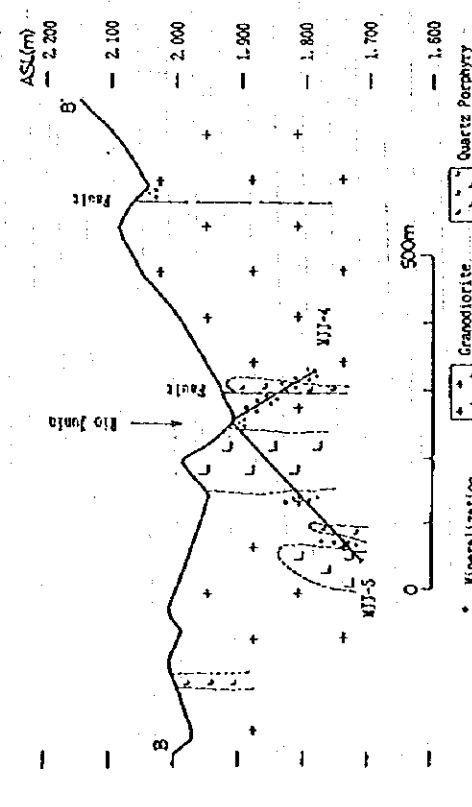
Geologic profile of MJJ-6 and MJJ-9



Geologic profile of MJJ-7 and MJJ-8



Geologic profile of MJJ-1, MJJ-2 and MJJ-3



Geologic profile of MJJ-4 and MJJ-5

図 1-4-5 フニン地区ボーリング地質断面図(1)

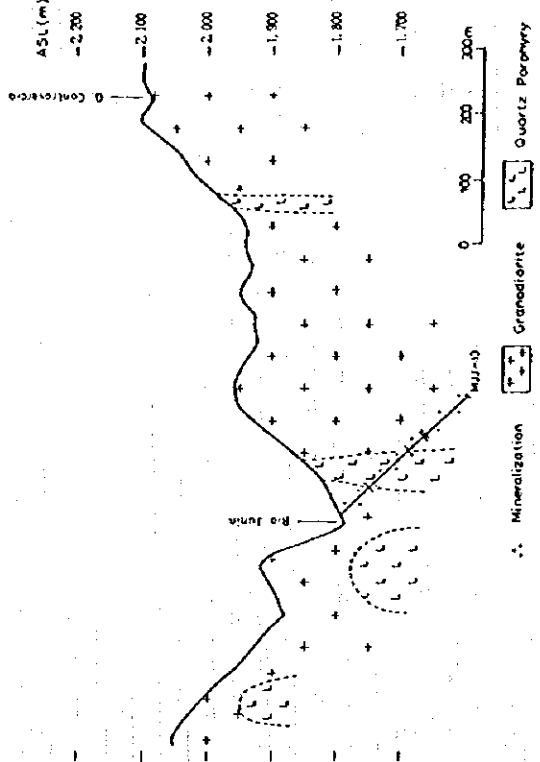
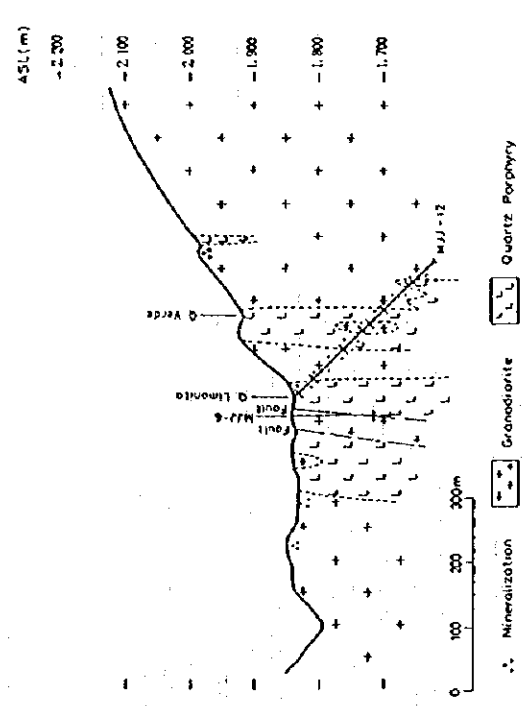
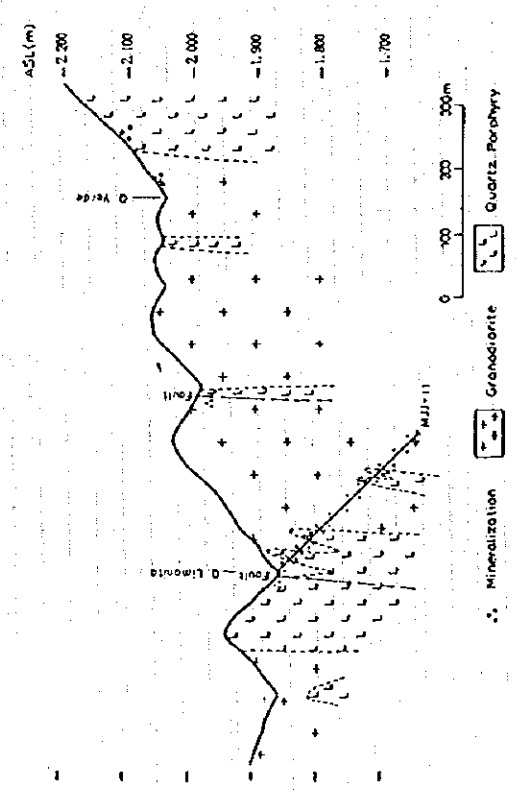
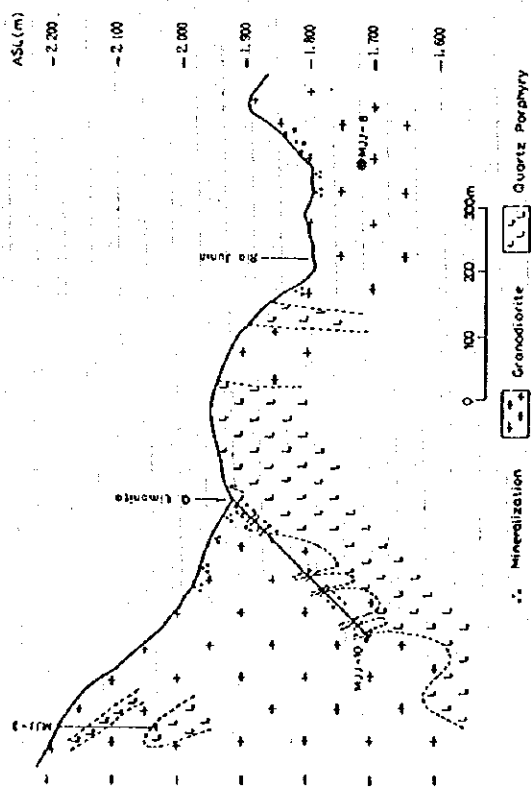


図 1-4-5 フニン地区ポーリング地質断面図 (2)

MJ-4孔	深度8.00 m-148.80 m	平均品位 Cu: 1.29 %, Mo: 0.144 %
MJ-10孔	深度10.00 m-84.00 m	平均品位 Cu: 0.70 %, Mo: 0.003 %
	深度148.00 m-301.00 m	平均品位 Cu: 0.45 %, Mo: 0.002 %
MJ-11孔	深度10.00 m-300.00 m	平均品位 Cu: 0.20 %, Mo: 0.011 %
MJ-12孔	深度10.00 m-300.00 m	平均品位 Cu: 0.17 %, Mo: 0.010 %

フニン川のボーリング調査の結果、顕著な鉍化帯が把握された。鉍石分析結果は、下記の通りである。MJ-8孔及びMJ-13孔の孔底の鉍化部の観察の結果、鉍化帯がまだ東側に連続することが予想された。

MJ-8孔	深度6.00 m-233.40 m	平均品位 Cu: 0.46 %, Mo: 0.017 %
MJ-13孔	深度10.00 m-270.00 m	平均品位 Cu: 0.39 %, Mo: 0.021 %

フニン地区のボーリング調査の結果、リモニタ沢北東部及びフニン川東部の地下深部に良好な鉍化帯の存在が推定された。また、鉍化作用は割れ目に発達しており、珪化、粘土化を伴い、割れ目は主に断層やリニアメントに関係しているものと考えられた。

## 4-2 コジャツヘ地区調査

### 4-2-1 地質調査

コジャツヘ地区の調査位置を図1-4-6に示す。

コジャツヘ地区の地質は、花崗閃緑岩、石英斑岩、安山岩質斑岩及び閃緑斑岩からなる(図1-4-7)。花崗閃緑岩は、アプエラーナネガルパソリスに属する。石英斑岩、安山岩質斑岩及び閃緑斑岩は、岩脈あるいは岩株をなし花崗閃緑岩中に貫入する。NNW-SSE方向及びNW-SE方向のリニアメントが卓越し、N-S方向及びE-W方向のリニアメントも認められる。

鉍化帯として、クリストパンバ(Cristopamba)沢に沿って鉍脈を認め、またマグダレナ(Magdalena)川上流及びサンミゲル(San Miguel)沢に沿っても鉍化帯を認めた。マグダレナ川上流の鉍化帯は、A、B、C、D、Eの5つの鉍化帯に区分され、そのうちの鉍化帯Aは、地区の中で最大で、幅500 m、長さ400 mの分布範囲を示す。鉍化帯の中心部は網状及び鉍染状、周辺では細脈状を示す。変質にはフィリック変質及びプロピライト変質がある。

### 4-2-2 地化学探査

地化学探査の結果、Cu-Mo-Ag地化学異常が鉍化帯A及び鉍化帯Eに分布し、Au-Ag地化学異常が鉍化帯Dに分布することが明らかとなった。

### 4-2-3 物理探査

物理探査異常と鉍化帯との関係についての検討の結果、中-低比抵抗、高-中PFE帯が鉍化帯A及び鉍化帯Eに検出された。中比抵抗、中-低PFE帯が鉍化帯Dに検出された。高比抵抗、高-中PFE帯が南部鉍化帯に検出された。鉍化帯A及び南部鉍化帯に検出された

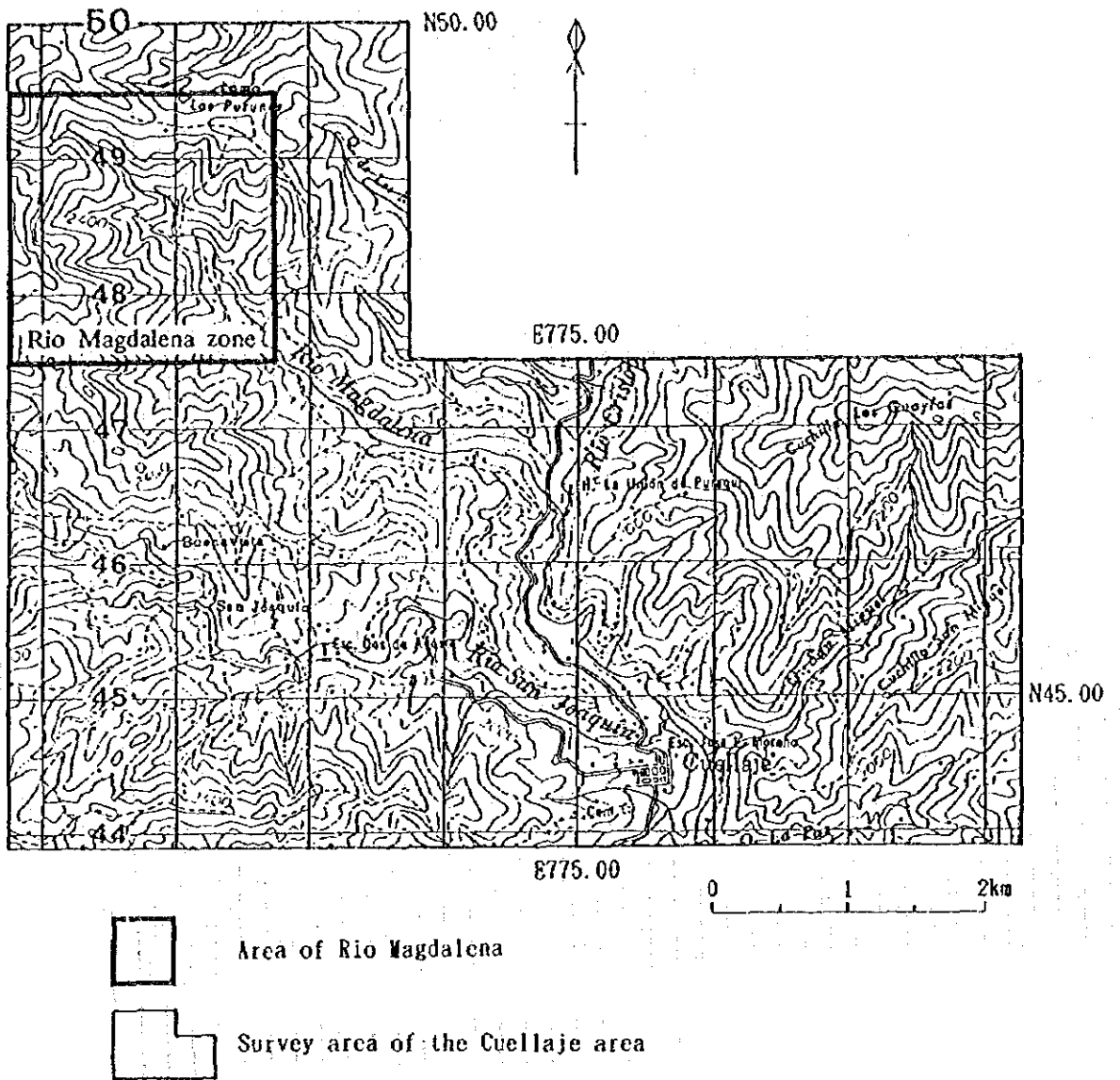
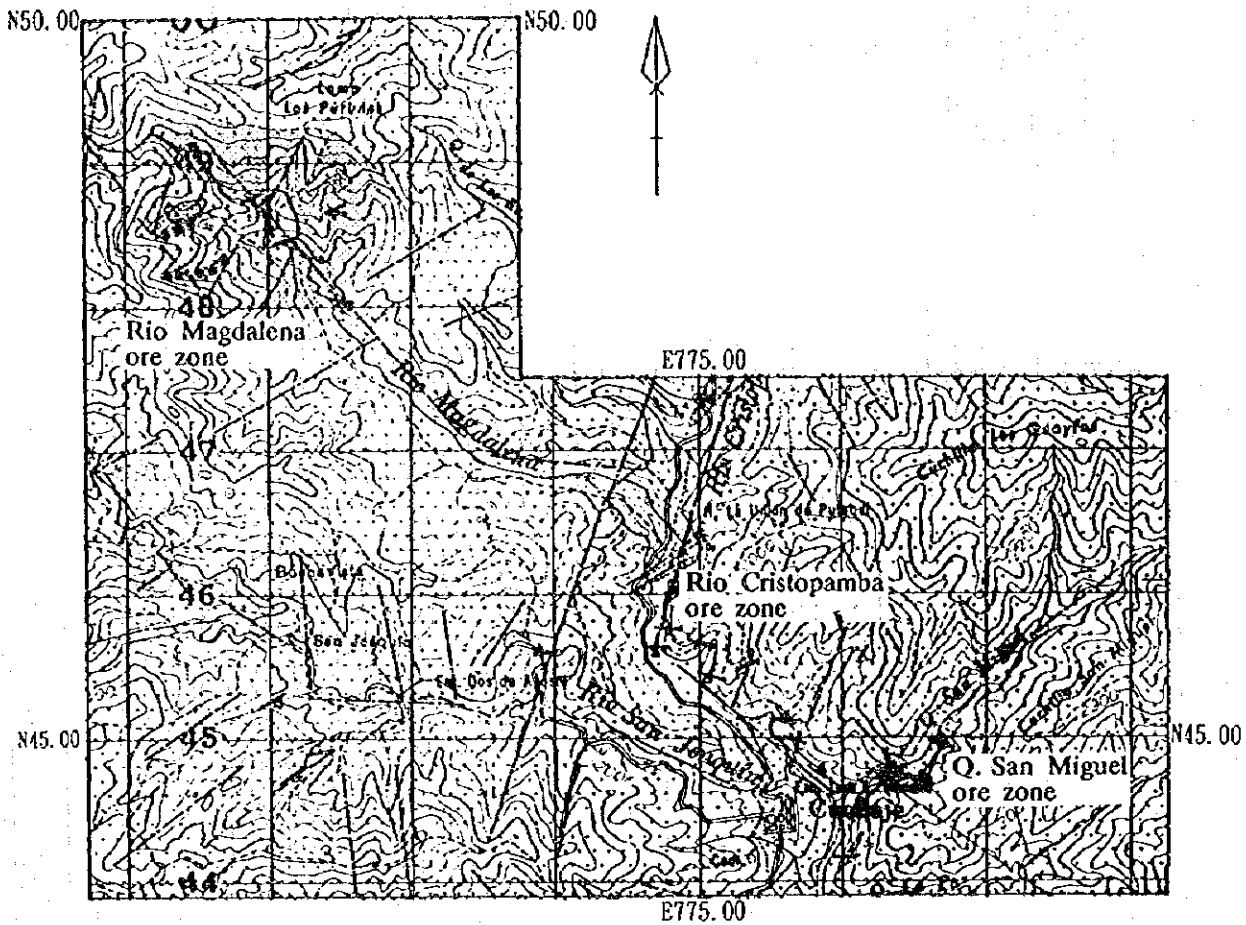


