


THE JOURNAL OF THE
SOCIETY OF ANTHROPOLOGICAL AND
ETHNOLOGICAL STUDIES

平成 6 年 3 月

JICA LIBRARY



1124674 (1)

日本民族学研究所

1994

エクアドル共和国 フニン地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 3 年 次

平成 6 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1124674(1)

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3年度を第1年次とする3年次にあたり、金属鉱業事業団は調査団を平成5年6月23日から平成6年2月8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ものである。

平成6年3月

国際協力事業団

総 裁 柳谷 謙介

金属鉱業事業団

理事長 石川 丘

要 約

本調査は、エクアドル共和国と日本国政府の間で1991年7月19日に取決められた作業覚書き (SCOPE OF WORK) に基づき、エクアドル共和国北部のインパブラ州フニン地域において実施されたものである。調査期間は3年で、本年度はその第3年次にあたる。

本年次の調査はフニン地区中央区域及びコジャヘ地区リオ・マグダレナ区域で、ボーリング調査を実施し、地下深部の地質及び鉱化の状況を確認することにある。

(1) フニン地区

本年度はフニン地区中央区域のリモニタ沢鉱化帯及びフニン川鉱化帯の2鉱化帯に対してボーリング調査を実施した。その結果、いずれのボーリング孔も良好な鉱化部を捕捉した。

リモニタ沢鉱化帯に対しては、同鉱化帯の北東方 (MJJ-11 & 12) , 及び北西方 (MJJ-10) への拡がりを探査した。

リモニタ沢鉱化帯北東方の探鉱については、北東方向に向かって鉱化の程度が強くなる傾向が認められた。

鉱石品位は：

(MJJ-11)平均 Cu 0.22 % , Mo 0.012 % (深度 10 m から孔底 300 mまで)

(MJJ-12)平均 Cu 0.16 % , Mo 0.0056 % (深度 10 m から孔底 300 mまで)

一方、リモニタ沢鉱化帯北西方の探鉱については、地表の鉱化路頭の下部で良好な鉱化部に縫着した他、深度148 m 以深でも鉱化部に縫着している。

鉱石品位は：

(MJJ-10)一部 Cu 0.70 % , Mo 0.0036 % (深度 10 m から孔底 84 mまで)

(MJJ-10)一部 Cu 0.45 % , Mo 0.0025 % (深度148 m から孔底 301 mまで)

また、フニン川鉱化帯に対しては、昨年引き続き東方 (MJJ-13) への拡がりを探査した。鉱化帯東方への拡がりにはボーリング孔においても未だその東端部を把握していないが、孔底の鉱化変質の状況から、更に東方へ拡がる傾向が窺える。

鉱石品位は：

(MJJ-13)平均Cu 0.55 % , Mo 0.0085 % (深度 10 m から孔底 270 mまで)

良好な鉱化部は主として破碎帯中に認められ、割目中に、黄銅鉱、斑銅鉱、(輝銅鉱)、輝水鉛鉱等が生成していることが明らかにされた。珪化及び粘土化(セリサイト化)も岩石の破碎部を中心に発達している。

これら破碎帯は主として断層及びリニアメントに関連するものと推定される。

(2) コジャヘ地区

本年度のボーリング調査ではA鉱化帯の北部及び南部を探査した。

A鉱化帯の北部探査 (MJC-1 孔) の結果では、北方向に対しては鉱化の程度が強くなる傾向が認められた。更に同孔は破碎帯中を掘進しており、強珪化を受けた花崗閃緑岩の割

目中に、黄銅鉱、斑銅鉱、（輝銅鉱）、輝水鉛鉱等が生成していることが明らかにされた。
鉱石品位は：

（MJC- 1）一部 Cu 0.64 %，Mo 0.064 %（深度 10 m から孔底 60 mまで）

（MJC- 1）全体 Cu 0.28 %，Mo 0.012 %（深度 10 m から孔底 200 mまで）

一方、A 鉱化帯南部の探査では、地下浅部は風化に伴う粘土化及び初生硫化鉱物の溶脱が進んでいる。その下部は、黄鉄鉱が主体を占めており、黄銅鉱／黄鉄鉱の比率は同鉱化帯北部に比べ低いものの、孔底までほぼ一様に鉱化が認められた。鉱石品位は：

（MJC- 2）全体 Cu 0.16 %，Mo 0.0075 %（深度 10 m から孔底 200 mまで）

コジャヘ地区においても、破碎部は富鉱帯形成に重要な役割を果たしている。

フニン地区及びコジャヘ地区は、鉱染状及び脈状のCu-Mo 鉱床賦存のポテンシャルが極めて高いのでこれらの地区の有望地に対する今後の調査として以下のことを提言する。

（1）フニン地区

リモナ沢鉱化帯の北東方向への拡がり（ベルデ沢鉱化帯）：ボーリング調査

フニン川鉱化帯の東方向への拡がり（リカ沢鉱化帯拡がり）：ボーリング調査

フニン川鉱化帯の南方向への拡がり：ボーリング調査

フォルツナ沢鉱化帯の拡がり：鉱徴地調査及びボーリング調査

（2）コジャヘ地区

A 鉱化帯の拡がり：鉱徴地調査及びボーリング調査

南部鉱化帯の探鉱：地質精査及び物理探査

（3）フニン地区とコジャヘ地区の中間地域

これまでの調査により、フニン地区及びコジャヘ地区でいずれも良好な鉱化帯を把握することが出来たので、これら両地区の中間地域における鉱床賦存のポテンシャルを確認するため、岩石地化学探査を実施する。

目 次

はしがき	
調査位置図	
要 約	
目 次	
第1章 序論	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 第2年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第2年次調査の結論	1
1-2-2 第2年次調査の提言	3
1-3 第3年次調査の概要	4
1-3-1 調査地域	4
1-3-2 調査目的	4
1-3-3 調査方法	4
1-3-4 調査団の編成	5
1-3-5 調査期間	5
1-4 調査地域の地理	5
1-4-1 位置及び交通	5
1-4-2 地形及び水系	6
1-4-3 気候及び植生	6
1-5 調査地域の一般地質及び地質的位置付け	6
第2章 各論	11
2-1 フニン地区	11
2-1-1 調査目的及び方法	11
2-1-2 地質及び地質構造	13
2-1-3 調査結果	14
2-1-4 考察	19
2-2 コジャヘ地区	20
2-2-1 調査目的及び方法	20
2-2-2 地質及び地質構造	23
2-2-3 調査結果	24
2-2-4 考察	25
2-3 調査結果の総合検討	27
第3章 結論及び提言	29
3-1 結論	29
3-2 提言	30
参考文献	31
図表一覧	32
付 録	

第 1 章 序論

1-1 調査の経緯

本調査は、日本国政府とエクアドル共和国政府の間で1991年7月19日に取決められたフニン地域の資源開発協力基礎調査の作業協定（SCOPE OF WORK）に基づき、同地域において実施されているものである。

調査範囲は、エクアドルの西部アンデス山脈西縁に在り、北米から南米に至るポーフイリカッパーベルトの中に位置している。

本年度は第3年次調査にあたり、調査は日本側及びエクアドル側からそれぞれ人員を派遣して実施された。

1-2 第2年次調査の結論と提言

1-2-1 第2年次調査の結論

(1) フニン地区の地質

フニン地区の地質は、アプエラーナネガルバソリスに属する花崗閃緑岩と、これに貫入するストック状～岩脈状の石英斑岩及び閃緑斑岩からなる。ストック及び岩脈の分布密度は本地区中央区域に集中する。また、フニン川、リモニタ沢及びクリソコラ沢の合流点付近を中心として、放射状のリニアメントが発達する。

(2) フニン地区中央区域の鉍化変質作用

本区域の主要な鉍化変質帯は、産状からタイプⅠ、タイプⅡ及びタイプⅢの3種類に分類された（タイプⅠ、Ⅱはいわゆるポーフイリーカッパータイプ）。

タイプⅠは、石英斑岩近傍の花崗閃緑岩中のCu-Mo鉍染・細脈帯で、フィリック変質帯を伴う。タイプⅡは、第2年次に鉍微地調査のターゲットとなった花崗閃緑岩中の脈状のCu-Mo鉍化帯で、脈際のカリウム質変質帯を伴う。さらに脈質の違いにより、硫化鉍-粘土脈主体のタイプⅡA、石英脈に硫化鉍を伴うタイプⅡBに分けられる。タイプⅢは、花崗閃緑岩及び閃緑斑岩中の網状石英脈を伴う酸性変質帯で、局部的にAu-Ag地化学異常が抽出された。

リモニタ沢上流鉍化帯はタイプⅡAに属し、脈幅2m、延長140mで、平均Cu10%及びAg15g/tである。クリソコラ沢鉍化帯は主としてタイプⅡAに属し、脈幅1.1m、延長50mで、平均Cu30%である。フニン川鉍化帯は、幅200m、延長500mの範囲にタイプⅠ、タイプⅡA及びタイプⅡBが重複する。平均Cu1%である。コントロベルシア沢鉍化帯は、150m×200mの範囲にタイプⅠ、タイプⅡA及びタイプⅡBが重複するが、鉍化の程度は弱い。リカ沢鉍化帯もタイプⅠ及びタイプⅡBが重複するが、小規模である。

(3) ボーリング調査

ボーリング調査では、リモニタ沢鉱化帯及びフニン川鉱化帯を探索し、いずれも優勢な鉱化部を捕捉した。

リモニタ沢鉱化帯は、北東方深部に向かって鉱化の程度が強くなり、150m以上連続することが確認された。北東向ボーリング(MJJ-4)で把握した鉱化部は、148.80 m間の鉱石分析品位が最高Cu3.84 %、平均Cu1.30 %(n=37)を示した。

一方フニン川鉱化帯でも、東向ボーリング(MJJ-8)で把握した鉱化部は、233.45 m間の鉱石分析品位が最高Cu2.10 %、平均Cu0.46 %(n=112)を示した。

ボーリング・コアの観察から、岩石の割目中に斑銅鉱が認められ、リモニタ沢鉱化帯北東部及びフニン川鉱化帯東部の尾根部下部に、優勢な鉱化部を形成していることが明らかにされた。

(4) フニン地区周辺地区の鉱化変質作用及び岩石地化学探査結果

フニン地域・周辺区域には、クリスタル沢支流鉱化帯、エスペランサ沢鉱化帯及びフォルトゥナ沢鉱化帯が分布する。

クリスタル沢支流鉱化帯は、東部鉱化帯と西部鉱化帯に分けられ、前者はタイプⅠが、後者はタイプⅡが主体である。エスペランサ沢鉱化帯はタイプⅡに属する脈状鉱から成り、エスペランサ沢本流に脈幅1m、延長1km、標高差120mの範囲に分布する。鉱石の平均品位はCu10%、Ag20 g/tであった。フォルトゥナ沢鉱化帯主要部はタイプⅠと若干のタイプⅡから成り長さ600m、幅200m、標高差200mの範囲に認められる。鉱石の平均品位はCu1%であった。

本年度の岩石地化探異常はこれら鉱化帯の範囲をより限定し、変質分帯及び鉱化帯の分布と非常に良く一致した。すなわち、Cu-Mo異常帯は各鉱化帯の中心部に抽出され、Pb-Zn異常帯は主として各鉱化帯の周辺部に抽出された。昨年度の沢砂地化探異常及び本年度の岩石地化探異常はこれら鉱化帯に起因するものと考えられる。

(5) コジャヘ地区リオ・マグダレナ区域

本区域の地質は、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、これに貫入するストック状～岩脈状の安山岩質斑岩と、岩脈状の石英斑岩及び閃緑斑岩からなる。

本区域には、タイプⅠに属す鉱化帯A・B・C・E、タイプⅡに属す南部鉱化帯、そしてタイプⅢに属す鉱化帯Dが分布する。鉱化帯Cの一部には鉱化帯Dが重複する。これらのうち最大のものは鉱化帯Aで、500m×400mの範囲に認められ、鉱石鉱物の産状は中心部が網状～鉱染状、その外側がフィルム状である。また、変質鉱物の組み合わせもこれに調和的に石英-絹雲母-緑泥石-黄鉄鉱帯、緑泥石-方解石帯の順に累帯配列を示す。これらの変質分帯は、一般のポーフィリー銅-鉛-亜鉛床のフィリック変質帯及びプロピライト化変質帯に相当し、鉱化帯の累帯配列の順序も一般のポーフィリー銅-鉛-亜鉛床と同じである。鉱石分析の結果Cuは平均0.6%であり、同鉱化帯の規模及び銅品位は、フニン地区

中央区域リモタ沢鉍化帯～ベルデ沢鉍化帯及び同地区周辺区域のフォルトゥナ沢鉍化帯に次ぐものである。鉍化帯と地化学異常との関係について、Cu-Mo-Au-Agの高因子得点分布域は、鉍化帯A、鉍化帯E、南部鉍化帯及び北東部に抽出された。またAu-Agの高因子得点分布域は、鉍化帯Dに一致して抽出された。

鉍化帯と物理探査結果との関係について、鉍化帯A・Eは中～低比抵抗及び高～中PFE、鉍化帯Dは中比抵抗及び中～低PFE、南部鉍化帯は高比抵抗及び高～中PFEであった。IP異常は鉍化帯A及び南部鉍化帯のさらに西方下部にも連続している。ノルム黄銅鉍-黄鉄鉍量によるIP異常の評価について、IP異常は全硫化物量に比例し、鉍化帯A・E上のIP異常は等量の黄銅鉍及び黄鉄鉍によるもの、南部鉍化帯上のIP異常は黄鉄鉍>黄銅鉍によるもの、北東部のIP異常は黄鉄鉍によるものと推定された。

1-2-2 第2年次調査の提言

フニン地区及びコジャヘ地区は、鉍染状及び脈状のCu-Mo-Ag鉍床賦存のポテンシャルが極めて高く、鉍床形成モデルからこれらの地区の有望地に対する第3年次調査として、次のことを提言する。

(1) フニン地区中央区域

本区域の探査では、急峻な地形のため物理探査を導入することは難しい。従って、今後も引きつずきボーリングを実施し、鉍量を把握する。

- ① リモタ沢鉍化帯～ベルデ沢鉍化帯深部（タイプI）
- ② ベルデ沢鉍化帯（タイプI）
- ③ フニン川鉍化帯（タイプI及びタイプII）
- ④ リモタ沢上流鉍化帯（タイプII）
- ⑤ クリソコラ沢鉍化帯（タイプII）

(2) フニン地区周辺区域

① フォルトゥナ沢鉍化帯（タイプI）：同鉍化帯主要部の南限は、第1年次の調査により捕捉された。第2年次の調査により、同鉍化帯主要部のおおよその範囲は限定された。今後さらに詳細な鉍徴地調査と、ボーリング調査が望まれる。また、石英斑岩ストックの南東部及び東部の地質調査も必要と考えられる。

② エスペランサ沢鉍化帯（タイプII）：ボーリング調査が望まれるが、同鉍化帯の探鉍はリモタ沢鉍化帯及びベルデ沢鉍化帯と併せて坑道探鉍を検討する必要がある。

(3) コジャヘ地区リオ・マグダレナ区域

- ① マグダレナ川支流鉍化帯（鉍化帯A）のボーリング調査及び西方の物理探査。
- ② 南部鉍化帯西方の物理探査。

1-3 第3年次調査の概要

1-3-1 調査地域

第3年次調査の範囲は、第2年次調査の結果及びその提言に基づき、フニン地区中央区域及びコジャヘ地区リオ・マグダレナ区域からなる。

1-3-2 調査目的

本年次調査の目的は、エクアドル共和国フニン地域において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及び調査期間を通じて、相手国機関に対して技術移転を図ることである。

1-3-3 調査方法

フニン地区中央区域及びコジャヘ地区リオ・マグダレナ区域で、ボーリング調査を実施した。作業の範囲及び量は Fig.1-1 に示す通りである。

Tab.1-1 Amounts of field works and laboratory tests

Area	Survey contents	Survey amount			
Junin	Drilling survey	Hole	Direction	Inclination	Depth
		MJJ-10	325 °	-45 °	301.30 m
		MJJ-11	30 °	-45 °	302.50 m
		MJJ-12	30 °	-45 °	302.00 m
		MJJ-13	90 °	-45 °	270.00 m
Total				1174.80 m	
Cuellaje	Drilling survey	MJC- 1	--	-90 °	202.00 m
		MJC- 2	--	-90 °	201.50 m
		Total			

Items and contents of laboratory work	Amount
Drilling survey	
① Rock thin section	12
② Ore polished section	12
③ Chemical analyses	315
-Ore (4 elements: Cu, Pb, Zn & Mo)	253
-Ore (6 elements: Cu, Pb, Zn, Au, Ag & Mo)	62

1-3-4 調査団の編成

第3年次調査に参加した調査員は Tab.1-2 に示すとうりである。

Tab.1-2 Members of project administration and field survey

(日本側)	
大迫次郎	金属鉱業事業団海外部計画課
高本宏介	同上
水沢誠一	同上 リマ駐在員
日下 浩	大手開発株式会社 総括, ボーリング調査
(エクアドル側)	
Ramon Vera	CODIGEM 総括
Wilson Santamaria	CODIGEM 総括
Edgar Lopez	CODIGEM 総括
Luis Quevedo	CODIGEM 総括
Gabriel Valensuela	CODIGEM コア調査
Wilson Bonilla	CODIGEM コア調査
Luis De La Torre	CODIGEM ボーリング
Alfonzo Vaca	CODIGEM ボーリング

1-3-5 調査期間

現地調査

ボーリング調査 : 平成5年6月23~平成6年2月8日

報告書作成 : 平成5年12月1日~平成6年2月24日

1-4 調査地域の地理

1-4-1 位置及び交通

フニン地域は、エクアドル共和国の首都キト (Quito)の北方約20~80km, インバブラ州 (Provincia de Imbabura) ~ピチンチャ州 (Provincia de Pichincha) に跨って位置し、そのうち本年度の調査範囲はフニン地区及びコジャヘ地区の2地区である。

調査の中継地となったナングルビ (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 (拠点) となったチャルグアヤク・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10 km, ジープで30分(乾季)を要する。同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。コジャッヘーナングルビ間は, 未舗装道路で17 km, 40分かかる。

1-4-2 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, 標高差が大きい。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間にそれぞれ分布する。本調査地域内に分布する主な山としてはコジャッヘ地区東方約20 kmにコタカチ山(Cotacachi, 4,937m)があり, 地域外ではプルラワ地区東方約50 kmにカヤンベ山(Cayambe, 5,790m)が聳え立つ。