図 1-4-6 コジャッへ地区調査位置図



LEGEND

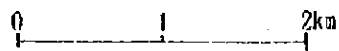
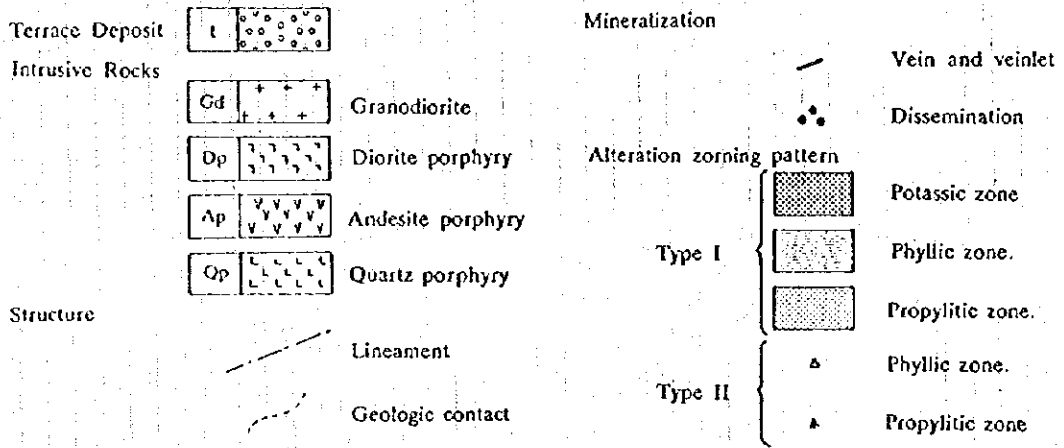


図 1-4-7 コジャツヘ地区地質・鉱化・変質図

IP異常は、西方に連続することが推定された。

#### 4-2-4 ボーリング調査

2孔のボーリング調査の結果、鉱化帯Aで実施されたMJC-1孔及びMJC-2孔は珪化した花崗閃緑岩中を掘進し、黄銅鉱、斑銅鉱、輝水鉛鉱を認めた(図I-4-8)。鉱石分析の結果は、下記の通りである。

MJC-1	深度10.00 m-200.00 m	コア長190.00 m	Cu: 0.28 %, Mo: 0.012 %
(良好部)	深度10.00 m-60.00 m	コア長50.00 m	Cu: 0.64 %, Mo: 0.022 %
MJC-2	深度10.00 m-200.00 m	コア長190.00 m	Cu: 0.16 %, Mo: 0.007 %

#### 4-3 プラウア地区

プラウア地区の地質は、白亜紀マクチ層、ユンギージャ層、プラウア火山岩等からなる。

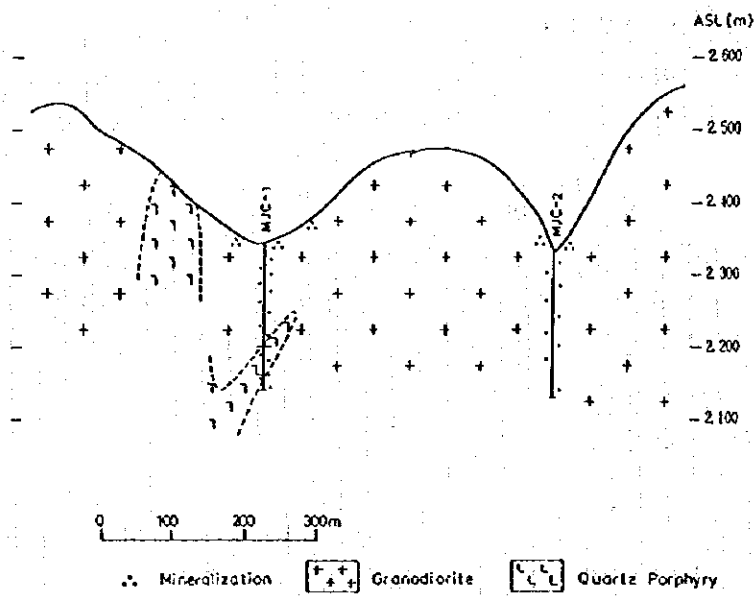
調査対象の鉱化帯として、タナチ(Tanachi)鉱床及びレベンタゾン(Reventazon)変質帯の2地区がある。タナチ鉱床は地区の北西部にあり、二次的な鉱床として産出する。これらは、酸性熱水活動を伴い、第四紀に形成された多金属鉱床が二次的に破砕されたものである。

#### 4-4 提言

フニン地区及びコジャッヘ地区は鉱床の存在する可能性を持つ地区であり、今後の調査として下記のことが提言される。

1) フニン地区では、地質精査及びボーリング調査がリモニタ沢、フニン川、フォルツナ沢の各鉱化帯で実施されること。

2) コジャッヘ地区では、地質精査、地化学探査、物理探査及びボーリング調査がマグダレナ川鉱化帯及び南部鉱化帯で実施されること。



Geologic profile of MJC-1 and MJC-2 in Cuellaje area

図 1-4-8 コジャッへ地区ボーリング地質断面図



## 第5章 地域開発計画調査フニン・コジャツへ地域の調査結果の概要

### 5-1 フニン地区調査

#### 5-1-1 ボーリング調査

フニン川鉱化帯、コントロールシア沢鉱化帯及びフォルツナ沢鉱化帯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、11孔のワイヤライン工法によるダイヤモンドコアボーリングを実施した。平成6年度は、4孔、合計深度902.77 mである。平成7年度は、7孔、合計深度2,411.31 mである(図I-1-2)。11孔のうち、MJ-14、MJ-15、MJ-18、MJ-19、MJ-20、MJ-21の6孔は、多量の湧水があった。

ボーリング調査の結果、これらの鉱化帯の周辺には、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方向及びNW-SE方向の岩脈状の石英斑岩及び閃緑斑岩が多く存在することが明らかとなった(図I-5-1、図I-5-2、図I-5-3)。

鉱化帯は、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、斑銅鉱、輝銅鉱と、石英脈に伴われる輝水鉛鉱からなる。また、本鉱化帯の特徴は網状細脈状の黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱を主とし、品位変化が顕著なことであり、また斑銅鉱及び輝銅鉱が初生鉱物であることである。

変質については、緑泥石化及び緑糜石化を特徴とするプロピライト変質が花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩中に広く発達する。また、珪化、絹雲母化からなるファイリック変質は網状硫化鉱物細脈付近にのみ認められる。また、網状細脈付近にはポタシク変質も認められる。

各孔の鉱石分析結果は、下記の通りである。

MJ-14	深度1.00 m-300.58 m、	コア長299.58 m、	Cu: 0.29 %、Mo: 0.022 %
MJ-15	深度0.60 m-301.21 m、	コア長300.61 m、	Cu: 0.22 %、Mo: 0.007 %
MJ-16		コア長144.60 m、	Cu: 0.15 %、Mo: 0.001 %
MJ-17	深度4.05 m-150.25 m、	コア長146.20 m、	Cu: 0.46 %、Mo: 0.019 %
MJ-18	深度118.00 m-302.56 m、	コア長184.56 m、	Cu: 0.10 %、Mo: 0.0009 %
MJ-19	深度7.30 m-301.03 m、	コア長293.73 m、	Cu: 0.95 %、Mo: 0.040 %
MJ-20	深度3.96 m-393.14 m、	コア長389.18 m、	Cu: 0.58 %、Mo: 0.027 %
MJ-21	深度3.05 m-307.14 m、	コア長304.09 m、	Cu: 0.39 %、Mo: 0.010 %
MJ-22	深度4.50 m-304.08 m、	コア長299.58 m、	Cu: 0.45 %、Mo: 0.040 %
MJ-23	深度2.86 m-401.68 m、	コア長398.82 m、	Cu: 0.25 %、Mo: 0.007 %
MJ-24	深度14.64 m-401.68 m、	コア長387.04 m、	Cu: 0.31 %、Mo: 0.007 %

11孔のうち平均品位Cu: 0.40 %以上の高品位を示したのは、MJ-17、MJ-19、MJ-20及びMJ-22の4孔である。また、深部で品位が高くなる傾向を示すのは、MJ-14、MJ-15、MJ-17、MJ-22、MJ-23、MJ-24の各孔であり、これらの各孔の深部には良好な鉱化部が連続する可能性がある。ボーリング調査の結果では、フニン川鉱化帯東部、コントロールシア沢鉱化帯及びフォルツナ沢鉱化帯の地下深部に良好な銅・モリブデン鉱化作用が存在する可能性が高