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。地形は2地区とも極めて急峻である。

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系及びN-S系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。

1-4-3 気候及び植生

本地域の気候は, 資料によると地域南東縁及びコタカチ山を除いたほとんどの地域で, 温暖性多湿気候である。年間の温度変化は17~20℃, 湿度変化は50~75%, 年間降水量は2,000~3,000 mmである。雨季は12月から4月とされている。

フニン地区では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。

植生は密林が多いが, 谷沿いの低地では砂糖きび, バナナ等の農園が, 一方高地ではとうもろこし畑あるいは牧場等が, 部分的に発達する。

1-5 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暁新世の火山岩類(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。

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）。

以上の関係をFig. 1-1 及びTab. 1-3 に示す。

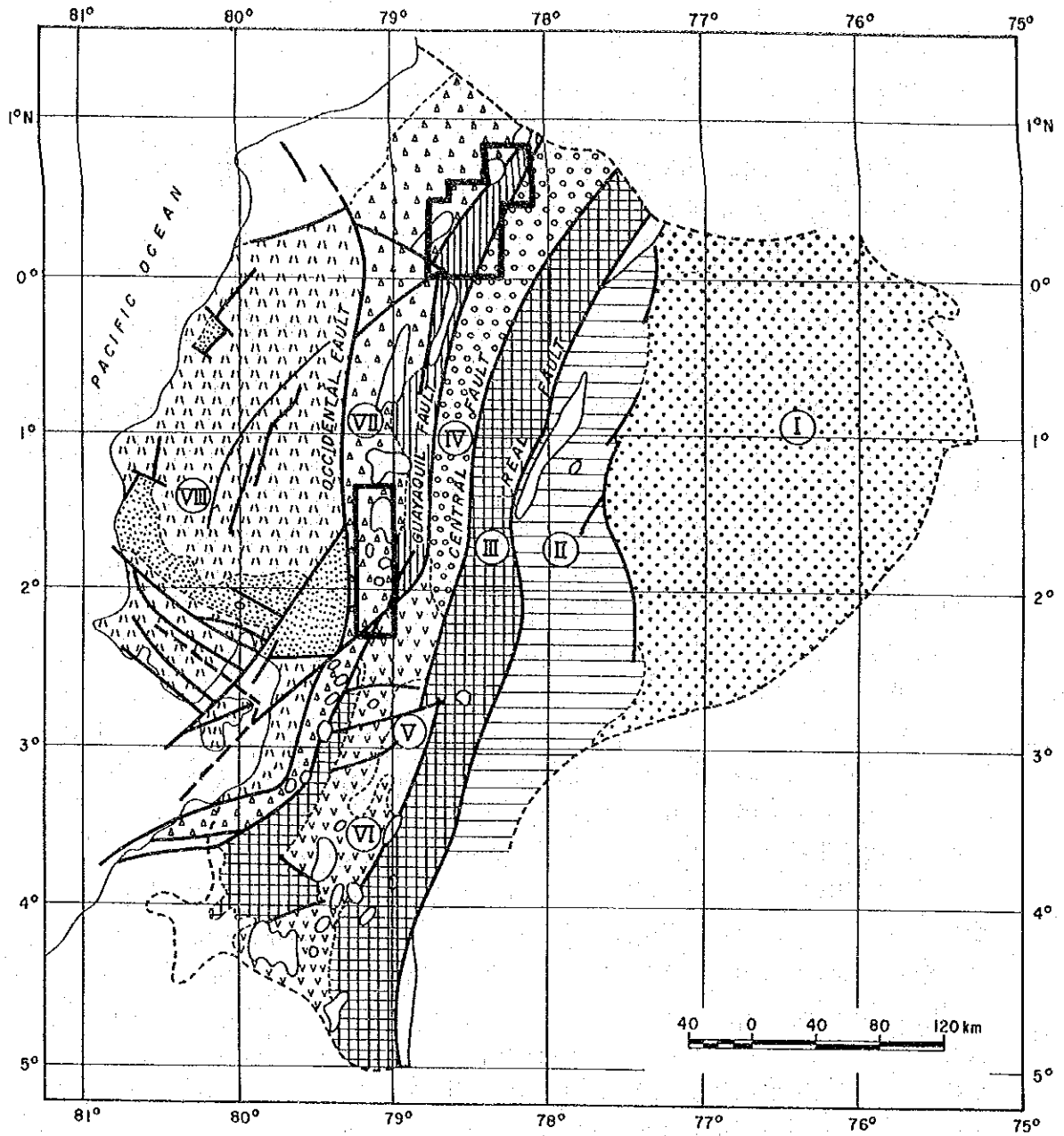
フニン地域は、このうち重要なポーフイリーカッパーベルト帯である西部山脈の複背斜-複向斜鉱床帯に属する。本鉱床帯は北はコロンビアのピエドランチャ(Piedrancha)鉱床(50Ma, JICA-MMAJ, 1983)に、南はエクアドルのテリンベラ(Telimbela)鉱化帯(20/15Ma, JICA-MMAJ, 1989)、エル・トルネアド(El Torneado)鉱化帯(30/24Ma, JICA-MMAJ, 1989)及びチャウチャ(Chaucha)鉱床(Eocene, OMRD, 1972)、さらにペルーのミチキジャイ(Michiquillay)鉱床(46/21Ma, Stewart et al. 1974)にまで連続する。ピエドランチャ鉱床近傍には後期のAu鉱化作用も重複して認められる。又、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、南方にはポルトベロ(Portovelo)多金属鉱脈鉱床が存在する。したがって、本地域はポーフイリーカッパー鉱床等各種鉱床賦存の可能性が高い地域である。

フニン地域の地質は、主として白亜紀のマクチ層、シランテ(Silante)層及びユンギージャ(Yunguilla)層からなり、これらに酸性～中性の花崗岩類が貫入する(MRNE/DGGM, 1982)。地域東部では、第四紀の溶岩及び各種火山噴出物が分布する。

本年度調査地区では、全て花崗岩類からなる。Henderson(1979)は、他地域のマクチ層において、上部白亜紀を示す海生の動物化石(Inoceramus peruanus)及び有孔虫化石(Globotruncana sp.)と、始新世を示す有孔虫化石(Nummulites nummulitiformis Rutt en, Amphistegina spp.)が同定されていること、K-Ar法によって 51.5 ± 2.5 Ma(下部始新世)の放射年代が得られていることを述べている。また、調査地域内の花崗岩類に関しては、本年度調査でバソリス状の花崗閃緑岩岩体から13～15Ma、ストック状の斑岩類から6～11Ma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-S-SW方向である。

本地域において確認された鉱化変質作用には4つのタイプがある(JICA/MMAJ, 1992)。

- ① タイプⅠ：花崗岩類中に認められる鉱染状のCu-Mo 鉱化作用（ポーフイリーカッパータイプ）（フニン地区及びコジャッヘ地区）
- ② タイプⅡ：花崗岩類中に認められる脈状のCu-Mo 鉱化作用（ポーフイリーカッパータイプ）（フニン地区及びコジャッヘ地区）
- ③ タイプⅢ：花崗岩類中に認められる酸性熱水変質作用（フニン地区）
- ④ 浅成タイプ：Pb-Zn-Cu鉱化作用・酸性熱水変質作用（プルラワ地区）



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 | | |

Fig.1-1 Geotectonic and metallogenic zones of Ecuador

Tab.1-3 Classification of metallogenic zones

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	
		IV. Quito Graben			
	Real Cordillera	Metamorphic Rocks of Paleozoic and Mesozoic	Oriental (Continental Crust, Miogeosyncline)	III. Anticlinorium of Real, Moromoro and Mulepungo 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2章 各論

本年度は、第2年次調査に引き続き、ボーリング調査を実施した。

2-1 フニン地区

2-1-1 調査目的及び方法

(1) 調査目的

調査目的は、フニン地区において、第2年次調査で抽出された鉱床胚胎有望地区について地下の鉱化作用及び鉱況を確認することである。

(2) 調査方法

コア・ボーリングを実施し、地下深部の地質及び鉱化の状況を確認する。以下にその概要を述べる。

1) ボーリング位置

ボーリング位置はFig. 2-1 に示す通りである。

2) 現地調査

掘進作業は1993年6月27日から1993年12月27日の間に実施された。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。

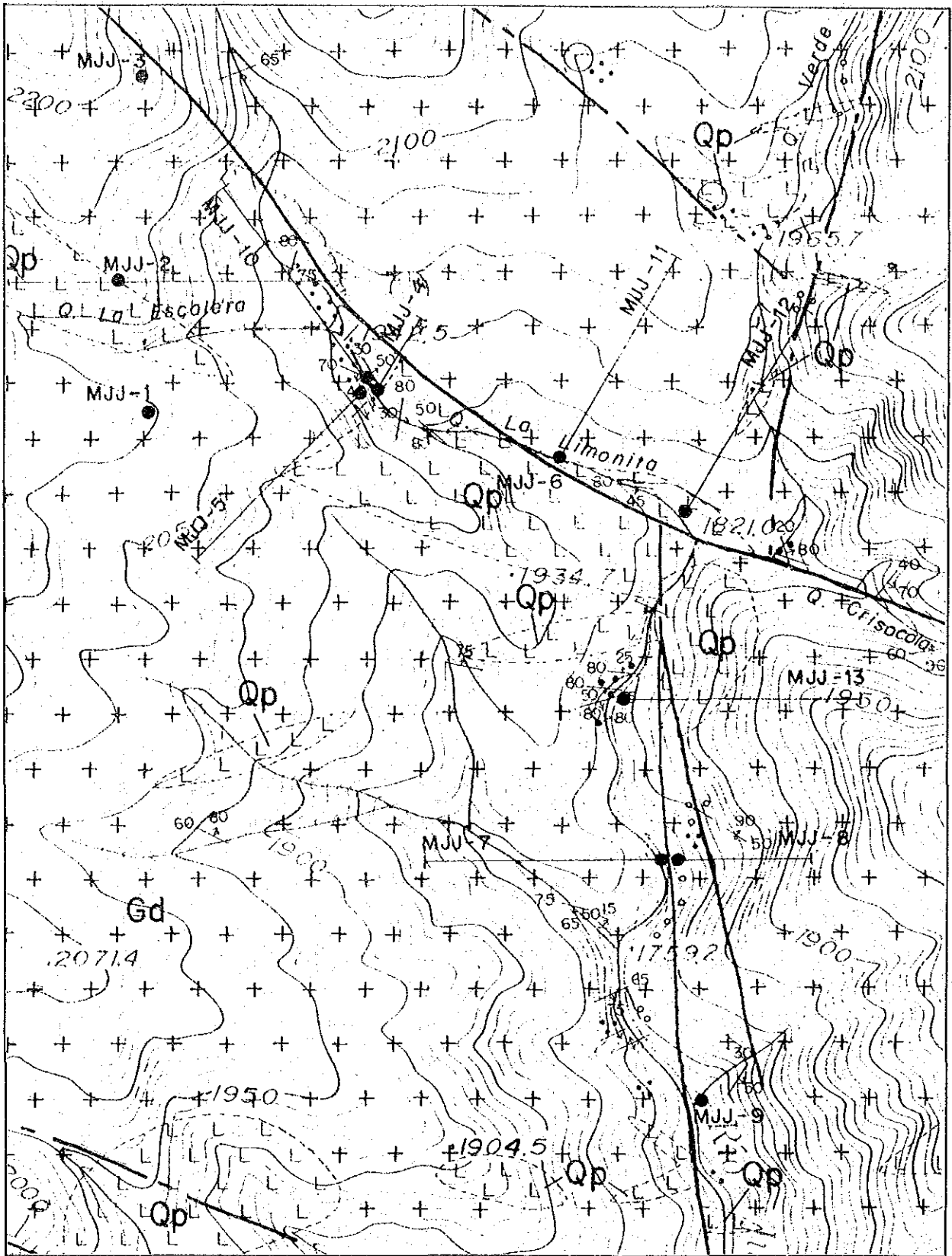
ボーリング機械の能力は、予定深度を延長することもあるため、予定深度に対して十分な掘進能力のあるものを使用した。ボーリング調査の現地作業実績は Appendix 5 に示す通りである。岩石中に著しい割れ目が発達し多量の湧水が認められたため、頻繁にセメンテーション（セメントミルクの圧入）を実施すると共に、多段のケーシングを挿入した。

コアは表土を除き、全コアを採取することを原則とした。特に、鉱徴部、孔底部及び岩石の境界部などについては全コア採取に努めた。

3) 資機材の搬入及び設営作業

ボーリングの資機材は、Magnoliaに造成したヘリコプター基地に集結した。これより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）までヘリコプター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前年度造成した歩道及び旧歩道を拡幅又は全面改修することにより確保した。作業用水は沢より直接採取した。



LEGEND

Gd		Granodiorite	Dp		Diorite porphyry
Ap		Andesite porphyry	Qp		Quartz porphyry

MJJ-10
 Drill hole

Fig.2-1 Location map of the drilling survey in Junin area

4) 掘進作業

掘進作業に係わる掘進工程を Appendix 6 に、掘進実績を Appendix 7 に、掘進資機材及び消耗品については Appendix 8 に示す。

5) ボーリングコア調査

ボーリングコア調査は、ボーリングサイト及びガルシアモレノ (Garcia Moreno) 作業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。各種室内試験用試料は掘進完了後に行い、ボーリングコアを半分に切断し保存用コアを確保した後採取した。鉱石分析用試料は、各鉱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。

6) 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。

Tab. 2-1 Specification of holes in Junin

孔名	座標	標高 (m)	傾斜 (°)	深度 (m)	重点項目
フニン					
MJJ-10	N35.890 E760.485	1,912	-45	301.30	リモニタ沢鉱化帯の北西方向への拡がり確認
MJJ-11	N35.840 E760.650	1,857	-45	302.50	同上鉱化帯の北東方向への拡がり確認
MJJ-12	N35.790 E760.765	1,832	-45	302.00	同上鉱化帯の北東方向への拡がり確認
MJJ-13	N35.615 E760.705	1,795	-45	270.00	フニン川鉱化帯の東方向への拡がり確認

2-1-2 地質及び地質構造

(1) 地質

本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。

1) 花崗閃緑岩 (Gd)

花崗閃緑岩は灰色を呈し中粒で、有色鉱物として黒雲母>角閃石を含む。塊状を呈するが、石英斑岩との境界部では細脈が発達する。

2) 石英斑岩 (Qp)

石英斑岩の規模は岩脈では最大延長 400 m、幅 150 m で、ストックでは最大長径 250 m 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

- 199.50-202.00 石英斑岩 弱黄鉄鉱鉱染
- 202.00-219.50 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 緑泥石化・緑簾石化顕著
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱が認められる。
- 219.50-228.80 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染 割目発達
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
- 228.80-231.50 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著
- 231.50-232.60 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染
- 232.60-236.60 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著
割目中に黄鉄鉱, 黄銅鉱が認められる。
- 236.60-238.20 石英斑岩 黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱鉱染 セリサイト化顕著
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
- 238.20-267.30 花崗閃緑岩 黄鉄鉱, 黄銅鉱鉱染
- 267.30-271.50 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著 割目発達
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
- 271.50-279.30 花崗閃緑岩 黄鉄鉱, 黄銅鉱鉱染 セリサイト化顕著 割目発達
- 279.30-280.00 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著
- 280.00-282.50 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染
- 282.50-283.60 石英斑岩 黄鉄鉱, 黄銅鉱鉱染
- 283.60-291.20 花崗閃緑岩 黄鉄鉱, 黄銅鉱鉱染
- 291.20-292.90 石英斑岩 弱黄鉄鉱鉱染
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
- 292.90-296.60 花崗閃緑岩 黄鉄鉱, 黄銅鉱鉱染
- 296.60-297.70 石英斑岩 弱黄鉄鉱鉱染
- 297.70-301.30 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 緑泥石化・緑簾石化顕著

M J J - 1 1

- 0 - 2.0 表土 (None Core)
- 2.00-14.00 石英斑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱鉱染 セリサイト化顕著
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
- 14.00-25.70 花崗閃緑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱鉱染 セリサイト化顕著
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱が認められる。
- 25.70-46.40 石英斑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱鉱染 セリサイト化顕著
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
- 46.40-88.50 花崗閃緑岩 黄鉄鉱・黄銅鉱鉱染 セリサイト化顕著
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱が認められる。
- 88.50-218.60 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 緑泥石化・緑簾石化顕著
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
- 218.60-222.50 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染 割目発達

割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，斑銅鉱，輝水鉛鉱が認められる。
 222.50-302.50 花崗閃緑岩 黄鉄鉱，黄銅鉱鉱染 セリサイト化顕著 割目発達
 割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，斑銅鉱，輝水鉛鉱が認められる。

M J J - 1 2

0 - 2.0 表土 (None Core)
 2.00- 36.40 石英斑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱鉱染 セリサイト化顕著
 割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，斑銅鉱，輝水鉛鉱が認められる。
 36.40- 38.80 花崗閃緑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱鉱染 セリサイト化顕著
 割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，斑銅鉱が認められる。
 38.80- 40.00 石英斑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱鉱染 セリサイト化顕著
 割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，斑銅鉱，輝水鉛鉱が認められる。
 40.00-105.00 花崗閃緑岩 黄鉄鉱・黄銅鉱鉱染 セリサイト化顕著
 割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，斑銅鉱，輝水鉛鉱が認められる。
 105.00-108.00 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染
 108.00-109.20 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 緑泥石化・緑簾石化顕著
 109.20-111.00 石英斑岩 弱黄鉄鉱鉱染
 111.00-112.60 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 緑泥石化・緑簾石化顕著
 112.60-134.50 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染 割目発達
 割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，輝水鉛鉱が認められる。
 134.50-136.50 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 割目発達
 136.50-148.40 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染 割目発達
 148.40-161.30 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著
 割目中に黄鉄鉱，黄銅鉱が認められる。
 161.30-184.50 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染 割目発達 セリサイト化顕著
 割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，斑銅鉱が認められる。
 184.50-187.00 花崗閃緑岩 黄鉄鉱，黄銅鉱鉱染
 187.00-188.30 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染 割目発達
 割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，斑銅鉱，輝水鉛鉱が認められる。
 188.30-189.30 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 割目発達
 189.30-192.10 石英斑岩
 192.10-248.50 花崗閃緑岩
 割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，斑銅鉱が認められる。
 248.50-254.30 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染
 割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，斑銅鉱が認められる。
 254.30-302.00 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染
 割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，斑銅鉱が認められる。