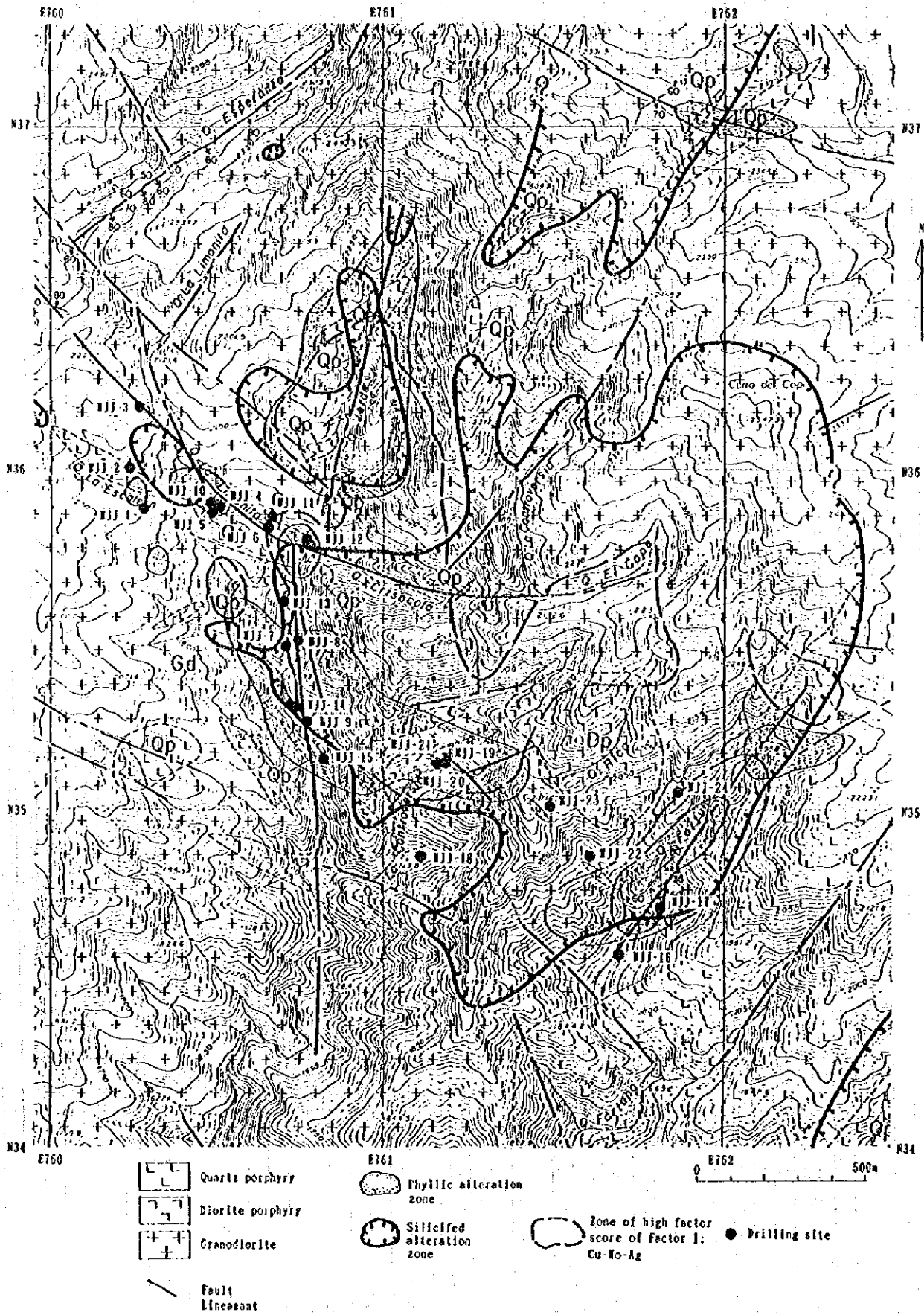


図 1-5-1 フニン地区調査結果総合図

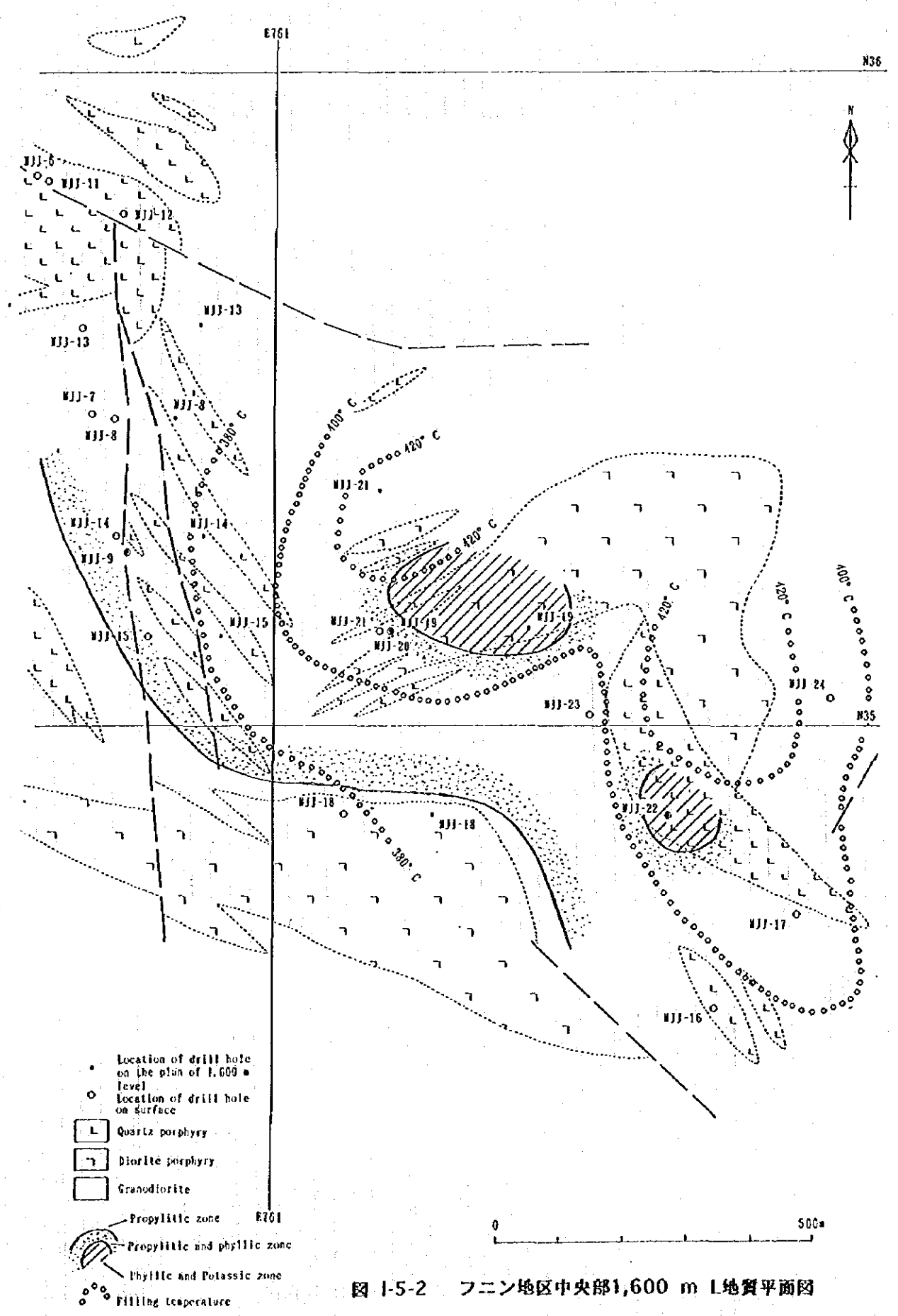


図 1-5-2 フニン地区中央部1,600 m L地質平面図

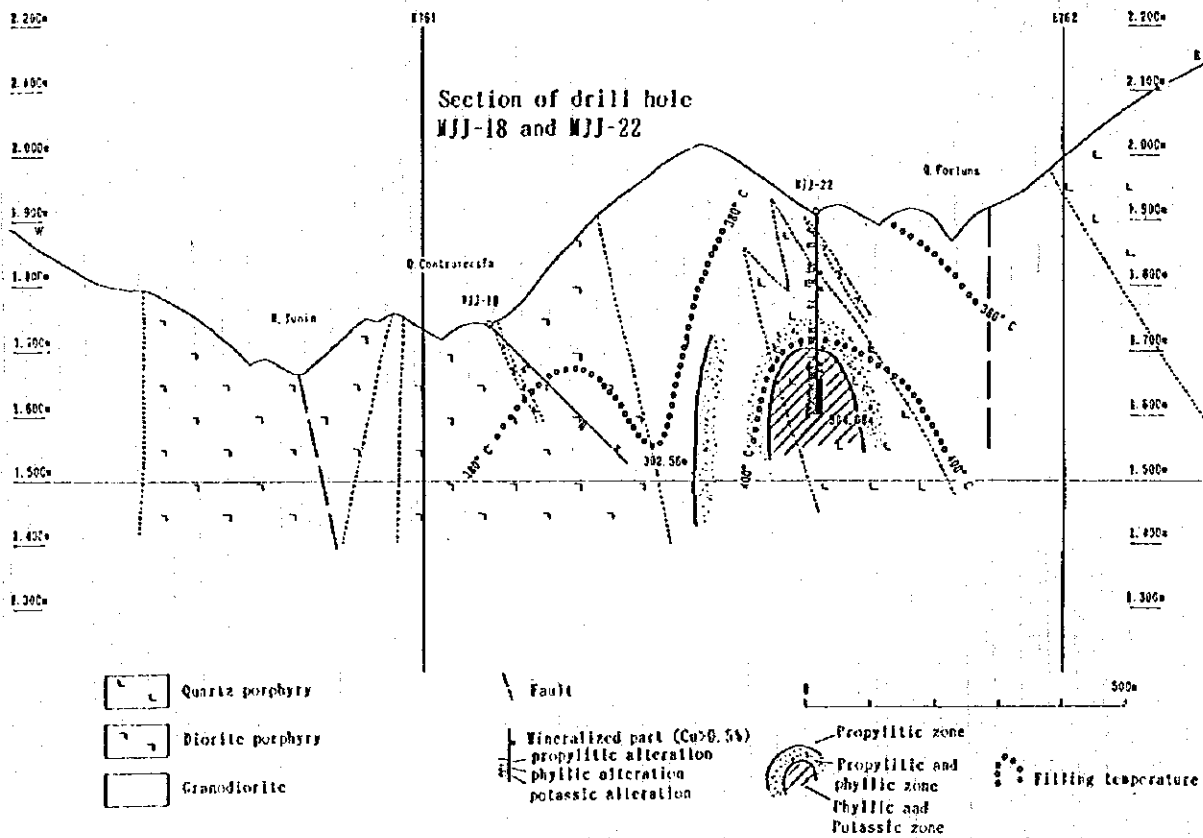
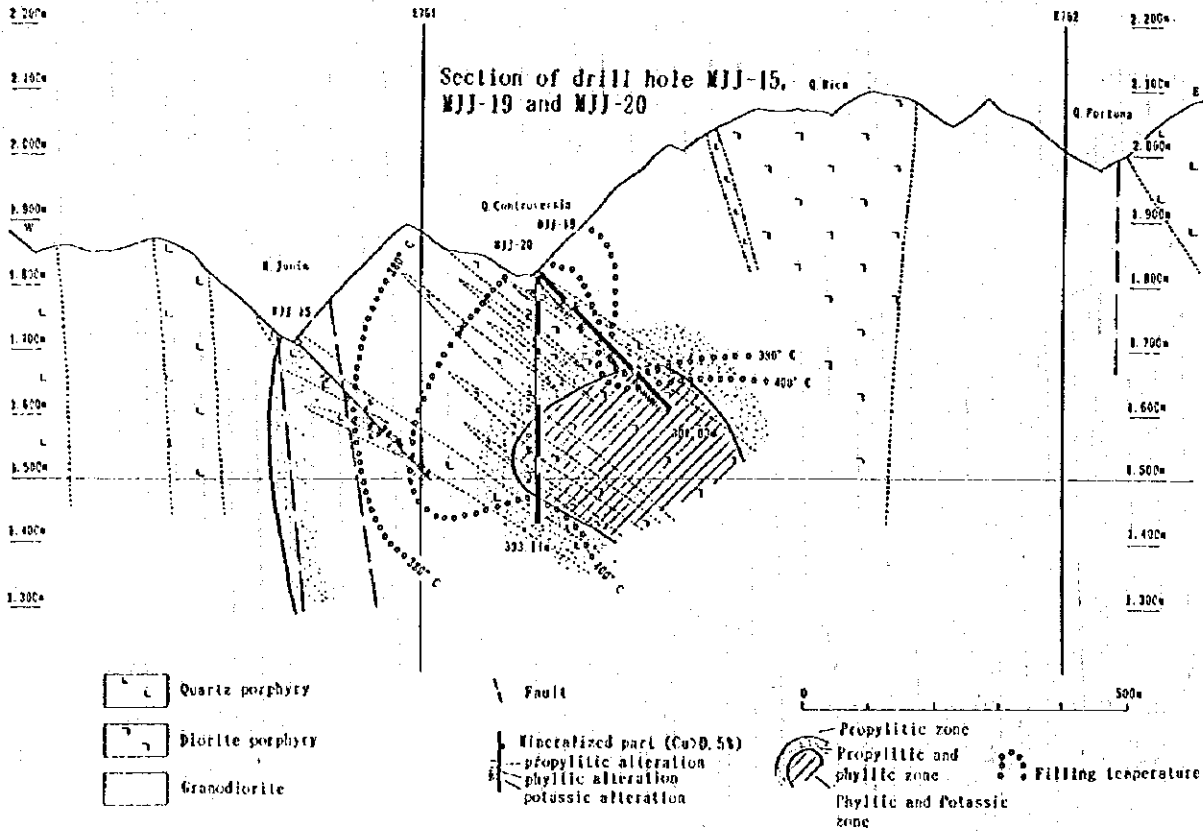


図 1-5-3 フニン地区ボーリング地質断面図

いことが考えられる。

### 5-1-2 地質、鉱化及び変質作用

ボーリング調査の結果、花崗閃緑岩に貫入するNE-SW方向及びNW-SE方向の岩脈状の石英斑岩及び閃緑斑岩が、多く存在することが明らかとなった。

鉱化帯は、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、斑銅鉱、輝銅鉱と、石英脈に伴われる輝水鉛鉱からなる。高い銅品位を示したMJ-19、MJ-20及びMJ-21では、黄鉄鉱が少なく、黄銅鉱、斑銅鉱、輝水鉛鉱に富む特徴があり、また赤鉄鉱も多く認められる。また、本鉱化帯の特徴は網状細脈状の黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱を主とし、特に初生の斑銅鉱及び輝銅鉱に富み、品位変化が顕著であることである。

変質については、緑泥石化及び緑礫石化を特徴とする、プロピライト変質が広くみられ、珪化、絹雲母化からなるフィリック変質は網状硫化鉱物細脈付近にのみ認められ、また網状細脈付近にはポタシク変質も認められる。ボーリングコアでは、これらの変質が交互に出現するため、フィリック・ポタシク変質帯、プロピライト・フィリック変質帯及びプロピライト変質帯の3つに区分した。フィリック・ポタシク変質帯は、MJ-19、MJ-20及びMJ-22の深部に分布する。これを取り囲みプロピライト・フィリック変質帯が分布する。

更に、外側にプロピライト変質帯が分布している。平面的にみると、コントロールシヤ沢中流及びフォルツナ沢中流北西部の地下深部の2カ所にフィリック・ポタシク変質帯が分布するようである。これらは、連続する可能性もあるが、いまのところ明らかではない。

平成6年度及び平成7年度の行われた流体包有物均質化温度測定により得られた温度分布をみると、高温部(400度C以上)はコントロールシヤ沢中流及びフォルツナ沢中流北西部の地下深部の2カ所にあると推定される(図1-5-2、図1-5-3)。

銅・モリブデン鉱化作用は、主としてフィリック変質を伴い発達し、フィリック変質は石英斑岩及び閃緑斑岩中で顕著であることから、鉱化作用は斑岩の活動に関連したものと推定される。変質帯及び流体包有物均質化温度の分布から、鉱化の一つの中心はコントロールシヤ沢からリカ沢の範囲に位置していると推定される(図1-5-2)。

### 5-1-3 地化学的特徴

(1) フニン地区で実施された岩石地化学探査(試料数604個、解析対象成分Ag, Au, Cu, Pb, Zn, Mo)について多変量解析として、バリマックス法による因子分析を行ったところ、下記のような結果が得られた。

ファクター1: Ag, Au, Cu, Mo

ファクター2: Pb, Zn

ファクター1は、銅及びモリブデン鉱化作用に関係した集まりを示す。ファクター2は、鉛及び亜鉛の鉱化作用に関係した集まりを示す。

ファクター1の高得点部が北部のベルデ沢からフニン川東部を通り、コントロールシヤ沢にかけて広く分布し、また南東部のフォルツナ沢付近にも広く分布し、さらに北部にも散点して

分布している。ファクター2は、ファクター1を取り囲み分布し、銅及びモリブデン鉱化作用の周辺部を示すものと考えられる。ファクター1の高得点部の分布範囲が鉱化帯の分布を直接表している可能性が高く、フニン地区における銅・モリブデン鉱化作用の分布する範囲はかなり広いものとなる。

(2) 岩石地化学探査(試料数604個、解析対象成分Ag, Au, Cu, Pb, Zn, Mo, Ca, Na, K, Rb, Sr, S, Fe.)について多変量解析として、バリマックス法による因子分析を行ったところ、下記のような結果が得られた。

ファクター1: Ag, Au, Cu, Mo, S

ファクター2: K, Rb

ファクター3: Ca, Na, Sr, Zn

ファクター1は、銅及びモリブデン鉱化作用に関係した集まりを示す。ファクター2は、カリウム変質あるいは酸性岩に関係した集まりを示す。ファクター3は、未変質、弱い変質あるいはZn鉱化に関係した集まりを示す。

ファクター1の高得点部は、北部のベルデ沢からフニン川東部を通りコントロールベルシア沢及びリカ沢にかけて分布し、また南東部のフォルツナ沢付近にも広く分布している。さらに北部にも散点して分布している。ファクター2は、ファクター1の分布範囲の北東部に主として分布する。ファクター3は、ファクター1とファクター2の分布範囲を取り囲み分布している。ファクター1は、銅及びモリブデン鉱化作用の主要部を、ファクター2は酸性岩の主要分布範囲を、ファクター3は鉱化作用の周辺部あるいはプロピライト変質帯を各々示すものと考えられる。ファクター1の分布する範囲が今後の調査対象区域として重要である。

#### 5-1-4 鉱床賦存の可能性

ボーリング調査の結果から、フニン川鉱化帯東部、コントロールベルシア沢鉱化帯及びフォルツナ沢鉱化帯の地下深部に、良好な銅及びモリブデンの鉱床が存在する可能性が高いことが考えられる。また、岩石地化学探査の多変量解析の結果、銅・モリブデン鉱化作用の分布する範囲は、かなり広い可能性があり、特にファクター1の分布範囲からフニン川、コントロールベルシア沢、フォルツナ沢の他に、北部のベルデ沢付近にも有望な鉱床の存在する可能性が高いと考えられる。

#### 5-1-5 鉱量の概算

フニン地区の鉱化帯の全体はまだ把握されていない状況であるが、1991年から1995年までに実施された24孔のボーリング調査の結果に基づき、鉱量の概算を試みた。この計算に用いた基礎資料及び計算結果は、下記の通りである。

##### (1) 計算基礎資料

鉱量計算には、フニン地区で実施された24孔のボーリング調査(合計深度は6,227.48 m)の結果を使用した。これら24孔の位置、方向、傾斜、深度については巻末10に示す。また、鉱化帯の鉱石分析試料数は3,128個であり、この鉱石分析結果を巻末10に示す。

## (2) 計算方法

鉱量計算の対象範囲を設定し、鉱画は25m x 25m x 25mの大きさとし、クレンジングにより各鉱画に品位を割り付けた。

## (3) 計算結果

計算の結果、銅及びモリブデンについて下記の鉱量が得られた。

### 1) 銅

カットオフ品位(%)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.60	0.80	1.00
鉱量(百万トン)	78	76	67	50	22	10	8
品位(%)	0.58	0.59	0.63	0.72	1.01	1.36	1.54

カットオフ品位を0.20%とすると、鉱量76百万トン、品位0.59%である。

### 2) モリブデン

カットオフ品位(%)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08
鉱量(百万トン)	3.0	2.0	1.3	1.0	0.7	0.6	0.5
品位(%)	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14	0.15

## 5-1-6 開発計画の問題点

本年度までの調査では、フニン地区の鉱山開発を検討するための十分なデータは、まだ得られていない。しかし、現時点でフニン地区の鉱山開発を想定すると、下記のような内容と問題点が考えられる。

開発対象範囲は、フニン地区のリモニタ沢、フニン川、コントロールベシア沢及びフォルツナ沢にまたがる範囲である。

採掘対象鉱量は、カットオフ品位銅0.20%とすると、この品位以上の鉱量は、76百万トン、銅品位0.59%となる。

採掘法については、鉱床が低品位ポーフィリー型鉱床と考えられ、坑内採掘法より露天採掘法の方が適していると考えられる。しかし、急峻な地形と、フォルツナ沢鉱化帯では高品位部が比較的深部に存在することから、坑内採掘法の可能性もある。

選鉱施設は、選鉱試験を実施した後、検討することとなる。

その他鉱山施設については、ずり捨て場、鉱滓ダム、機械修理工場、鉱山事務所などがあるが、施設の配置などについて急峻な地形に大きく影響されると考える。

フニン地区の鉱山開発で大きな問題は、道路、電力、通信、住宅などのインフラストラクチャーの整備である。特に、現状のように雨期に道路事情が極めて悪いことなどは、資材、機材の輸送、精鉱の輸送に大きな問題となり、急峻な地形、多量の雨を考慮した道路整備が必要である。雨量が多いことから用水の確保については問題はないと考える。

フニン地区の北部には、コタカチ・カヤバス自然保護区があり、鉱山開発による環境影響について十分考慮した鉱山開発計画が必要である。

## 5-2 フニン地区環境影響調査

### 5-2-1 調査の概要

フニン地区は、銅・モリブデン鉱化作用があり、将来鉱山開発の可能性がある。フニン地区は、北部では自然保護区と隣接し、南部ではインタグ川が西流し、自然に恵まれた区域である。今回の調査は、フニン地区の鉱山開発に伴い、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、鉱山開発が行われる前の事前環境影響評価調査である。本調査は、予備調査の段階における計画アセスメントである。フニン地区の環境調査の範囲は、150 km<sup>2</sup>である(図I-1-3)。

### 5-2-2 鉱山開発計画案

フニン区域の鉱山開発案として露天採掘法を第1案に、坑内採掘法を第2案にする。

### 5-2-3 環境調査項目の選定

鉱山開発による様々な影響が予測される地形・地質、土壌、水象、植物、動物、景観、社会状況、大気質、水質、土壌質及び騒音の11項目が環境調査項目として選定された。各環境調査項目について、乾期及び雨期の2回の現況調査、予測及び評価作業、環境保全対策の策定がなされた。

### 5-2-4 現況調査

フニン地区は、西部アンデス山脈の西縁部に位置し、標高1,500 m-3,500 mの小-中起伏山地を示すが急峻な地形である。最高峰は、標高3,479 mである。

フニン地区の気候は、熱帯-亜熱帯高地性多湿気候である。年間の気温は、17-24度、湿度50-75%、年間降水量は、2,000-4,000 mmである。雨期は、12月-4月であり、乾期は5月-11月である。

フニン地区の地質は、白亜紀層と酸性-中性の深成岩である。深成岩中に銅・モリブデン鉱化作用がある。

土壌は、主として褐色森林土壌からなり、30-250 cmの厚さを有する。土壌層は、A0, A1, A2, AB, B, BC層から構成され、森林部ではA層が厚く、また畑ではA層の減少がある。

主要河川は、地区南端のガジャパンバ川インタグ川である。本地区は、それらの支流であるアグアグルン川とチャルグアヤク川の集水域からなる。アグアグルン川では、上流-中流-下流へ変遷する流量特性が明瞭に認められ、特の下流側では最大流量の近くまで達している。チャルグアヤク川では中流-下流の変遷の流量特性が明瞭に認められる。インタグ川及びガジャパンバ川では最大流量に達していないことを示す。

鉱山開発区域の下流側のフニン川中流には小規模な帯水盆が存在し、地下水の灌養が顕著であることが推定された。

調査区域は、ネオトロピカル・アマゾン生物地理区の太平洋生物区に属し、多様な動物、植物の生存する区域として知られている。フニン地区は20世紀の初めから農業開発が東部から



始まり、森林の大規模な消滅を伴った。現在開発は北部の高地へ進められている。本区域の北側境界は自然保護区と接している。鉱山開発の可能性のある場所は保護区周辺の環境緩衝帯に位置している。

植生は、熱帯湿林、亜熱帯湿林、亜熱帯多湿林、亜熱帯雨林、高地多湿林、灌木及び牧草地の7区分される。

動物棲息域は5つに区分されほ乳類と鳥類で特徴つけられる。野生動物は、開墾及び狩猟により大きく減少している。

調査区域内には27の部落があり、5つの1995年の人口は12,875人である。焼き畑農業を主として営み、1964年の開墾地の比率が8.1%から1990年の25.7%に急増している。区域の主な農産物として豆類、ベンカなどがある。

インタグ川沿いにインバヤ文明のものと思われる遺跡がみとめられた。

降下粉塵の測定では、乾期の粉塵の発生が極めて大きい。

水質では、重金属類のCu, Mnがフニン川出高いが汚染は認められない。鉱化帯ではCu, Pb, Zn, Asが高い。

騒音は、ガルシアモレノで45-50dBフニン部落47-52 dBであり、比較的高いバックグラウンドを示す。

#### 5-2-5 予測・評価

大規模な露天採掘法による鉱山開発に伴う影響の予測・評価を行った。主な影響は下記のとおりである。

地形・地質：道路建設に伴う斜面崩壊、地すべりの発生、

土壌：森林伐採による土壌浸食、砂の流失

水象：フニン川の流水量及び地下水の変化

植物：森林伐採による乾燥化、不法伐採の増加

動物：野生動物の減少、狩猟の増加

景観：景観の変化

社会状況：雇用機会の増加、社会基盤の整備、住民移転の必要性

大気質：粉塵の発生

水質：鉱水による水質の悪化、砂の流出

騒音：発破音

#### 5-2-6 環境保全対策

環境保全対策として、最小範囲の森林伐採、周辺森林地帯への道路建設及び農業・林業活動の制限と監視、排水の水質管理、漏水防止を施した鉱山施設の建設などが考えられる。

追加調査として、地質調査、気象観測、動物・植物への影響調査、再植樹種の選択試験、遺跡調査及び鉱滓・土壌からの溶出試験などが考えられる。

環境モニタリング調査としては、動物・植物、大気質、水質などを対象とした調査が考えら

れる。動物、植物、遺跡、文化財及び住民移転については詳細調査が必要である。

### 5-3 コジャツヘ地区調査

#### 5-3-1 地質調査

マグダレナ川鉍化帯及び南部鉍化帯の周辺部の地質は、花崗閃緑岩、石英斑岩、安山岩質斑岩及び閃緑斑岩からなる。花崗閃緑岩は、アブエラーナネガルバソリスに属する。石英斑岩、安山岩質斑岩及び閃緑斑岩は、岩脈をなし花崗閃緑岩中に貫入する(図I-5-4)。