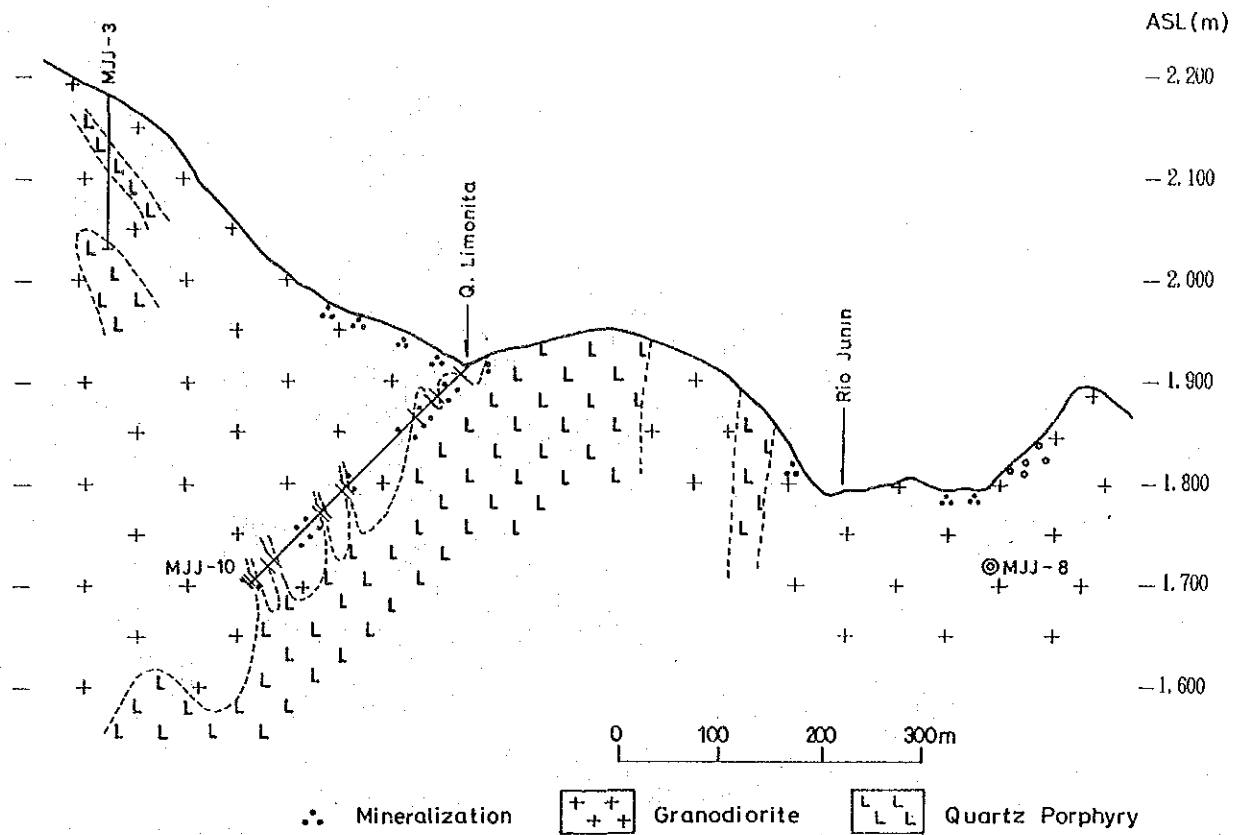


Fig.2-2(1) Geologic profile of the MJJ-10 in Junin area

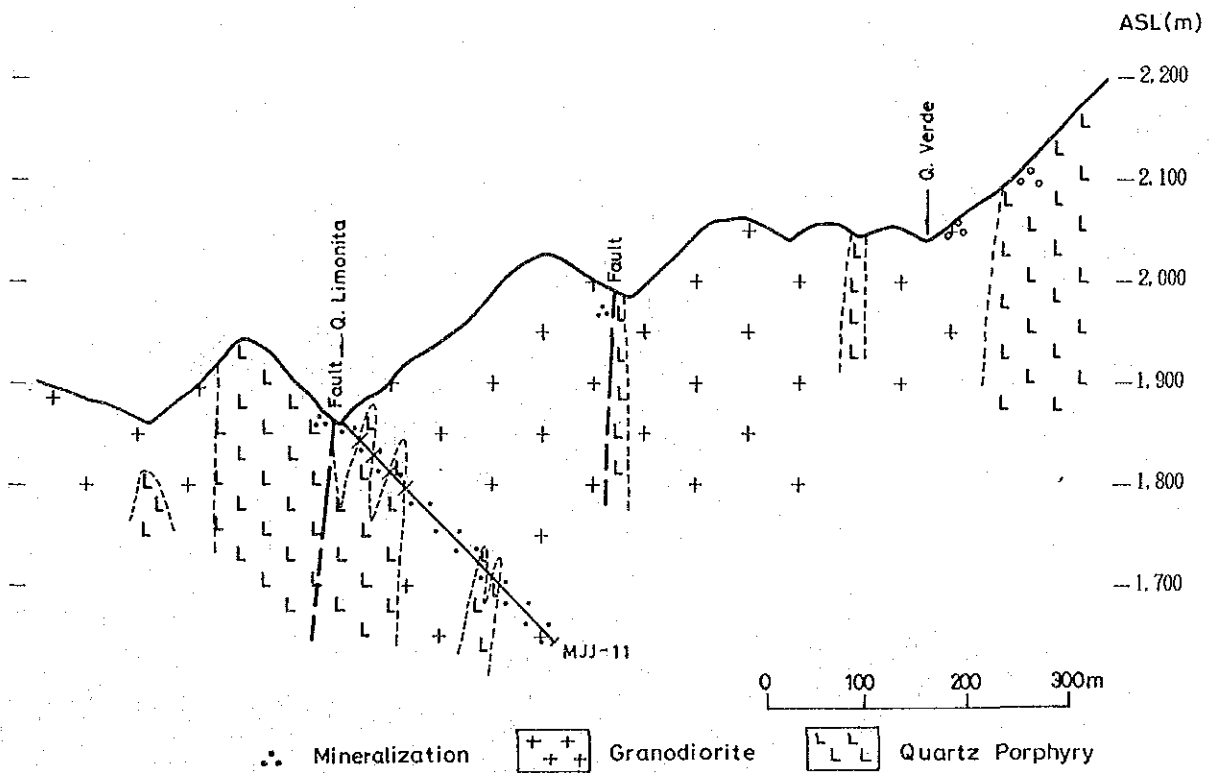


Fig.2-2(2) Geologic profile of the MJJ-11 in Junin area

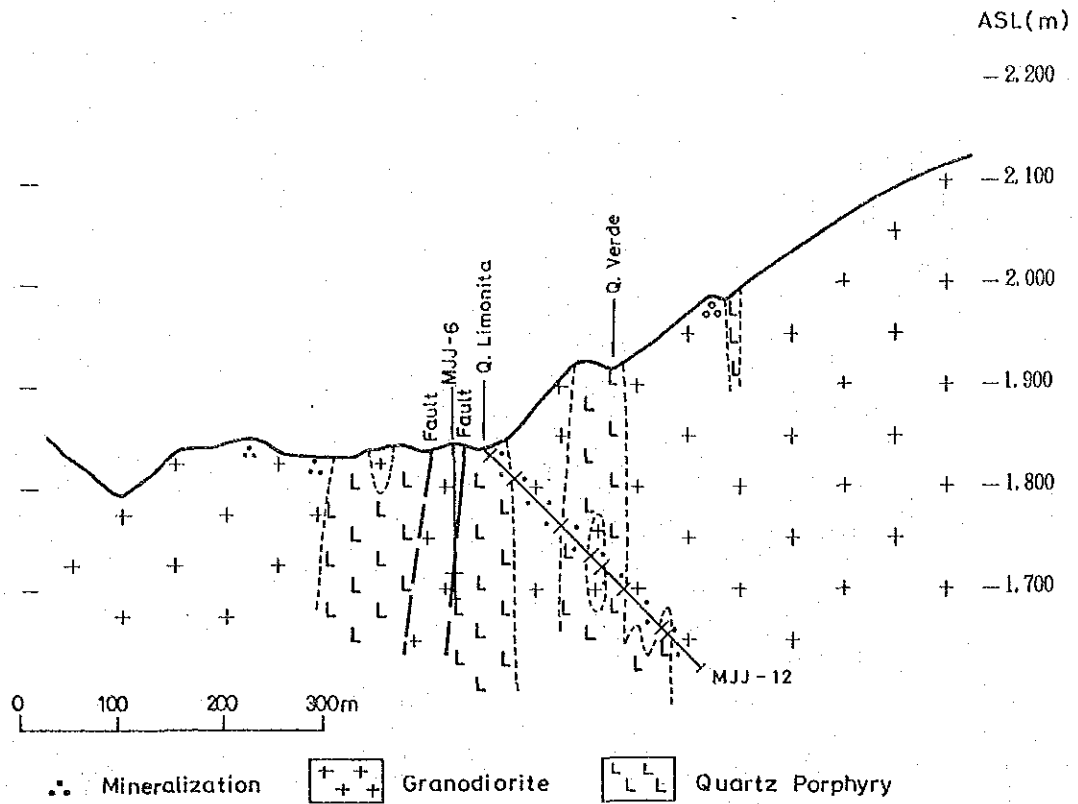


Fig.2-2(3) Geologic profile of the MJJ-12 in Junin area

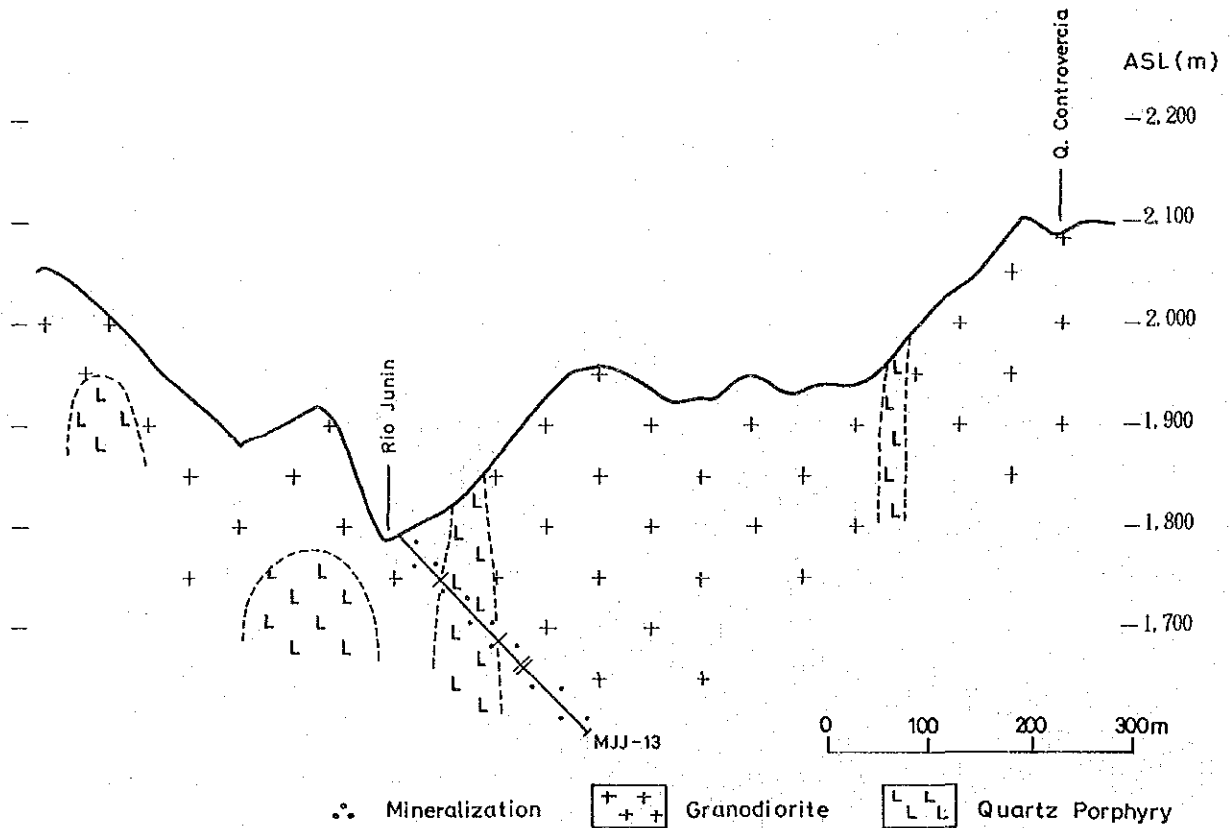


Fig.2-2(4) Geologic profile of the MJJ-13 in Junin area

MJJ-13

0	—	2.0	表土 (None Core)
2.00	—	59.00	花崗閃緑岩 黄鉄鉱・黄銅鉱・斑銅鉱 染 セリサイト化顕著 割目発達 割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱が認められる。
59.00	—	76.00	閃緑扮岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱・斑銅鉱 染 セリサイト化顕著 割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
76.00	—	119.00	石英斑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱・斑銅鉱 染 セリサイト化顕著 割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
119.00	—	120.00	花崗閃緑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱・斑銅鉱 染 セリサイト化顕著 割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱が認められる。
120.00	—	126.40	石英斑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱・斑銅鉱 染 セリサイト化顕著 割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
126.40	—	128.20	花崗閃緑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱・斑銅鉱 染 セリサイト化顕著 割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
128.20	—	144.00	石英斑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱・斑銅鉱 染 割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