マグダレナ川上流及びサンホアキン(San Joaquin)川及びメリヂアノ(Meridiano)川中流に黄鉄鉍及び黄銅鉍が細脈状及び鉍染状に認められる。鉍化帯の範囲は、長さ200 mから400 mであるが、硫化鉍物の量は少量である。鉍石分析の結果では、一部に高い銅品位を得たが、一般に低い銅品位を示した。

マグダレナ鉍化帯及び南部鉍化帯の周辺部の銅鉍化作用は弱いものと考えられる。

#### 5-3-2 地化学探査

岩石地化学探査の結果、Cu-Mo-Au-Ag地化学異常がマグダレナ川鉍化帯に分布することが明らかとなった。CuとMoの鉍化作用を示すファクター3の分布域は、マグダレナ川西部、メリヂアノ川支流の上流、サンホアキン川支流であることが明らかとなった。これらの地化学異常のうち、最も有望な異常帯は斑岩の存在からマグダレナ川西部であると推定される(図I-5-4)。

#### 5-3-3 物理探査

マグダレナ川鉍化帯西部で実施したIP調査の結果、西部地区にはPFE異常は認められなかった。

ポーフィリー-銅-鉍床の存在を示すとされる高PFE低比抵抗帯は、北東部の異常A及び中央部の異常Bに限られることが明らかとなった。異常Aは、黄鉄鉍によるものと考えられる(JICA/MMAJ,1993)。また、異常Bは北西部に伸び、その範囲は小さく小規模な鉍化帯を反映したものと推定される(図I-5-4)。

#### 5-3-4 ボーリング調査

鉍化帯中央部で実施したMJC-3孔及びMJC-4孔、南部鉍化帯で実施したMJC-5孔及びMJC-6孔のボーリング調査の結果、各孔は花崗閃緑岩中に掘進し、黄鉄鉍及び黄銅鉍の細脈を捕捉した(図I-5-5)。鉍化帯の範囲は広いが、硫化鉍物の量は少量である。変質は、主として緑泥石化及び緑簾石化であり、珪化及び絹雲母化は細脈に沿ってのみ認められる。鉍石分析の結果は下記の通りである。

MJC-3孔	分析試料数76個、	コア長106.70 m、	Cu: 0.18 %、Mo: 0.0065 %
MJC-4孔	分析試料数102個、	コア長99.50 m、	Cu: 0.04 %、Mo: 0.0002 %
MJC-5孔	分析試料数25個、	コア長32.00 m、	Cu: 0.03 %、Mo: 0.0001 %

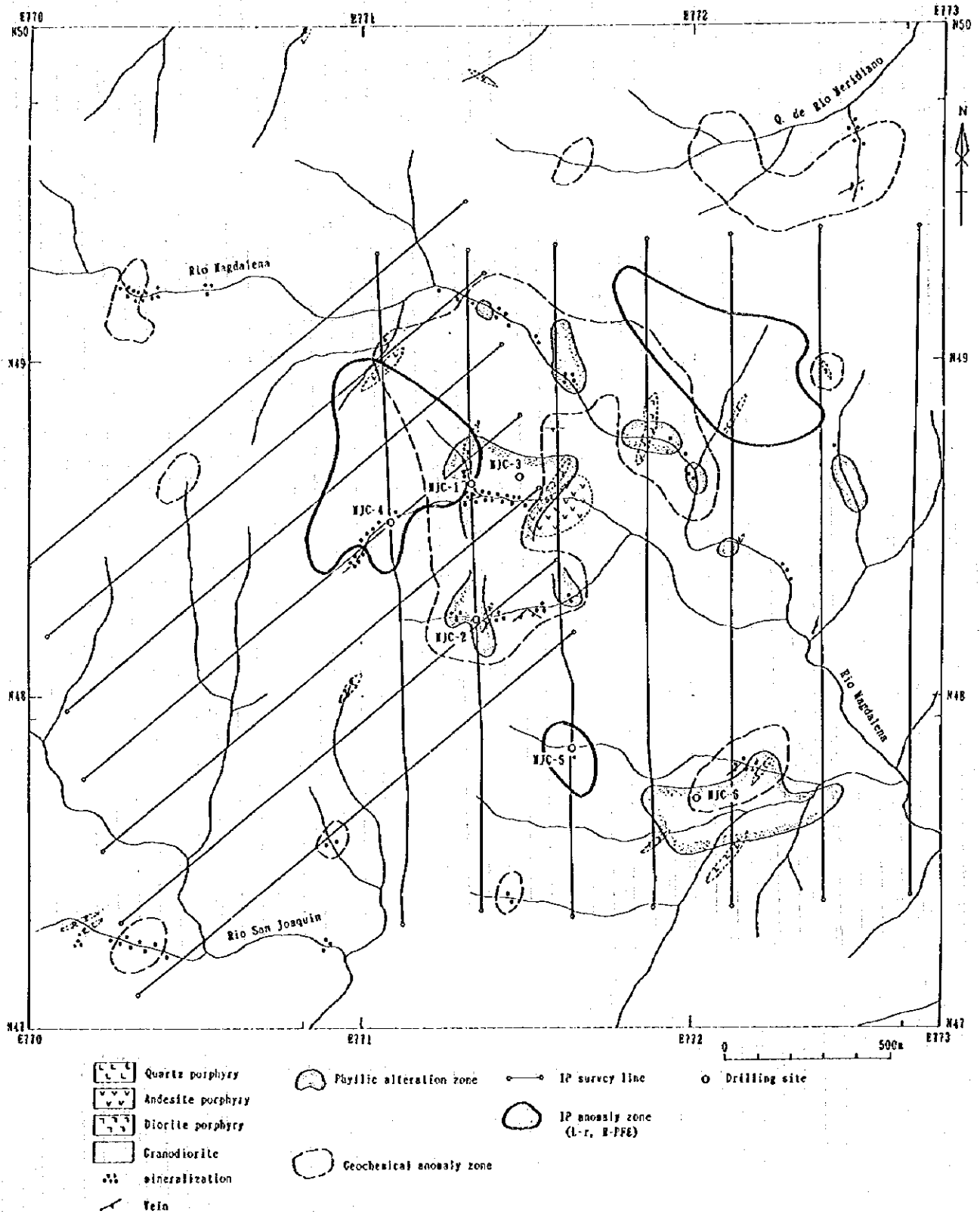
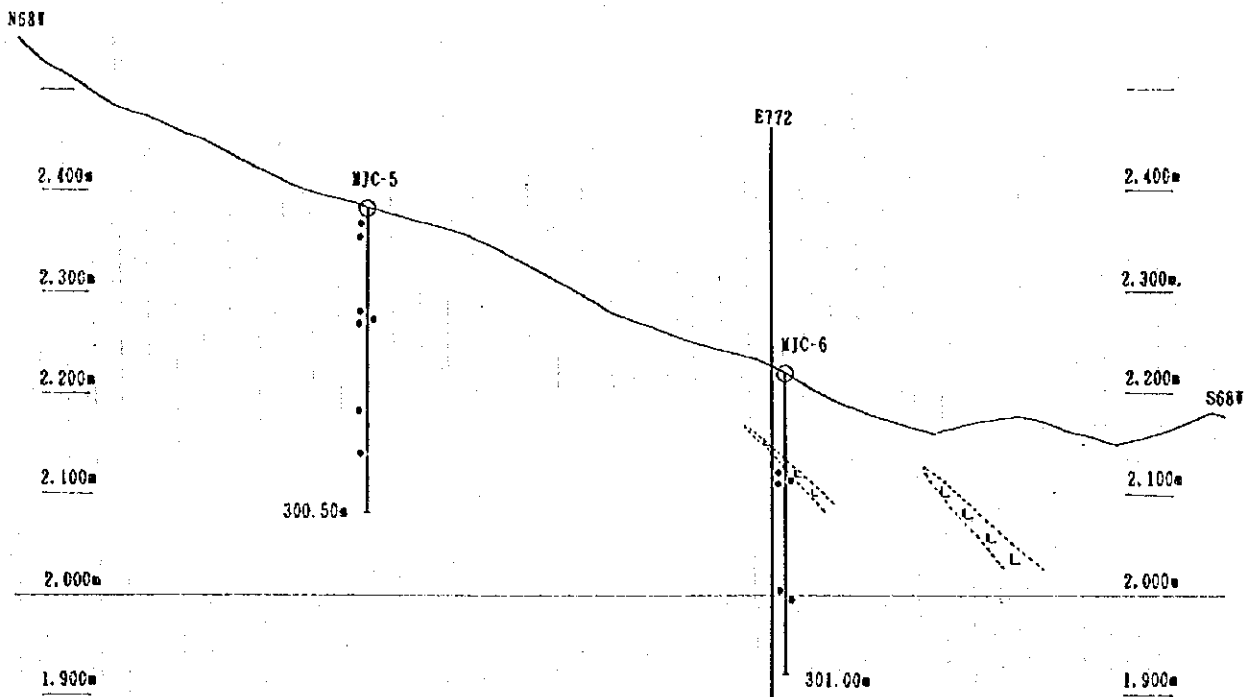
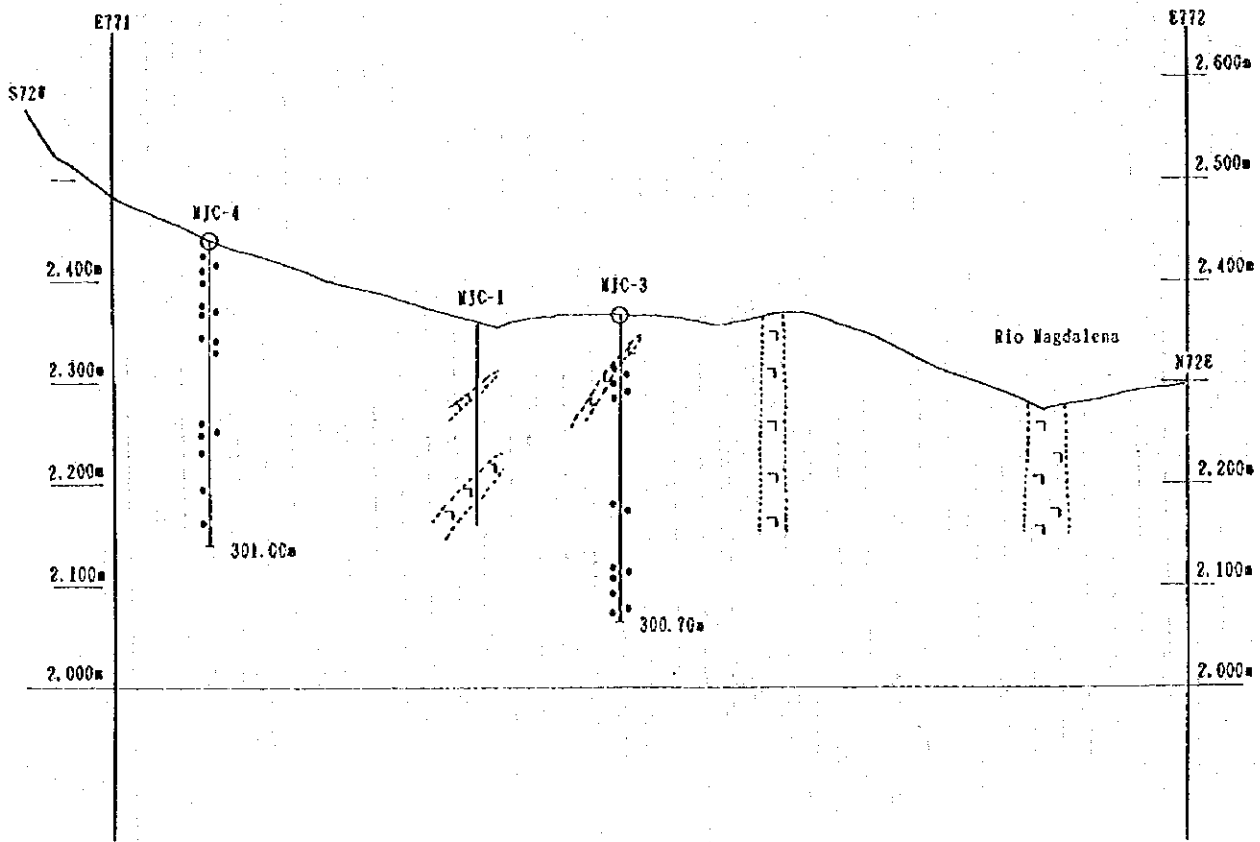






図 1-5-4 コジャツヘ地区調査結果総合図



-  Quartz porphyry
-  Diorite porphyry
-  Granodiorite

 Cu mineralized zone

Geologic profiles around drill hole MJC-3, MJC-4, MJC-5 and MJC-6.

図 1-5-5 コジャッヘ地区ボーリング地質断面図

MJC-6孔 分析試料数25個、 コア長41.00 m、 Cu: 0.08 %、 Mo: 0.0015 %

これらの分析の結果は、銅及びモリブデンの鉱化作用は認められるが、顕著なものではないことを表している。

#### 5-3-5 鉱床賦存の可能性

地質調査の結果、顕著な鉱化は認められなかった。地区周辺部での地化学異常は存在するが、顕著なものではない。IP調査では、西部に異常はなく、高PFE・低比抵抗帯の範囲は限られている。ボーリング調査の結果では、Cu及びMoの品位は低い。

これらの結果から、本地区には経済的に開発可能な大規模鉱床の存在する可能性は低いものとする。

## 第6章 調査の結論及び提言

### 6-1 結論

#### 6-1-1 フニン地区調査

フニン地区において、1991年から本年度まで地質調査、ボーリング調査が実施された。

本年度までのボーリング調査の鉱石分析結果を表1-6-1に示す。

1994年度及び1995年度では、フニン川鉱化帯、コントロールベルシア沢鉱化帯、フォルツナ沢鉱化帯の地下深部を対象として実施した11本のボーリング調査の結果、花崗閃緑岩、石英斑岩、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、斑銅鉱、輝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。

本地区の鉱化作用の特徴は、初生の斑銅鉱と輝銅鉱に富み、銅品位の変化が著しいことである。

また、プロピライト変質が広く発達し、フィリック変質とポタシク変質は細脈付近にのみ認められる。

11孔のうち平均品位Cu:0.40%以上の高品位を示したのは、MJJ-17、MJJ-19、MJJ-20及びMJJ-22の4孔である。また、深部で品位が高くなる傾向を示すのは、MJJ-14、MJJ-15、MJJ-17、MJJ-22、MJJ-23、MJJ-24の各孔であり、これらの孔は孔底から更に深部に良好部が連続している可能性が高い。

本年度までのボーリング調査の結果から、フニン川鉱化帯東部、コントロールベルシア沢鉱化帯及びフォルツナ沢鉱化帯の地下深部に良好な銅・モリブデンの鉱化作用が存在する可能性が高く、また変質帯の分布及び流体包有物均質化温度の分布から、鉱化の中心の一つが、コントロールベルシア沢からリカ沢の区域に位置していると推定される。

岩石地化学探査の多変量解析の結果、銅・モリブデン鉱化作用の分布する範囲はかなり広い可能性があり、特にファクター1の分布範囲からフニン川、コントロールベルシア沢、フォルツナ沢の他に、北部のベルデ沢付近にも有望な鉱床の存在する可能性が高いと考えられる。

更に、24孔のボーリング調査資料を用いて、鉱量の概算を試みた結果、鉱量76百万トン、品位0.59%（カットオフ品位0.20%）を得た。

フニン地区の鉱床賦存の可能性の高い区域については、今後ボーリング調査及び地質精査等を実施し、更に詳細な鉱床の品位及び鉱量を把握する必要がある。

#### 6-1-2 フニン地区環境影響調査

フニン地区に存在する鉱化帯が将来開発されることにより、自然環境、社会環境、生活環境に影響を及ぼすことが予測されることから、アグアグレン川及びチャルグヤク川の流域を含む約150 km<sup>2</sup>の範囲を対象として環境影響調査を実施した。尚、今回の調査は鉱山開発の想定に基づく事前環境影響評価であり、現地調査を乾期と雨期の2回実施した。調査結果は、下記の通りである。

環境調査項目として、地形、地質、土壌、水象、植物、動物、景観、社会状況、大気質、水

表 1-6-1 フニン地区ボーリング調査鉍石分析結果一覧

Drilling from 1991 to 1995 in the Junin area

Hole No.	Location	Altitude (m)	Direction Inclination	Depth (m)	Sampling depth(m)	Length core(m)	Cu (%)	Mo (%)	Sample
MJJ-1	N35.880 E760.270	2,105	- -90°	151.50					0
MJJ-2	N36.005 E760.251	2,123	- -90°	151.50					0
MJJ-3	N36.180 E760.271	2,180	- -90°	151.00					0
MJJ-4	N35.895 E760.493	1,918	30° -60°	148.80	3.00- 148.80	72.00	1.29	0.144	36
MJJ-5	N35.890 E760.483	1,918	225° -45°	300.00					5
MJJ-6	N35.850 E760.631	1,960	- -90°	150.50	4.00- 150.00	146.00	0.17	0.008	73
MJJ-7	N35.480 E760.719	1,768	270° -45°	300.85					10
MJJ-8	N35.475 E760.754	1,772	90° -60°	233.45	6.00- 233.40	227.40	0.46	0.017	112
MJJ-9	N35.265 E760.773	1,730	- -90°	150.00	10.00- 150.00	140.00	0.20	0.002	70
MJJ-10	N35.890 E760.485	1,912	325° -45°	301.30	10.00- 84.00 148.00- 301.00	74.00 153.00	0.70 0.45	0.003 0.002	83
MJJ-11	N35.840 E760.650	1,857	30° -45°	302.50	10.00- 300.00	290.00	0.20	0.011	136
MJJ-12	N35.790 E760.765	1,832	30° -45°	302.00	10.00- 300.00	290.00	0.17	0.010	95
MJJ-13	N35.615 E760.705	1,795	90° -45°	270.00	10.00- 270.00	260.00	0.39	0.021	167
MJJ-14	N35.291 E760.755	1,736.99	90° -45°	300.58	1.00- 300.58	299.58	0.29	0.022	314
MJJ-15	N35.135 E760.805	1,709.97	90° -45°	301.21	0.60- 301.21	300.61	0.22	0.007	227
MJJ-16	N34.564 E761.687	1,769.49	- -90°	150.73		144.60	0.15	0.001	148
MJJ-17	N34.710 E761.815	1,796.75	- -90°	150.25	4.05- 150.25	146.20	0.46	0.019	144
MJJ-18	N34.864 E761.106	1,742.00	90° -45°	302.56	118.00- 302.56	184.56	0.10	0.001	92
MJJ-19	N35.146 E761.180	1,817.74	90° -45°	301.03	7.30- 301.03	293.73	0.95	0.040	290
MJJ-20	N35.146 E761.180	1,817.74	- -90°	393.14	3.96- 393.14	389.18	0.58	0.027	345
MJJ-21	N35.145 E761.162	1,817.50	0° -45°	307.14	3.05- 307.14	304.09	0.39	0.010	241
MJJ-22	N34.860 E761.615	1,911.00	- -90°	304.08	4.50- 304.08	299.58	0.45	0.040	146
MJJ-23	N35.015 E761.490	2,030.05	- -90°	401.68	2.86- 401.68	398.82	0.25	0.007	200
MJJ-24	N35.040 E761.865	2,029.50	- -90°	401.68	14.64- 401.68	387.04	0.31	0.007	194