144.00	—	147.00	花崗閃緑岩 割目発達 割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
147.00	—	149.00	閃緑扮岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱・斑銅鉱 染 セリサイト化顕著 割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱が認められる。
149.00	—	175.20	花崗閃緑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱・斑銅鉱 染 緑泥石化・緑簾石化顕著 割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱が認められる。
175.20	—	180.60	石英斑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱・斑銅鉱 染 緑泥石化・緑簾石化顕著 割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。
180.60	—	270.00	花崗閃緑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱・斑銅鉱 染 珪化 セリサイト化顕著 割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱が認められる。

2-1-4 考察

リモニタ沢鉱化帯に対しては同鉱化帯の北東方 (MJJ-11 & 12), 及び北西方 (MJJ-10) への拡がりを探査した。また, フニン川鉱化帯に対しては, 昨年引き続き東方 (MJJ-13) への拡がりを探査した。その結果, 北東方向 (MJJ-11 & 12) に向かって鉱化の程度が強くなる傾向が確認された。これら試錐孔はいずれも破砕帯中を掘進しており, その割目中に, 黄銅鉱, 斑銅鉱, (輝銅鉱), 輝水鉛鉱等が認められた。鉱石品位は: (MJJ-11) 平均 Cu 0.22 %, Mo 0.012 %; (MJJ-12) 平均 Cu 0.16 %, Mo 0.0056 % を示した。

一方, リモニタ沢鉱化帯北西方の探鉱については, 昨年度ボーリング調査 (MJJ-3) の補足も兼ねて, MJJ-3 孔の下部を対象として実施した。そこでは, 品位 Cu 0.3 ~ 3.6 %

平均(深度148 ~ 301 m)Cu 0.45 %, Mo 0.0025 % の良好な鉍化部も認められたが、総じて割目発達のない花崗閃緑岩が分布しており、それに幅1 ~ 10 m程度の石英斑岩が貫入していることが明らかとなった。尚、この石英斑岩自体も鉍化を受けている。

フニン川鉍化帯に対しては、東方(MJJ-13)への拡がりを探査した。鉍化は深度10 mから孔底270 mまで認められ、鉍石品位は平均Cu 0.55 %, Mo 0.0085 %を示した。鉍化帯東方への拡がりはボーリング孔においても未だその東端部を把握していないが、孔底の鉍化変質の状況から、更に東方へ拡がる傾向が窺える。