質、土壌質及び騒音の11項目を選定し、各調査項目について現況調査、予測及び環境評価作業、対策の検討を行った。

現況調査の結果、調査地区はコタカチ・カヤバス自然保護区の南に隣接し、南部の農業開発による森林消滅帯と北部の森林地帯からなり、鉱山開発の可能性のある区域が環境緩衝地帯に位置していることが判明した。フニン川中流には小規模滞水盆が存在し、地下水の灌養が顕著であることを推定した。

鉱山開発に伴う影響の予測・評価の結果、水象、動物、植物、社会状況、水質に対して下記の影響を推定した。

水象：フニン川の流量及び地下水の改変

動物：開発による野生動物の退避

植物：森林伐採による乾燥化

社会状況：雇用機会の増加、社会基盤の整備、住民移転

水質：水質の悪化

ネガティブな影響を少なくするため、十分な環境保全対策、保全計画の策定に必要な追加調査及び環境モニタリング調査が必要である。

環境保全対策として、最小範囲の森林伐採、周辺森林地帯への道路建設及び農業・林業活動の制限と監視、排水の水質管理、漏水防止を施した鉱山施設の建設などがある。

追加調査として、地質調査、気象観測、動物・植物の影響調査、再植樹種の選択試験、遺跡調査及び鉱滓・土壌からの溶出試験などがある。

環境モニタリング調査としては、動物・植物、大気質、水質などの調査項目が考えられる。

### 6-1-3 コジャツヘ地区調査

コジャツヘ地区ではマグダレナ川鉱化帯の周辺部を対象に地質調査、地化学探査、物理探査およびボーリング調査を実施した。

地質調査の結果では、顕著な鉱化は得られなかった。

また、地化学探査及び物理探査の結果では、異常帯を把握したが小規模なものであることが推定された。

4本のボーリング調査の鉱石分析結果では、銅・モリブデンとも品位低く、顕著な鉱化は得られなかった。

これらの調査結果から、本地区には経済的に開発可能な大規模鉱床の存在する可能性は低いと考える。

## 6-2 提言

### 6-2-1 フニン地区

フニン地区では、フニン川鉱化帯東部、コントロールシア沢鉱化帯及びフォルツナ沢鉱化帯の地下深部に、良好な銅及びモリブデンの鉱化作用が存在する可能性が高く、北部のベルデ沢



及び北西部までの範囲に鉍化帯が広く分布すると推定され、今後の探鉍結果次第ではあるが、鉍山開発へ移行する可能性もあると考える。また、環境影響調査の結果、鉍山開発に伴う水象、動物、植物、社会状況、水質に対する影響が推定され、十分な環境保全対策、追加調査及び環境モニタリング調査が必要であるとされた。これらの調査結果から、フニン地区における今後の調査として下記のことを提言する。

(1) フニン地区において、高品位の良好な鉍化部を把握し、その鉍量計算を行うために、次の区域において、深度400 mから600 mのボーリング調査及び地質精査を実施する。

クリソコラ沢とコントロールシア沢間のボーリング調査、地質精査

コントロールシア沢とフォルツナ沢間のボーリング調査、地質精査

ベルデ沢周辺のボーリング調査、地質精査

地区北部及び北東部の地質精査

(2) 鉍山開発のためのフィジビリティスタディー

この調査には、鉍量計算、操業規模の検討、選鉍試験、鉍害設備の検討、インフラストラクチャーの検討などが含まれる。

(3) 環境影響調査

鉍山開発による水象、動物、植物、社会状況、水質に対する影響が予測され、十分な環境保全対策の検討、追加調査及び環境モニタリング調査が必要である。

#### 6-2-2 コジャツヘ地区

本年度までの調査により、本地区には経済的に開発可能な大規模鉍床の存在する可能性は低いと考えられることから、コジャツヘ地区における今後の調査は必要ないと考える。



## II 部 各 論



## 第1章 フニン地区調査

### 1-1 平成6年度ボーリング調査

#### 1-1-1 調査目的

調査目的は、フニン川欽化帯東部及びフォルツナ沢欽化帯の地下深部の欽化作用及び欽化状況を確認することである。

#### 1-1-2 調査方法

地下深部の欽化作用及び欽化状況を確認するためフニン川東側にて2孔（計画深度各300 m）及びフォルツナ沢欽化帯にて2孔（計画深度各150 m）の計4孔（計画深度計900 m）のワイヤライン工法によるボーリング調査を実施した。ボーリング孔の位置を、図II-1-1に示す。ボーリングの位置、方向、傾斜、深度を表II-1-1に示す。

##### (1) 資機材の搬入及び設営

ボーリング資機材は、ガルシアモレノからフニン地区中央部のフニンヘリポートまで車両による輸送を行った。ヘリポートから各ボーリングサイトまでは造成した幅2 mの運搬路により人力及び馬で輸送した。

ボーリングサイトは、沢沿いであり、作業用水は沢からポンプにより採取した。

##### (2) 掘進作業

掘進作業は、2方交代制で平成6年10月23日から平成6年12月16日に実施した。掘進方法は、表土層を除き、ワイヤライン工法である。フニン川及びコントロールベルシア沢沿いのボーリング孔では多量の湧水があった。

##### (3) コア調査

コア調査は、ガルシアモレノ作業基地にて実施し、柱状図にまとめた。また、各種室内試験用試料を採取した。欽石分析用試料は、コアの半分を用い、原則としてコア長1 mあるいは2 mの連続サンプリングとした。

### 1-1-3 調査結果

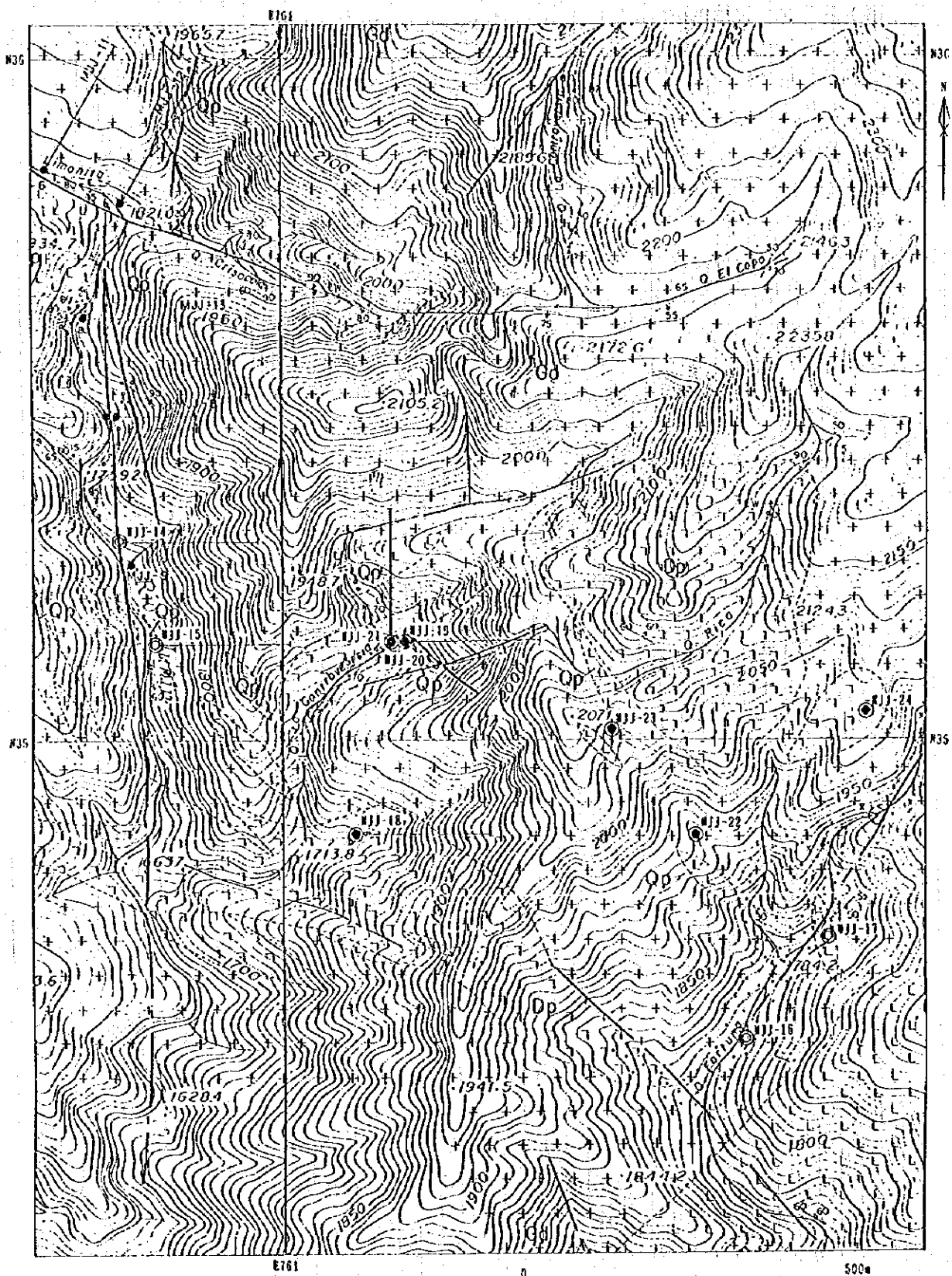
各ボーリング孔の地質及び欽化作用は、下記の通りである。ボーリング孔付近の地質を図II-1-1に、地質断面図を図II-1-2に示す。

#### (1) MJ J-14

本孔は、花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩中を掘進した。これらの岩石は、一般に緑泥石化、緑簾石化しているが、欽化部では珪化、絹雲母化が顕著になる。

欽化は、割れ目に発達する黄鉄欽、黄銅欽、斑銅欽である。黄鉄欽は、浅部に発達するが、深部では少ない。黄銅欽及び斑銅欽は孔底まで発達する。一部に輝銅欽、輝水鉛欽が認められる。黄銅欽及び斑銅欽が広く発達することが特徴である。

欽石分析（試料数314個）の結果、平均品位は高い品位ではないが、深部に向かい品位が高



- Location of drill hole (1995)
- ⊙ Location of drill hole (1994)
- Location of drill hole (1991-1993)

図 II-1-1 フニン地区ボーリング調査位置図

表 II-1-1 フニン地区ボーリング一覧表

## フニン地区ボーリング調査(1994)

試 錐 番 号	位 置	標 高	方向	傾斜	深 度 実績 (計画)	回収率	鉱石 分析 試料
MJJ-14	N35.291 E760.755	1.737m	90°	-45°	300.58m (300m)	98.0%	314
MJJ-15	N35.135 E760.805	1.710m	90°	-45°	301.21m (300m)	99.7%	227
MJJ-16	N34.564 E761.687	1.769m	-	-90°	150.73m (150m)	93.1%	148
MJJ-17	N34.710 E761.815	1.797m	-	-90°	150.25m (150m)	92.9%	144
Total					902.77m (900m)		

## フニン地区ボーリング調査(1995)

試 錐 番 号	位 置	標 高	方向	傾斜	深 度 実績 (計画)	回収率	鉱石 分析 試料
MJJ-18	N34.864 E761.106	1.742m	90°	-45°	302.56m (300m)	97.0%	92
MJJ-19	N35.146 E761.180	1.817m	90°	-45°	301.03m (300m)	95.2%	290
MJJ-20	N35.146 E761.180	1.817m	-	-90°	393.14m (400m)	98.5%	345
MJJ-21	N35.145 E761.162	1.817m	0°	-45°	307.14m (300m)	98.8%	241
MJJ-22	N34.860 E761.615	1.911m	-	-90°	304.08m (300m)	87.7%	146
MJJ-23	N35.015 E761.490	2.030m	-	-90°	401.68m (400m)	96.1%	200
MJJ-24	N35.040 E761.865	2.029m	-	-90°	401.68m (400m)	96.3%	194
Total					2,411.31m (2,400m)		

くなる傾向が得られた。平均及び良好部の品位は、下記の通りである。

平均	深度1.00 m-300.58 m、	コア長299.58 m、	Cu: 0.29 %, Mo: 0.022 %
良好	深度12.00 m-50.00 m、	コア長38.00 m、	Cu: 0.31 %, Mo: 0.005 %
良好	深度119.00 m-179.00 m、	コア長60.00 m、	Cu: 0.33 %, Mo: 0.018 %
良好	深度207.00 m-294.00 m、	コア長87.00 m、	Cu: 0.41 %, Mo: 0.047 %

#### (2) MJ J-15

本孔は、花崗閃緑岩及び石英斑岩中を掘進した。これらの岩石は、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。

鉍化は、割れ目に発達する黄鉄鉍、黄銅鉍、斑銅鉍である。深度200 m~250 mの石英斑岩では、珪化、絹雲母化、緑泥石化し、鉍化は良好である。

鉍石分析（試料数227個）の結果、平均品位は高い品位ではないが、深部の石英斑岩周辺で高い品位が得られた。平均及び良好部の品位は、下記の通りである。

平均	深度0.60 m-301.21 m、	コア長300.61 m、	Cu: 0.22 %, Mo: 0.007 %
良好	深度183.00 m-301.21 m、	コア長118.21 m、	Cu: 0.41 %, Mo: 0.016 %

#### (3) MJ J-16

本孔は、花崗閃緑岩及び石英斑岩中を掘進した。これらの岩石は、一般に緑泥石化、緑簾石化、絹雲母化しているが、特に緑簾石化が顕著であることが特徴である。

鉍化は、花崗閃緑岩及び石英斑岩中の割れ目に発達する黄鉄鉍と、石英斑岩中の割れ目に発達する黄銅鉍、斑銅鉍である。

鉍石分析（試料数148個）の結果は、平均品位は低い、深部の石英斑岩周辺で良好な品位が得られた。平均及び良好部の品位は、下記の通りである。

平均	コア長144.60 m、	Cu: 0.15 %, Mo: 0.001 %	
良好	深度68.00 m-150.73 m、	コア長82.70 m、	Cu: 0.20 %, Mo: 0.001 %

#### (4) MJ J-17

本孔は、花崗閃緑岩及び石英斑岩中を掘進した。これらの岩石は、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。

鉍化は、花崗閃緑岩及び石英斑岩中の割れ目に発達する黄鉄鉍と、石英斑岩中の割れ目に発達する黄銅鉍、斑銅鉍である。

鉍石分析（試料数144個）の結果、平均品位は良好であり、石英斑岩周辺で高い品位が得られた。平均及び良好部の品位は、下記の通りである。

平均	深度4.05 m-150.25 m、	コア長146.20 m、	Cu: 0.46 %, Mo: 0.019 %
良好	深度60.00 m-150.25 m、	コア長90.25 m、	Cu: 0.62 %, Mo: 0.027 %



## 1-2 平成7年度ボーリング調査

### 1-2-1 調査目的

調査目的は、フニン川鉍化帯東部、コントロールシア沢鉍化帯及びフォルツナ沢鉍化帯北西部の地下深部の鉍化作用及び鉍況を確認することである。

### 1-2-2 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、フニン川東側にて1孔（計画深度300 m）、コントロールシア沢にて3孔（計画深度300 m x 2、400 m x 1）、フォルツナ沢鉍化帯北西部にて3孔（計画深度400 m x 2、300 m x 1）の計7孔（計画深度計2,400 m）のワイヤライン工法によるボーリング調査を実施した。ボーリング孔の位置を図II-1-1に示す。また、ボーリングの位置、方向、傾斜、深度を表II-1-1に示す。

#### (1) 資機材の搬入及び設営

ボーリング資機材は、ガルシアモレノからフニン地区中央部のフニンヘリポートまで車両による輸送を行った。ヘリポートから各ボーリングサイトまでは、本年度造成した幅2 mの運搬路により人力及び馬で輸送した。

ボーリングサイトは、沢沿いと尾根であり、作業用水は沢からポンプにより採取した。

#### (2) 掘進作業

掘進作業は、2方交代制、24時間作業で平成7年8月22日から平成7年10月17日に実施した。掘進方法は、表土層を除き、ワイヤライン工法である。

ボーリング調査の掘進実績、掘進工程を巻末1及び巻末2に示す。また、機材及び消耗品については巻末1に示す。

#### (3) コア調査

コア調査は、ガルシアモレノ作業基地にて実施し、柱状図（巻末3）にまとめた。また、各種室内試験用試料を採取した。鉍石分析用試料は、コアの半分を用い、コア長1 mあるいは2 mの連続サンプリングとした。