当地区では鉍化、珪化及び粘土化(セリサイト化)は岩石の破碎帯(破碎部)を中心に発達しており、これら破碎帯は主に断層及びリニアメントに関連するものと考えられる。

2-2 コジャヘ地区

2-2-1 調査目的及び方法

(1) 調査目的

コジャヘ地区において、第2年次調査で抽出された鉍床胚胎有望地区について地下深部の鉍化作用及び鉍況を確認することである。

(2) 調査方法

コア・ボーリングを実施し、地下深部の地質及び鉍化の状況を確認する。以下にその概要を述べる。

1) ボーリング位置

本年度のボーリング調査位置は Fig. 2-3 に示すとおりである。

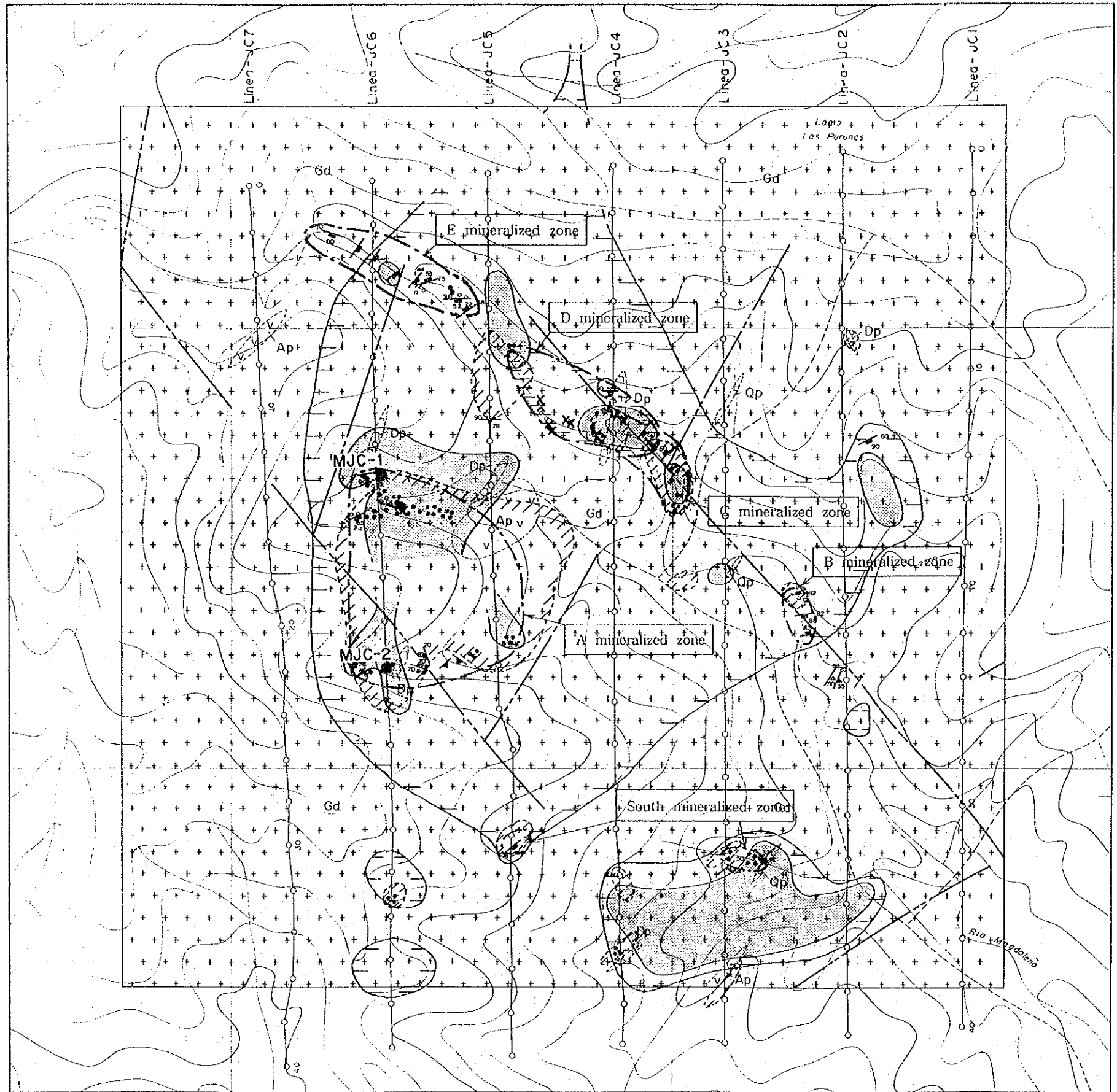
2) 現地調査

掘進作業は1993年7月10日から1994年1月27日の間に実施された。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。

ボーリング調査の現地作業実績は、Appendix 5, 6 及び 7 に示すとおりである。岩石中に著しい割目が発達し多量の湧水が認められたため、頻繁にセメンテーション(セメントミルクの圧入)を実施した。なお、本工事の実施に当たっては Appendix 8 に示す機材を使用した。

3) 資機材の搬入及び設営作業

ボーリングの資機材は、Magudarena 集落に新たに造成した資機材基地に終結した。これより各ボーリングサイトまでは自走、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新規造成して確保した。作業用水は、沢より直接採取した。



LEGEND

- | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|-------------------|
| Intrusive Rocks | Gd <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td></tr><tr><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td></tr></table> | + | + | + | + | + | + | + | + | Granodiorite |
| + | + | + | + | | | | | | | |
| + | + | + | + | | | | | | | |
| | Dp <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>∩</td><td>∩</td><td>∩</td><td>∩</td></tr><tr><td>∩</td><td>∩</td><td>∩</td><td>∩</td></tr></table> | ∩ | ∩ | ∩ | ∩ | ∩ | ∩ | ∩ | ∩ | Diorite porphyry |
| ∩ | ∩ | ∩ | ∩ | | | | | | | |
| ∩ | ∩ | ∩ | ∩ | | | | | | | |
| | Ap <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>v</td><td>v</td><td>v</td><td>v</td></tr><tr><td>v</td><td>v</td><td>v</td><td>v</td></tr></table> | v | v | v | v | v | v | v | v | Andesite porphyry |
| v | v | v | v | | | | | | | |
| v | v | v | v | | | | | | | |
| | Qp <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr></table> | L | L | L | L | L | L | L | L | Quartz porphyry |
| L | L | L | L | | | | | | | |
| L | L | L | L | | | | | | | |
| Structure | | Fault | | | | | | | | |
| | | Lineament | | | | | | | | |
| | | Geologic contact | | | | | | | | |
| Mineralization | | Mineralized zone | | | | | | | | |
| | | Vein and veinlet | | | | | | | | |
| | | Film | | | | | | | | |
| | | Network | | | | | | | | |
| | | Dissemination | | | | | | | | |
| Alteration zone (by field observation) | | Medium to strongly silicified zone | | | | | | | | |
| | | Quartz network zone | | | | | | | | |
| Alteration zoning pattern (by X-ray dif.) | | Propylitic zone | | | | | | | | |
| | | Phylic zone | | | | | | | | |
| | | Acidic alteration | | | | | | | | |
| | MJJ-10 | Drill hole | | | | | | | | |

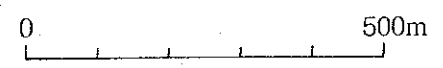


Fig.2-3 Location map of the drilling survey in Cuellaje area

4) 掘進作業

掘進作業に係わる掘進工程を Appendix 6 に、掘進実績を Appendix 7 に、掘進機材及び消耗品については Appendix 8 に示す。

5) ボーリングコア調査

ボーリングコア調査は、ボーリングサイト及びガルシアモレノ (Garcia Moreno) 作業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。各種室内試験用試料は掘進完了後に行い、ボーリングコアを半分に切断し保存用コアを確保した後採取した。

6) 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。

Tab. 2-2 Specification of holes in Cuellaje

孔名	座標	標高 (m)	傾斜 (°)	深度 (m)	重点項目
コアA					
MJC-1	N48.620 E771.330	2,230	-90	202.00	A 鉱化帯の北部及び地下深部の鉱況確認
MJC-2	N48.230 E771.350	2,240	-90	201.50	A 鉱化帯の南部及び地下深部の鉱況確認

2-2-2 地質及び地質構造

(1) 地質

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

1) 花崗閃緑岩 (Gd)

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

2) 安山岩質斑岩(Ap)

安山岩質斑岩は北西部マグダレナ川支流及び西部サン・ホアキン川(Rio San Joaquin)上流に分布する。前者はマグダレナ鉱化帯のほぼ中央にストック状に産し、珪質で斜長石を含む。後者は岩脈状の形態を示し、緑色ガラス質の石基中に数mmの斜長石の斑晶を含む。

3) 閃緑斑岩(Dp)

閃緑斑岩は中央部クリストパンバ川沿いに比較的広く分布するほか、北西部の枝沢、西部サンホアキン川及びゴジャヘ部落南東部にENE-NNE系の岩脈として小規模に分布する。クリストパンバ川沿いのものは風化が著しい。岩脈状のものは安山岩質斑岩に類似の岩相を呈するが、石基はそれより、より完晶質粗粒である。また、地域外北部では局部的に花崗閃緑岩に漸移するところも観察されている。

4) 石英斑岩(Qp)

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

(2) 地質構造

リニアメントは、NNE-SSW系及びNW-SE系のものが顕著で、低次のオーダーとしてN-S系及びE-W系のものが発達する。鉱脈はE-W系のものが卓越する。

2-2-3 調査結果

各ボーリング孔の地質及び鉱化作用の概要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.2-4 に示す。詳細については Appendix 3 ボーリングコア地質柱状図に示す。また、鉱化部の分析結果は Appendix 4 に示す。

MJC-1

- | | |
|---------------|--|
| 0- 0.24 | 表土 (None Core) |
| 0.24- 66.35 | 花崗閃緑岩 黄鉄鉱・黄銅鉱鉱染 強珪化 セリサイト化顕著
割目中に黄銅鉱, 斑銅鉱, 輝銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。 |
| 66.35- 74.39 | 石英斑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱鉱染 珪化 セリサイト化顕著
割目中に黄銅鉱, 斑銅鉱, 輝銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。 |
| 74.39-150.40 | 花崗閃緑岩 黄鉄鉱・黄銅鉱鉱染 珪化 セリサイト化顕著
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱が認められる。 |
| 150.40-182.67 | 石英斑岩 黄鉄鉱・斑銅鉱・黄銅鉱鉱染 珪化 セリサイト化顕著
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。 |
| 182.67-202.00 | 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 珪化
割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱が認められる。 |

MJC-2

- | | |
|-------------|---------------------------------------|
| 0 - 2.0 | 表土 (None Core) |
| 2.00- 35.00 | 花崗閃緑岩 淡青緑色 セリサイト化顕著 割目発達
黄鉄鉱・黄銅鉱鉱染 |

- 割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，斑銅鉱が認められる。
- 35.00— 50.00 花崗閃緑岩 暗灰色 黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著
割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱が認められる。
- 50.00— 90.00 花崗閃緑岩 灰色 黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著
割目中に黄銅鉱，黄鉄鉱，輝水鉛鉱が認められる。
- 90.00—112.00 花崗閃緑岩 緑泥石化・緑簾石化顕著
- 112.00—145.00 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 緑泥石化・緑簾石化顕著
割目中に黄鉄鉱が認められる。
- 145.00—160.00 花崗閃緑岩 緑泥石化・緑簾石化顕著
- 160.00—170.00 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著 割目発達
割目中に黄鉄鉱，黄銅鉱，斑銅鉱が認められる。
- 170.00—201.50 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著
割目中に黄鉄鉱，黄銅鉱が認められる。