### 1-2-3 調査結果

各ボーリング孔の地質及び鉍化作用は、下記の通りである。ボーリング孔付近の地質を図II-1-1に、地質断面図を図II-1-2に示す。ボーリングコア地質柱状図を巻末3に示す。また、薄片鑑定結果を巻末4に、研磨片鑑定結果を巻末5に、X線回折試験結果を巻末6に、流体包有物温度測定結果を巻末7に、鉍石分析結果を巻末8に各々示す。

#### (1) MJJ-18

本孔は、花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩中を掘進した。これらの岩石は、一般に緑泥石化、緑簾石化しているが、鉍化部では珪化、絹雲母化が認められる。

鉍化は、割れ目に発達する黄鉄鉍、黄銅鉍である。深度115 mまでは、殆ど鉍化は認められないが、それ以深では弱い鉍化が発達する。X線回折の結果ではプロピライト化変質

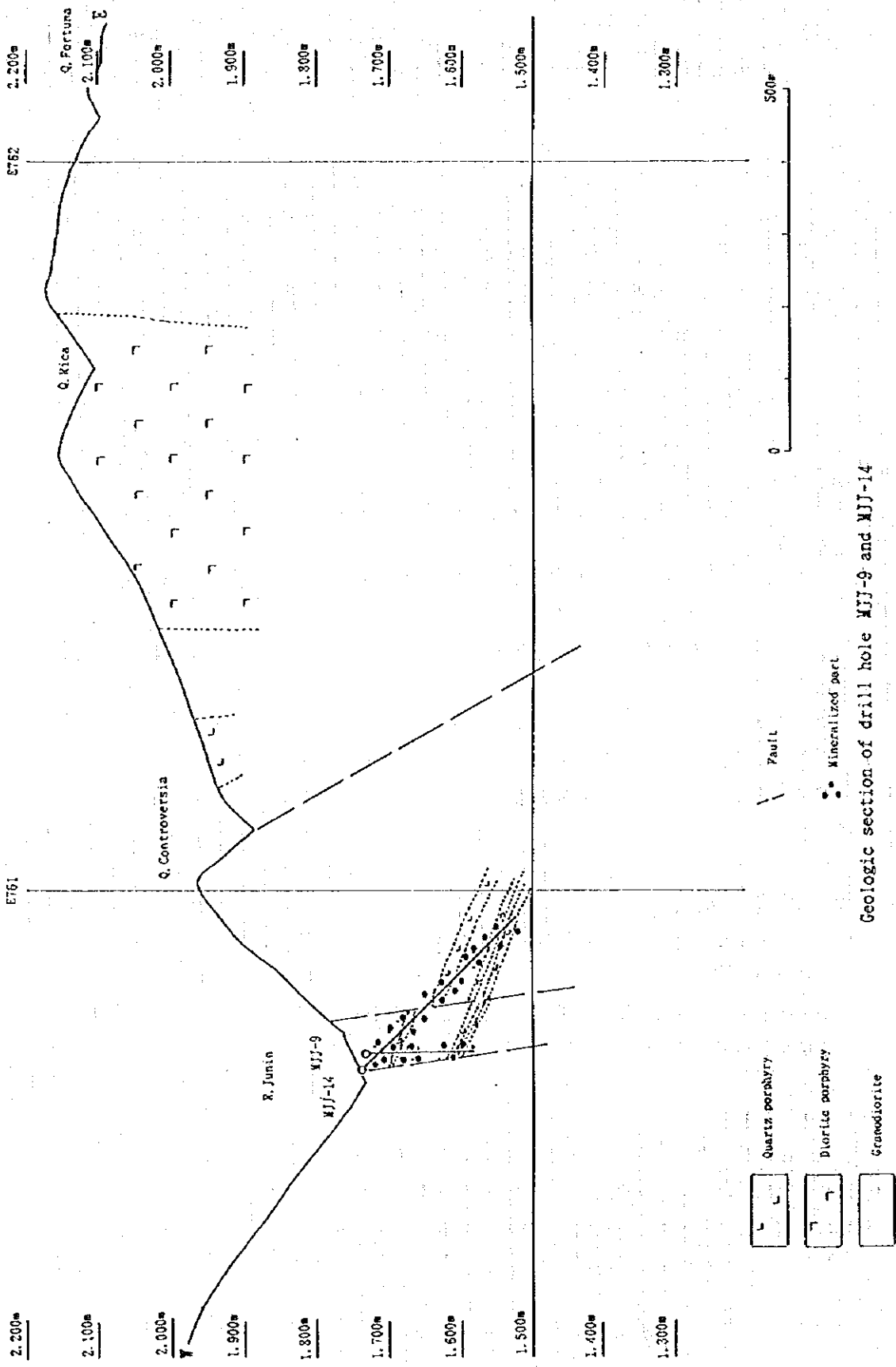
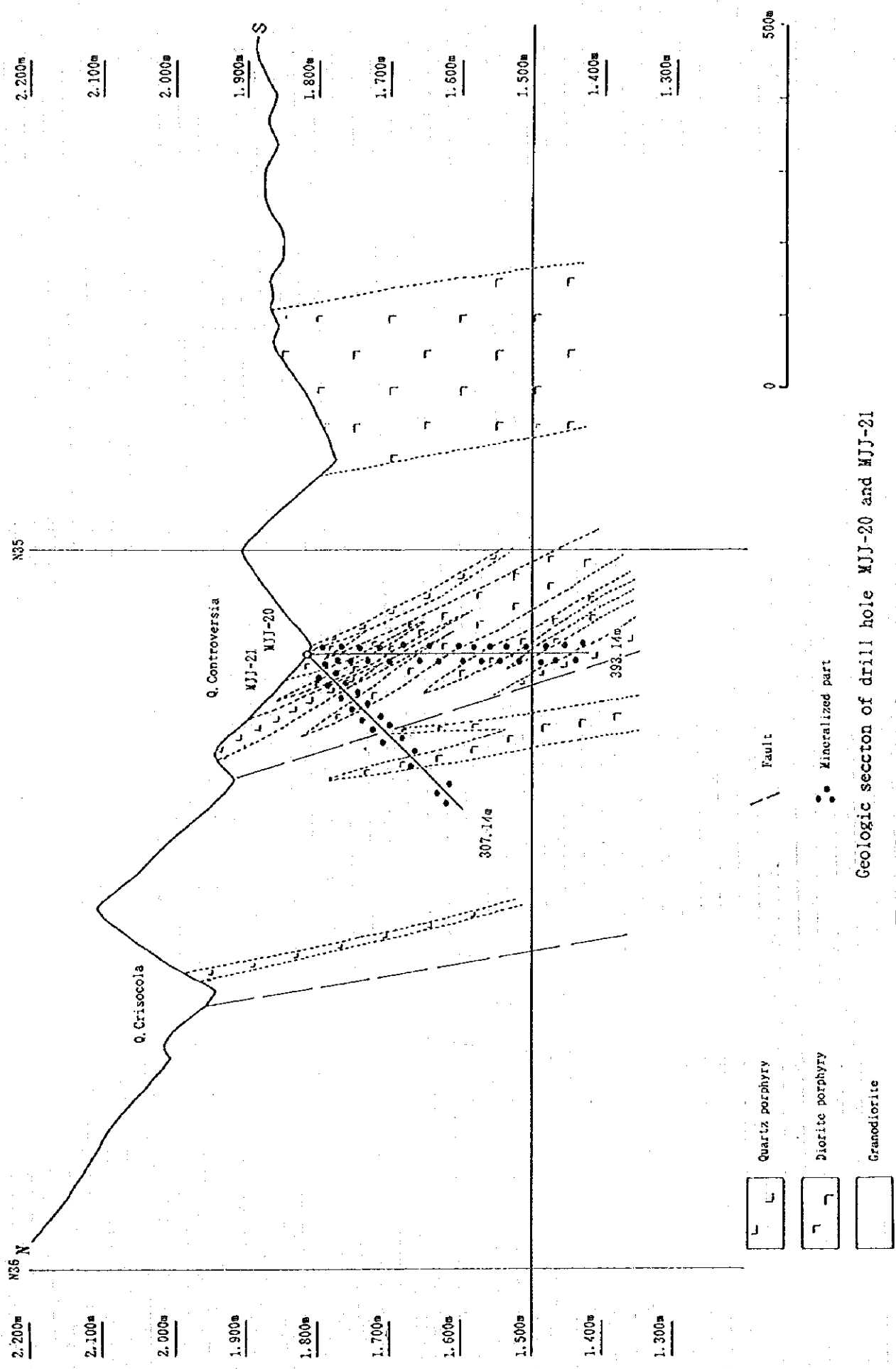


図 II-1-2 フニン地区ボーリング地質断面図(1)



Geologic section of drill hole MJJ-20 and MJJ-21

図 11-1-2 フニン地区ボーリング地質断面図 (2)

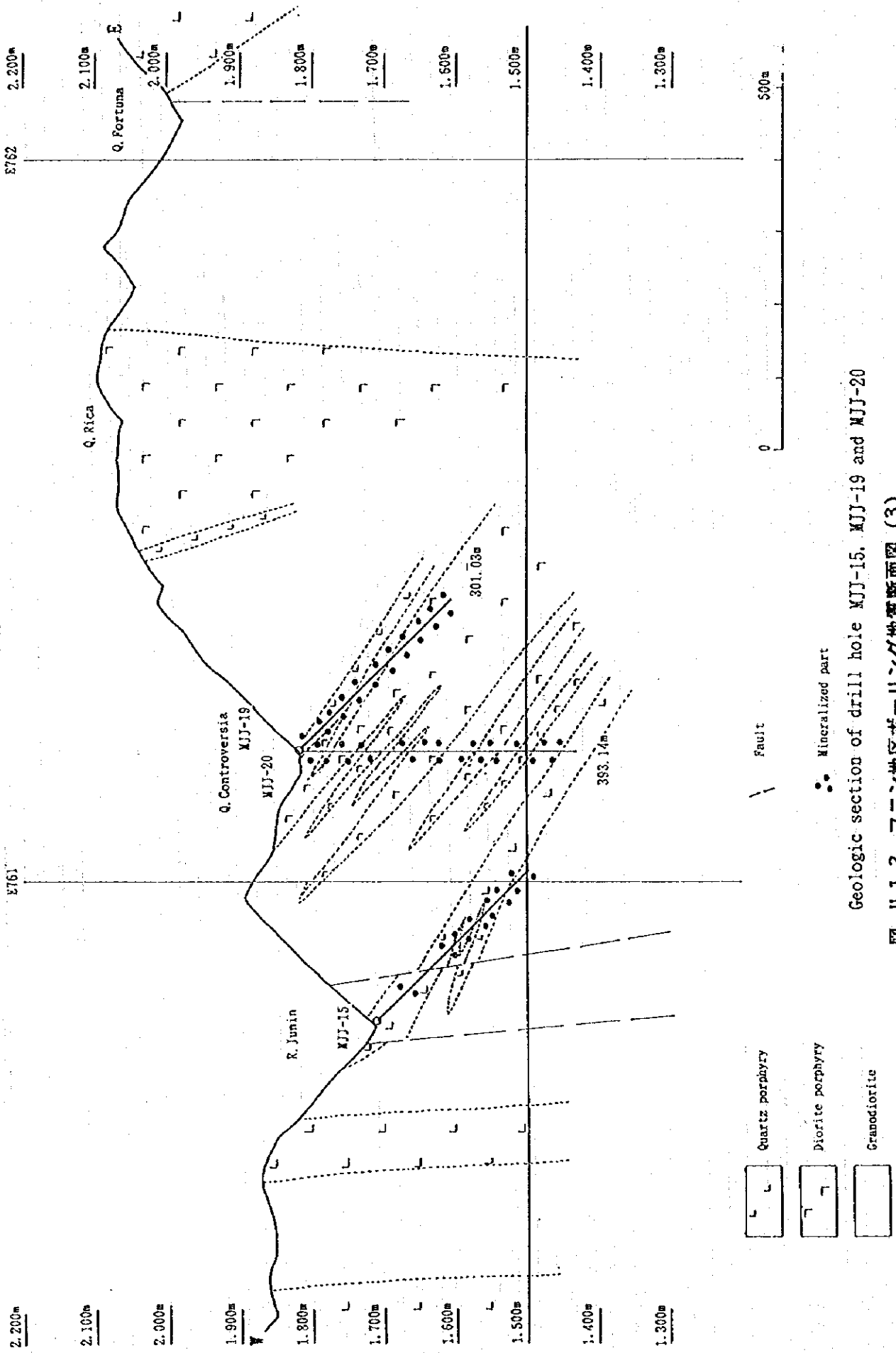
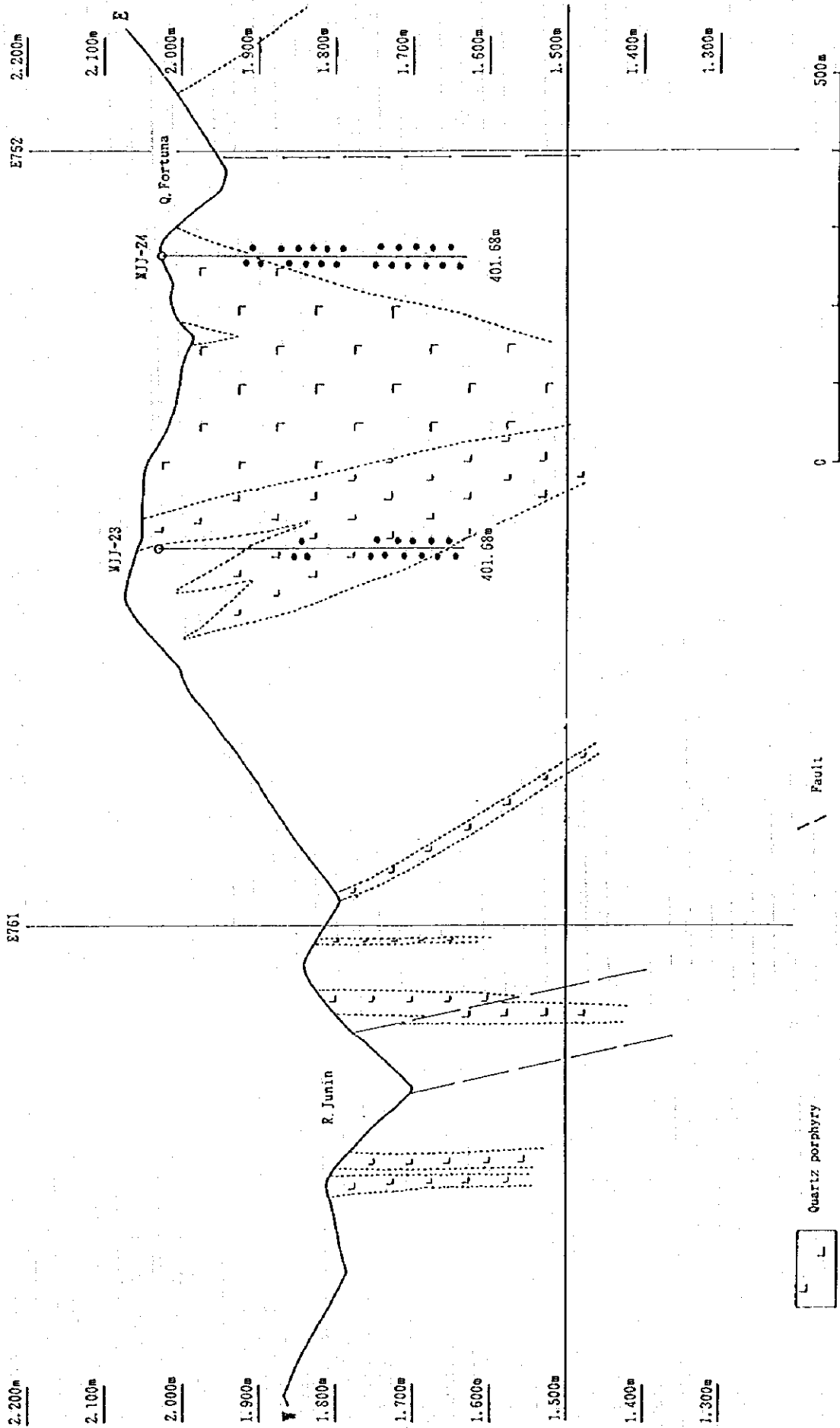


図 II-1-2 フニン地区ボーリング地質断面図 (3)



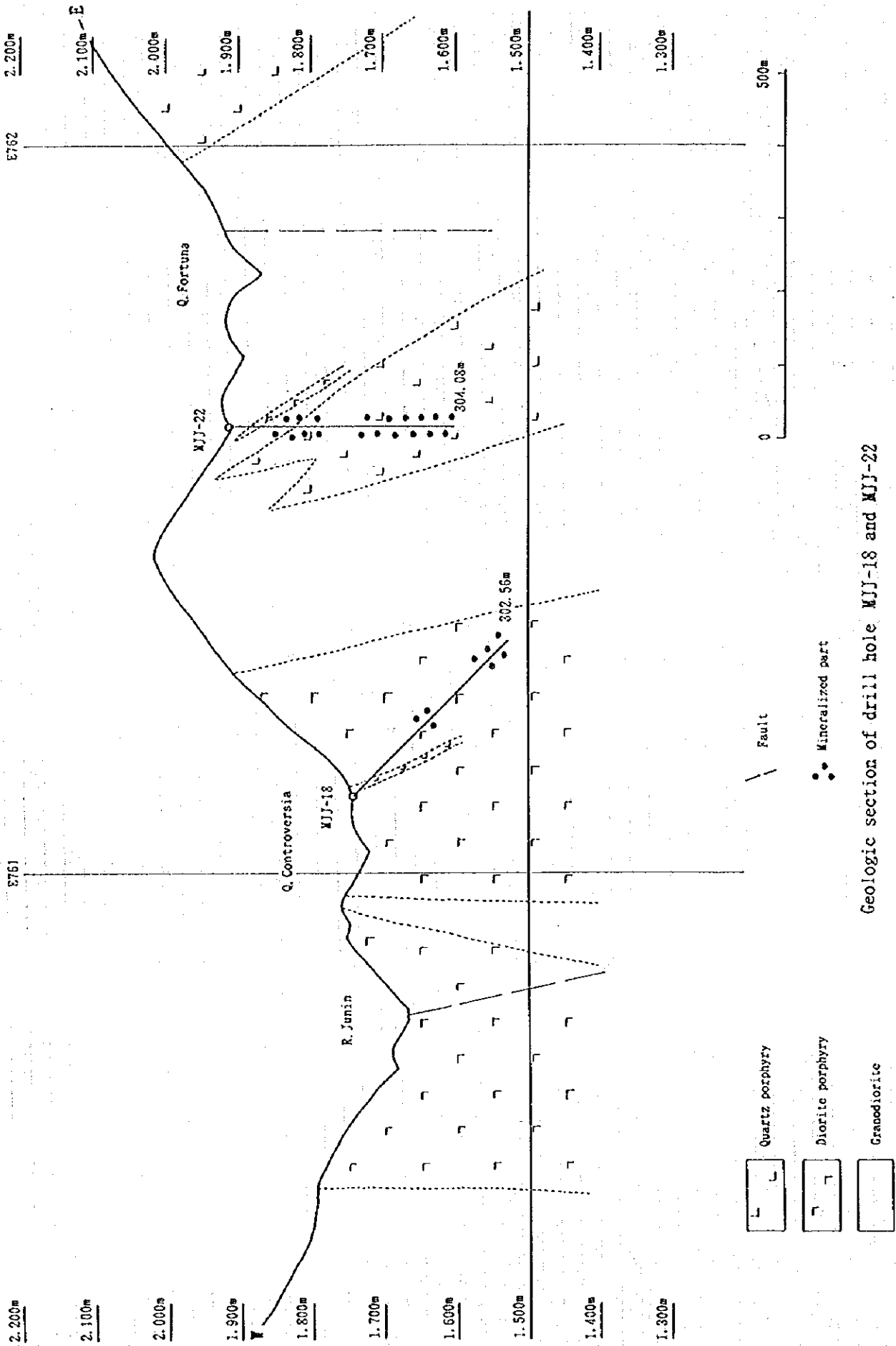
- L Quartz porphyry
- └ Diorite porphyry
- Granodiorite

•• Mineralized part

--- Fault

Geologic section of drill hole MJJ-23 and MJJ-24

図 II-1-2 フニン地区ボーリング地質断面図 (4)



Geologic section of drill hole MJJ-18 and MJJ-22

図 11-1-2 フニン地区ボーリング地質断面図 (5)

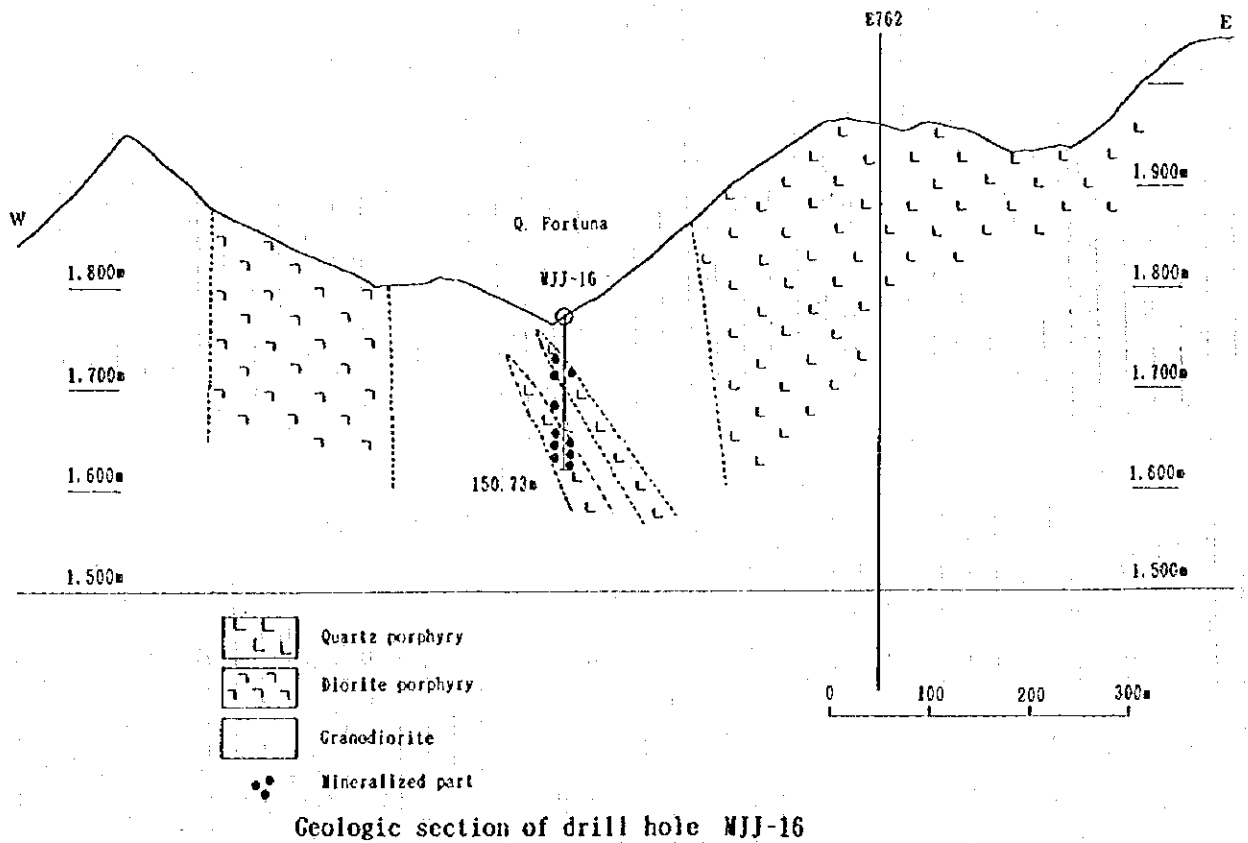
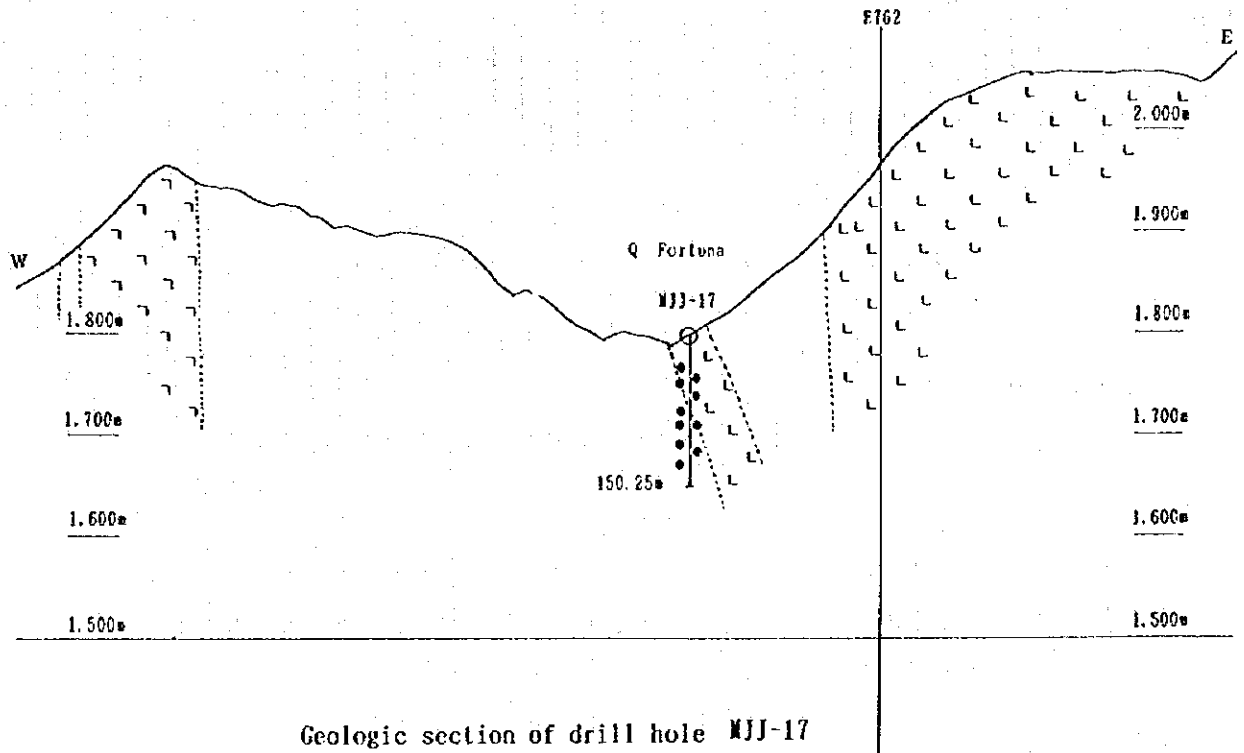


図 II-1-2 フニン地区ボーリング地質断面図 (6)

を主とし、鉍化部ではフィリック変質が認められる。

0-8.13 m: 表土

8.13-9.00 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化。

9.00-32.00 m: 石英斑岩、緑泥石化、緑簾石化。

32.00-302.56 m: 閃緑斑岩、緑泥石化、緑簾石化。深度120 m以深の鉍化部では珪化、絹雲母化が認められ、割れ目に黄鉄鉍及び黄銅鉍が発達する。

鉍石分析（試料数92個）の結果、最高Cu: 0.58%, Mo: 43ppmを得たが、平均品位は低い。分析品位を下記に示す。

平均 深度118.00 m-302.56 m、 コア長184.56 m、 Cu: 0.10 %, Mo: 0.0009 %

## (2) MJJ-19

本孔は、花崗閃緑岩、石英斑岩、閃緑斑岩中を掘進した。これらの岩石では、プロピライト化変質、フィリック変質及びポタシク変質があり、鉍化部ではフィリック変質及びポタシク変質となる。鉍化は、黄銅鉍、斑銅鉍に富み、輝銅鉍、輝水鉛鉍も発達する。

0-7.30 m: 表土

7.30-7.40 m: 閃緑斑岩

7.40-7.50 m: 花崗閃緑岩

7.50-117.00 m: 石英斑岩、珪化、絹雲母化が著しく、一部で二次黒雲母が認められる。

黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍、輝水鉛鉍に富む。黄鉄鉍は僅かである。

117.00-184.00 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化を主とし、鉍化部では珪化、絹雲母化となる。黄銅鉍、斑銅鉍が発達し、一部で輝水鉛鉍、輝銅鉍がある。黄鉄鉍は認められない。

184.00-188.50 m: 石英脈

188.50-215.30 m: 閃緑斑岩、弱い珪化、絹雲母化を主とし、黄銅鉍、一部で斑銅鉍が認められる。

215.30-221.00 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化を主とし、弱い珪化、絹雲母化がある。僅かに黄銅鉍、輝水鉛鉍が認められる。

221.00-301.03 m: 閃緑斑岩、珪化、絹雲母化が強く、斑銅鉍、黄銅鉍に富み、一部で輝水鉛鉍が発達する。

鉍石分析（試料数290個）の結果、高い平均品位が得られた。分析品位は下記の通りである。

平均 深度7.30 m-301.03 m、 コア長293.73 m、 Cu: 0.95 %, Mo: 0.040 %

上部 深度7.30 m-189.00 m、 コア長181.70 m、 Cu: 1.09 %, Mo: 0.035 %



下部 深度189.00 m-301.03 m、コア長112.03 m、 Cu: 0.73 %, Mo: 0.046 %

### (3) MJJ-20

本孔は、閃緑斑岩、花崗閃緑岩、石英斑岩中を掘進した。これらの岩石にはプロピライト変質、フィリック変質、ポタシック変質が認められる。鉱化は全ての変質帯で認められ、黄鉄鉱は少なく、黄銅鉱、斑銅鉱、輝水鉛鉱に富む。一部輝銅鉱も浅部で認められる。

0-3.96 m: 表土

3.96-9.50 m: 石英斑岩、珪化、絹雲母化し、黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱を認める。

9.50-14.00 m: 花崗閃緑岩、珪化、絹雲母化し、黄鉄鉱、黄銅鉱を認める。

14.00-34.20 m: 閃緑斑岩、緑泥石化、緑簾石化を主とし、珪化、絹雲母化も認める。黄鉄鉱、黄銅鉱を主とし、一部に輝水鉛鉱を認める。

34.20-43.10 m: 花崗閃緑岩、弱い黄鉄鉱、黄銅鉱

43.10-46.50 m: 閃緑斑岩、珪化、絹雲母化し、黄銅鉱、輝銅鉱を認める。

46.50-49.40 m: 花崗閃緑岩、黄鉄鉱、黄銅鉱を認める。

49.40-75.00 m: 閃緑斑岩、珪化、絹雲母化、黄銅鉱、輝水鉛鉱に富み、斑銅鉱を認める。

75.00-76.60 m: 花崗閃緑岩

76.60-83.90 m: 閃緑斑岩、緑泥石化、緑簾石化、珪化、絹雲母化し、黄銅鉱を認める。

83.90-92.00 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化、弱い黄銅鉱を認める。

92.00-96.20 m: 閃緑斑岩、緑簾石化、弱い黄銅鉱を認める。

96.20-97.20 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化、黄銅鉱を認める。

97.20-119.80 m: 閃緑斑岩、緑簾石化、珪化、黄銅鉱を認める。輝水鉛鉱が発達する。

119.80-126.10 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化を主とし、僅かに黄銅鉱を認める。

126.10-141.40 m: 閃緑斑岩、緑泥石化、緑簾石化、珪化、弱い黄銅鉱を認める。輝水鉛鉱が発達する。

141.40-142.60 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化

142.60-201.60 m: 閃緑斑岩、緑泥石化、緑簾石化、弱い珪化、絹雲母化、黄銅鉱に富み、斑銅鉱、輝水鉛鉱も認める。

201.60-250.20 m: 花崗閃緑岩、珪化、絹雲母化、弱い黄銅鉱、斑銅鉱、輝水鉛鉱を認める。

250.20-284.30 m: 閃緑斑岩、珪化、絹雲母化、黄銅鉱が発達し、僅かに斑銅鉱を認める。

284.30-310.20 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化、弱い黄銅鉱、斑銅鉱を認める。

310.20-327.00 m: 閃緑斑岩、強い珪化、絹雲母化、黄銅鉱が発達する。

327.00-375.50: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化、弱い黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱、輝水鉛鉱を認める。

375.50-393.14 m: 石英斑岩、珩化、絹雲母化、弱い黄銅鉱、斑銅鉱、輝水鉛鉱を認める。

鉱石分析（試料数345個）の結果、高い平均品位が得られた。分析品位は下記の通りである。

平均 深度3.96 m-393.14 m、 コア長389.18 m、 Cu: 0.58 %、 Mo: 0.027 %

#### (4) MJJ-21

本孔は、花崗閃緑岩、石英斑岩、閃緑斑岩中を掘進する。これらの岩石には、プロピライト変質及びフィリック変質が認められ、鉱化はフィリック変質中に主として発達する。

0-3.05 m: 表土

3.05-28.60 m: 閃緑斑岩、珩化、絹雲母化、緑泥石化、緑簾石化が認められ、黄鉄鉱、黄銅鉱を主とし、一部斑銅鉱、輝水鉛鉱が認められる。

28.60-42.50: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化を主とし、僅かに黄銅鉱、輝水鉛鉱が認められる。

42.50-44.00 m: 閃緑斑岩

44.00-46.80 m: 花崗閃緑岩、僅かに黄銅鉱が認められる。

46.80-66.20 m: 石英斑岩、弱い珩化、絹雲母化があり、黄銅鉱、斑銅鉱、輝水鉛鉱が認められる。

66.20-91.00 m: 花崗閃緑岩、珩化、絹雲母化があり、黄銅鉱、斑銅鉱が認められる。

91.00-108.00 m: 閃緑斑岩、弱い珩化、絹雲母化があり、斑銅鉱が発達する。

108.00-150.00 m: 花崗閃緑岩、珩化、絹雲母化があり、弱い黄銅鉱、斑銅鉱、輝水鉛鉱が認められる。

150.00-155.00 m: 閃緑斑岩、珩化、絹雲母化があり、輝水鉛鉱が認められる。

155.00-200.00 m: 花崗閃緑岩、珩化、絹雲母化があり、弱い黄銅鉱、斑銅鉱、輝水鉛鉱が認められる。

200.00-218.00 m: 閃緑斑岩、弱い珩化、絹雲母化があり、僅かに斑銅鉱が認められる。

218.00-307.14 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化、珩化、絹雲母化があり、僅かに斑銅鉱が認められる。

鉱石分析（試料数241個）の結果、良好な平均品位が得られた。分析品位は下記の通りである。

平均 深度3.05 m-307.14 m、 コア長304.09 m、 Cu: 0.39 %、 Mo: 0.010 %

良好 深度47.00 m-180.00 m、 コア長133.00 m、 Cu: 0.52 %、 Mo: 0.016 %

#### (5) MJJ-22

本孔は、花崗閃緑岩、閃緑斑岩、石英斑岩中を掘進する。これらの岩石には、プロピライト変質、フィリック変質、ポタシック変質があり、鉍化はフィリック変質、ポタシック変質に伴って認められる。

0-4.50 m: 表土

4.50-35.00 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑礫石化、珩化、絹雲母化があり黄鉄鉍、弱い黄銅鉍が認められる。

35.00-39.60 m: 閃緑斑岩、緑泥石化、緑礫石化

39.60-102.00 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑礫石化を主とし、一部に弱い珩化、絹雲母化がある。黄鉄鉍が発達し、僅かに黄銅鉍が認められる。

102.00-107.50 m: 石英斑岩、弱い珩化、絹雲母化があり、黄鉄鉍、斑銅鉍が認められる。

107.50-114.00 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑礫石化

114.00-304.08 m: 石英斑岩、珩化、絹雲母化を主とし、黄鉄鉍が広く発達し、珩化、絹雲母化の著しい部分で黄銅鉍、斑銅鉍、輝水鉛鉍が認められる。

鉍石分析（試料数146個）の結果、良好な平均品位が得られた。特に、深度200 m以下では高品位である。分析品位は下記の通りである。

平均 深度4.50 m-304.08 m、 コア長299.58 m、 Cu: 0.45 %、 Mo: 0.040 %

良好 深度200.00 m-304.08 m、 コア長104.08 m、 Cu: 1.04 %、 Mo: 0.107 %

#### (6) MJ J-23

本孔は、花崗閃緑岩、石英斑岩中を掘進する。これらの岩石には、プロピライト変質、フィリック変質、ポタシック変質があり、鉍化はフィリック変質、ポタシック変質に伴って認められる。

0-2.86 m: 表土

2.86-115.60 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑礫石化を主とし、一部に珩化、絹雲母化がある。黄鉄鉍が広く発達し、一部で黄銅鉍、斑銅鉍が認められる。

115.60-384.00 m: 石英斑岩、緑泥石化、緑礫石化、珩化、絹雲母化があり、黄鉄鉍が広く発達する。珩化、絹雲母化の部分で黄銅鉍、斑銅鉍が認められる。

384.00-401.68 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、珩化、絹雲母化があり、黄鉄鉍、黄銅鉍が認められる。

鉍石分析（試料数200個）の結果、良好な平均品位が得られた。特に、深度300 m以下では高品位である。分析品位は下記の通りである。

平均 深度2.86 m-401.68 m、 コア長398.82 m、 Cu: 0.25 %、 Mo: 0.007 %

良好 深度300.00 m-401.68 m、 コア長101.68 m、 Cu: 0.63 %、 Mo: 0.020 %

### (7) MJ J-24

本孔は、閃緑斑岩及び花崗閃緑岩中を掘進する。これらの岩石には、プロピライト変質及びフィリック変質がある。鉱化は、プロピライト変質及びフィリック変質に認められるが、銅鉱化はフィリック変質部に発達する。

0-14.64 m: 表土

14.64-111.50 m: 閃緑斑岩、緑泥石化、弱い珪化、絹雲母化があり、黄鉄鉱が広く発達する。一部で黄銅鉱、斑銅鉱が認められる。

111.50-401.68 m: 花崗閃緑岩、緑泥石化、緑簾石化を主とし、弱い珪化、絹雲母化が認められる。黄鉄鉱が広く発達し、珪化、絹雲母化部で黄銅鉱、輝銅鉱、斑銅鉱が認められる。

鉱石分析（試料数194個）の結果、良好な平均品位が得られた。深部で品位が高くなる傾向がある。分析品位は下記の通りである。

平均 深度14.64 m-401.68 m、 コア長387.04 m、 Cu: 0.31 %、 Mo: 0.007 %

良好 深度164.00 m-401.68 m、 コア長237.68 m、 Cu: 0.43 %、 Mo: 0.010 %

### 1-3 地質、鉱化及び変質作用

平成6年度及び平成7年度に、フニン川鉱化帯、フォルツナ沢鉱化帯及びコントロールシア沢鉱化帯の地下深部の地質及び鉱化作用を解明するために、11孔のボーリング調査を実施した。このボーリング調査の結果、これらの鉱化帯の周辺には、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方向及びNW-SE方向の岩脈状の石英斑岩及び閃緑斑岩が多く存在することが明らかとなった（図1-5-2）。

鉱化帯は、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、斑銅鉱、輝銅鉱と、石英脈に伴われる輝水鉛鉱からなる。顕微鏡観察結果では、び四面銅鉱、碓び銅鉱、銅藍が認められている。高い銅品位を示したMJ-19、MJ-20及びMJ-21では、黄鉄鉱が少なく、黄銅鉱、初生の斑銅鉱、輝水鉛鉱に富む特徴があり、また赤鉄鉱も多く認められる。MJ-22、MJ-23及びMJ-24の深部も同様な特徴を示す。

変質については、緑泥石化及び緑簾石化を特徴とするプロピライト変質が花崗閃緑岩、石英斑岩及び閃緑斑岩中に広く認められ、珪化、絹雲母化からなるフィリック変質は網状硫化鉱物細脈付近にのみ認められ、また網状細脈付近にはポタシク変質も認められる（巻末6）。

ボーリングコアでは、これらの変質が交互に出現し、明確な変質分帯は難しく図1-5-2、図1-5-3、図11-1-3に示すようにプロピライト帯、プロピライト・フィリック帯及びフィリック・ポタシク帯の3つに区分した。フィリック・ポタシク帯は、MJ J-19、MJ J-20及びMJ J-22の深部に分布する。これを取り囲みプロピライト・フィリック帯が分布する。更

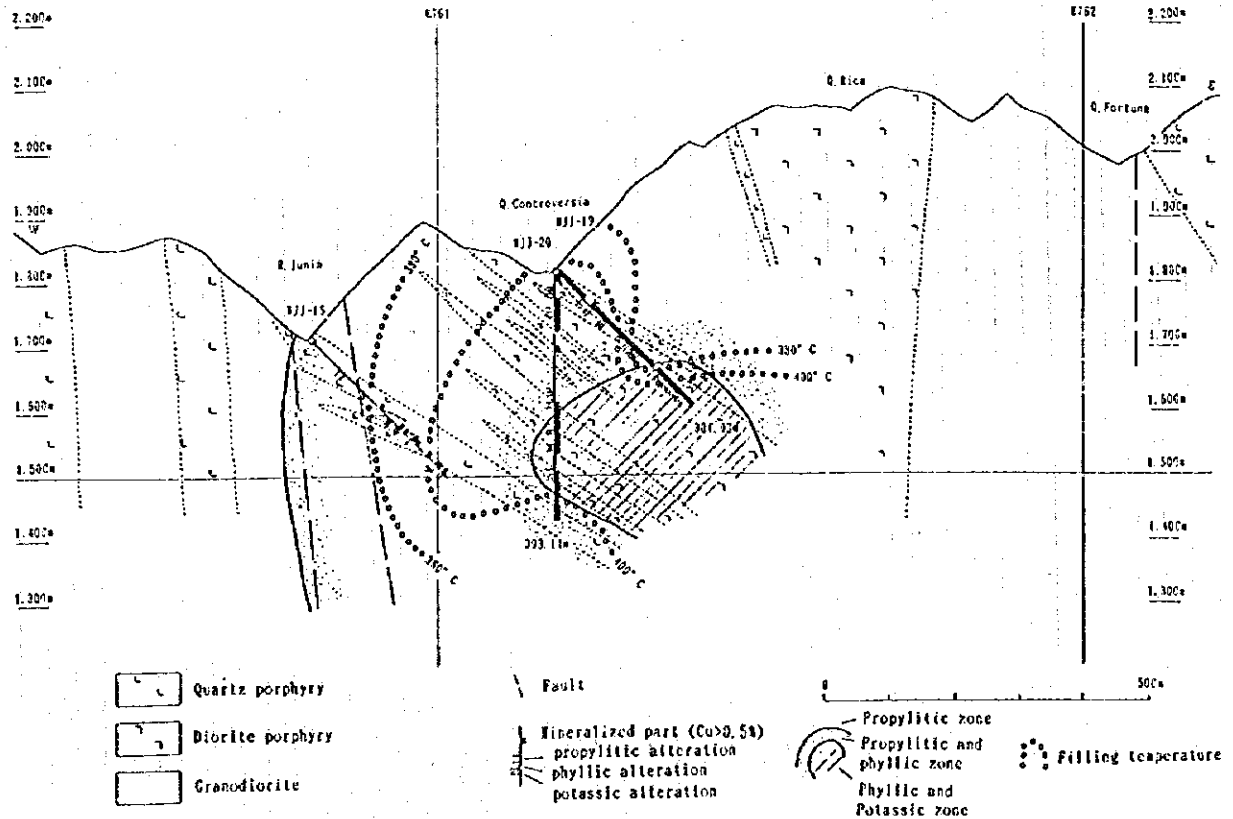
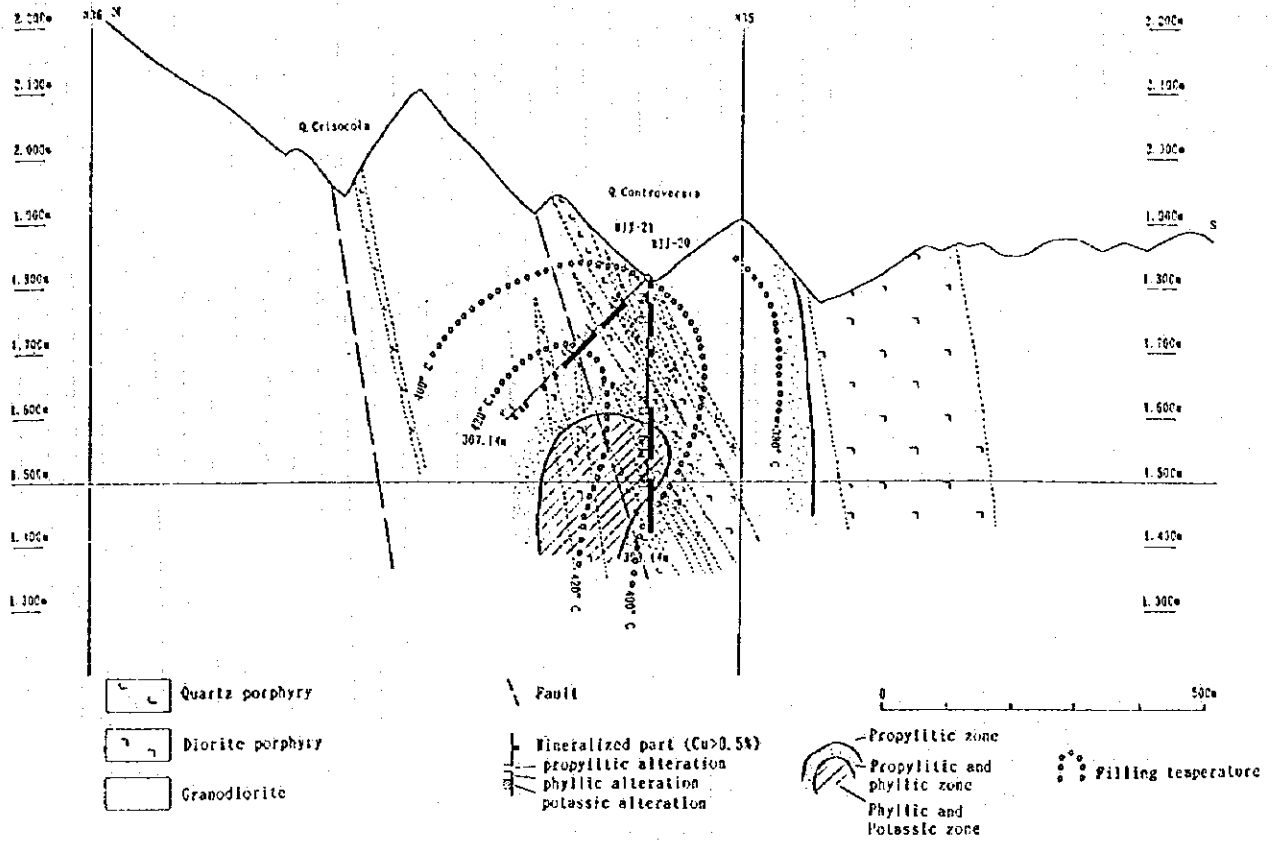


圖 II-1-3 變質・溫度分布圖(1)

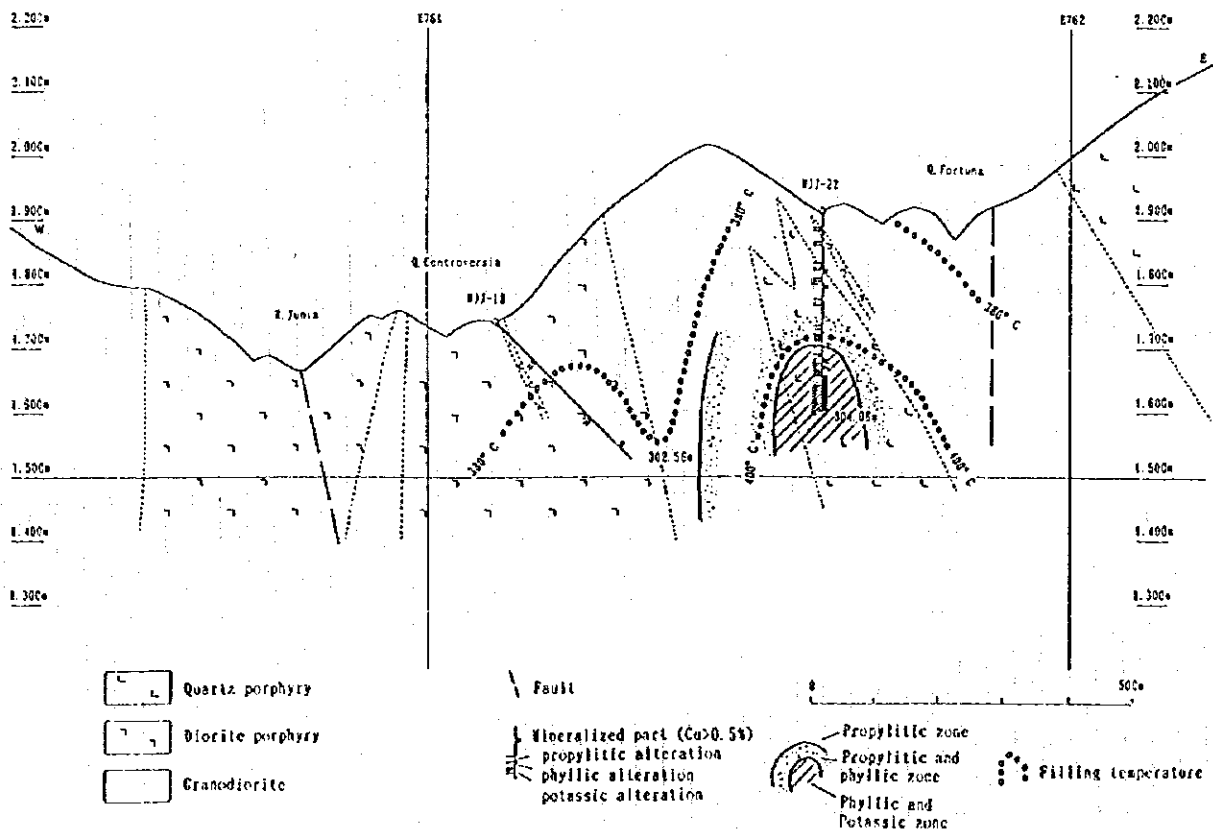
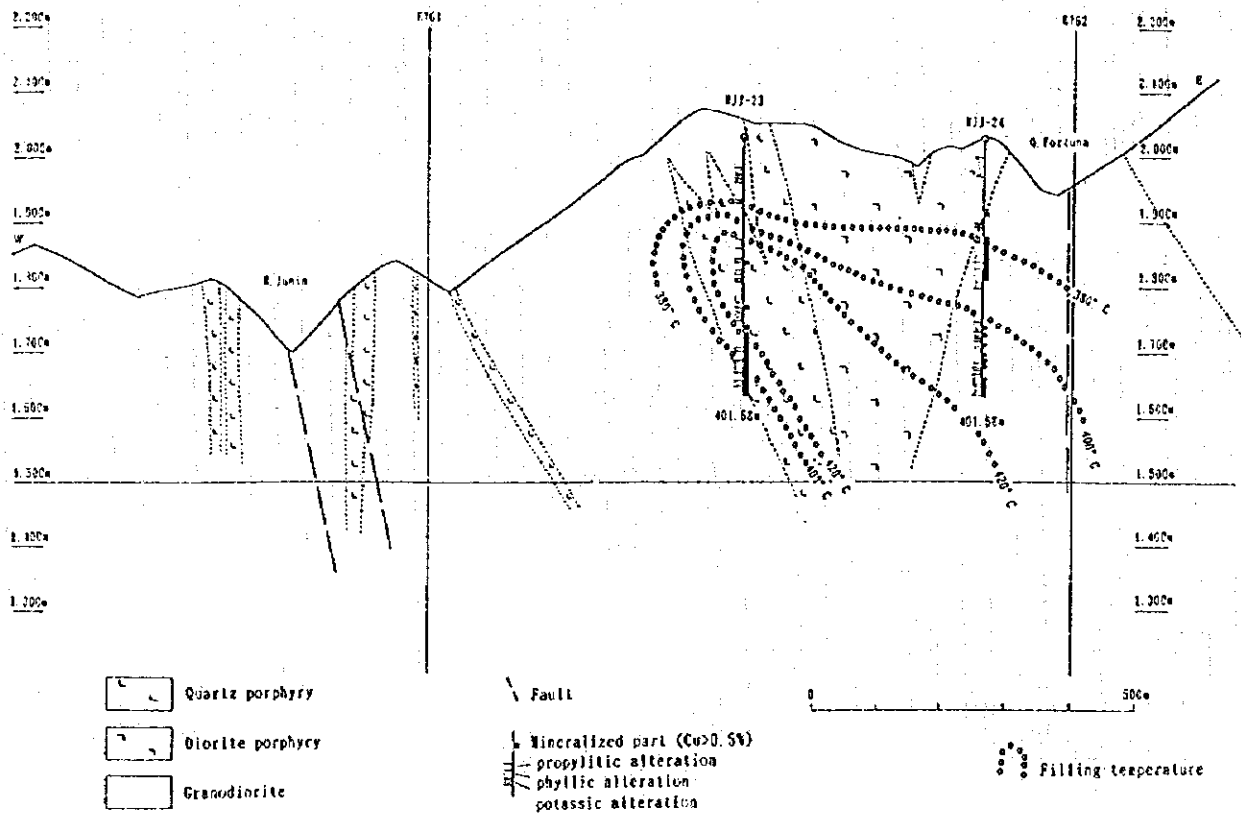


图 II-1-3 变质·温度分布图(2)