2-2-4 考察

本年度のボーリング調査ではA鉱化帯を探索した。MJC-1 は同鉱化帯の北部を，MJC-2 は同鉱化帯の南部をそれぞれ探索対象とした。

A鉱化帯の北部探索（MJC-1 孔）の結果では，北方向に対しては鉱化の程度が強くなる傾向が認められた。更に同孔は破碎帯中を掘進しており，強珪化を受けた花崗閃緑岩の割目中に，黄銅鉱，斑銅鉱，（輝銅鉱），輝水鉛鉱等が生成していることが明らかにされた。珪化及び粘土化（セリサイト化）は岩石の破碎部を中心に発達している。これら破碎帯は主として断層及びリニアメントに関連するものと推定されている。鉱石品位は孔全体（10-200 m）では平均 Cu 0.28 %，Mo 0.012 %（最高 Cu 1.46 %，Mo 0.12 %）を示した。尚，地表近くの良好な鉱化部（10-60 m）は，平均品位 Cu 0.64 %，Mo 0.022 %を示す。

一方，A鉱化帯南部は，地下浅部（地形的には尾根部）は風化に伴う粘土化及び初生硫化鉱物の溶脱が進んでいる。その下部はボーリング調査の結果によれば，硫化鉱物は認められるものの黄鉄鉱が主体を占めており，黄銅鉱／黄鉄鉱の比率は同鉱化帯北部に比べ低い。MJC-2 では，地表より孔低まで低品位ながら平均した鉱化が認められ，鉱石品位 Cu 0.16 %，Mo 0.0075 %（最高 Cu 0.54 %，Mo 0.14 %）を示した。しかし，総じて割目発達の少ない花崗閃緑岩の岩体が広く分布していることが明らかとなった。

コジャヘ地区における鉱化作用では，破碎帯が重要な役割を果たしていると考えられる。

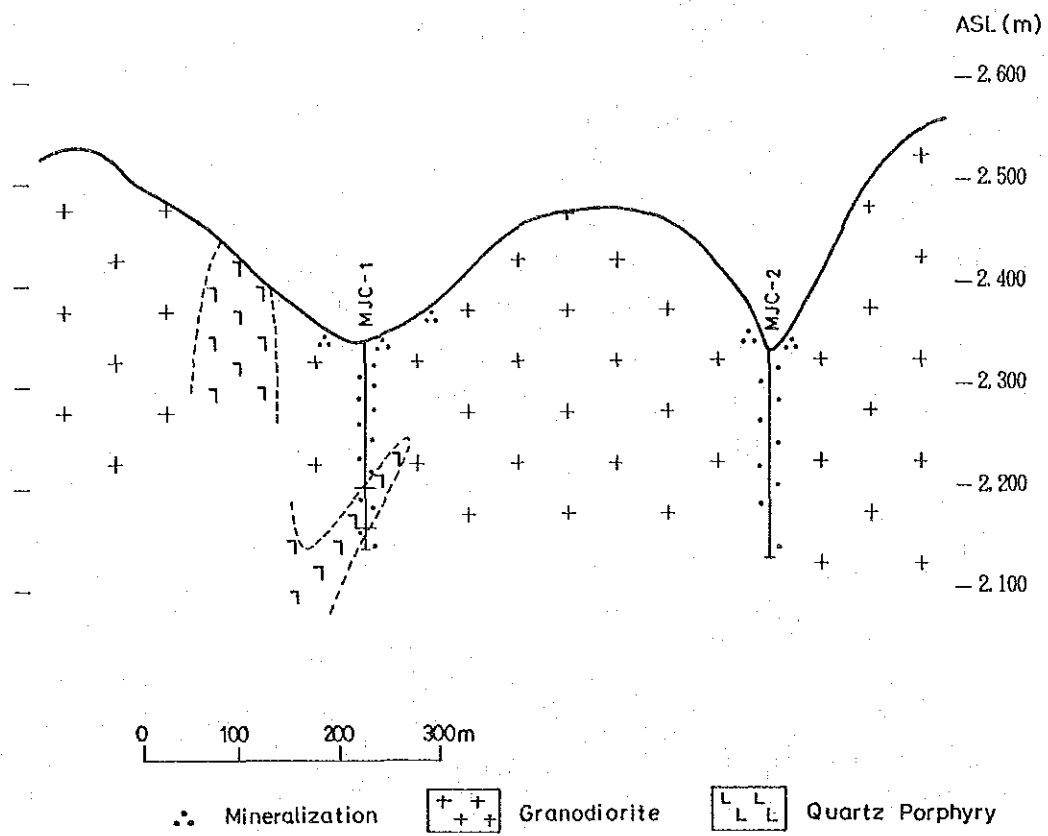


Fig.2-4 Geologic profile of the MJC-1 & 2 in Cuellaje area

2-3 調査結果の総合検討

フニン地域の鉍化変質は、構造規制を受けている。以下、構造別に検討を加える。

- (1) アプエラーナネガル花崗閃緑岩バソリスのトレンドは、大構造としてのアンデス方向のN-S~NNE-SSW系である。
- (2) リニアメントのうち、卓越するNE-SW系及びNW-SE系は、中構造であり、両者は共役なセットと推定される。
- (3) これら3系統の構造は、いわゆる基盤構造として既に存在し、ストック状の石英閃緑岩及びそのマグマの上昇にとって非常に都合の良い通路を形成した。
- (4) 放射状のリニアメント（フラクチャー）は、斑岩の貫入路及び鉍液の通路としての役割を担った。
- (5) 最末期は酸性熱水変質作用であった。
- (6) 地下水の循環により、銅の二次鉍物が生成された（例えば、クリソコラ沢の鉍脈では断層沿いに銅の溶脱が進み、二次富化帯を形成している）。

フニン地区中央区域は、これら構造運動及び火成活動が集中した場の1つであった。同地区で認められる放射状のリニアメントの構造解析の結果、リモニタ沢及びクリソコラ沢の合流点付近での深部から上方への突き上げが想定される。

コジャッヘ地区リオ・マグダレナ区域も、上記と同様の種々の条件を持ち合わせていたものと推察される。

コジャッヘ地区におけるIP異常と鉍化帯との関係について、ボーリング調査の結果を踏まえて検討した。

側線JC-6に検出された低比抵抗・高FE異常帯はCu-Mo 鉍化及び粘土化（セリサイト、カオリン、緑泥石等）を伴う異常帯を示唆することが推察される。従って、IP探査は当地区において有効な探査手法と考えられる。このことから、今後側線JC-4、5及び7に検出されたIP異常についてもボーリング調査が望まれる。

鉍床賦存のポテンシャルが極めて高い有望地は下記のようなになる。

- (1) フニン地区中央区域
 - ① リモニタ沢鉍化帯～ベルデ沢鉍化帯深部（一部、本年度探鉍実施）
 - ② ベルデ沢鉍化帯（未探鉍）
 - ③ フニン川鉍化帯（一部、本年度探鉍実施）
 - ④ リモニタ沢上流鉍化帯（未探鉍）
 - ⑤ グリソコラ沢鉍化帯（未探鉍）

(2) フニン地区周辺区域（未探鉱）

- ① フォルトゥナ沢鉱化帯：詳細な鉱徴地調査とボーリング調査、
石英斑岩ストックの南東部及び東部の地質精査も必要
- ② エスペランサ沢鉱化帯：リモニタ沢上流鉱化帯及びベルデ沢鉱化帯と併せて検討

(3) コジャッヘ地区リオ・マグダレナ区域

- ① マグダレナ川支流鉱化帯（鉱化帯A）及び西方（一部、本年度探鉱実施）
- ② 南部鉱化帯西方（未探鉱）

(3) フニン地区とコジャッヘ地区の中間地域

これまでの調査により、フニン地区及びコジャッヘ地区でいずれも良好な鉱化帯を把握することが出来たので、これら両地区の中間地域における鉱床賦存のポテンシャルを確認するため、岩石地化学探査を実施する。

第3章 結論及び提言

3-1 結論

(1) フニン地区

本年度はフニン地区中央区域のリモニタ沢鉱化帯及びフニン川鉱化帯の2鉱化帯に対してボーリング調査を実施した。その結果、いずれのボーリング孔も良好な鉱化部を捕捉した。

リモニタ沢鉱化帯に対しては、同鉱化帯の北東方(MJJ-11 & 12)、及び北西方(MJJ-10)への拡がりを探査した。

リモニタ沢鉱化帯北東方の探鉱については、北東方向に向かって鉱化の程度が強くなる傾向が認められた。

鉱石品位は：

(MJJ-11)平均 Cu 0.22 %, Mo 0.012 % (深度 10 m から孔底 300 mまで)

(MJJ-12)平均 Cu 0.16 %, Mo 0.0056 % (深度 10 m から孔底 300 mまで)

一方、リモニタ沢鉱化帯北西方の探鉱については、地表の鉱化路頭の下部で良好な鉱化部に縫着した他、深度148 m以深でも鉱化部に縫着している。

鉱石品位は：

(MJJ-10)一部 Cu 0.70 %, Mo 0.0036 % (深度 10 m から孔底 84 mまで)

(MJJ-10)一部 Cu 0.45 %, Mo 0.0025 % (深度148 m から孔底 301 mまで)

また、フニン川鉱化帯に対しては、昨年に引き続き東方(MJJ-13)への拡がりを探査した。鉱化帯東方への拡がりにはボーリング孔においても未だその東端部を把握していないが、孔底の鉱化変質の状況から、更に東方へ拡がる傾向が窺える。

鉱石品位は：

(MJJ-13)平均Cu 0.55 %, Mo 0.0085 % (深度 10 m から孔底 270 mまで)

良好な鉱化部は主として破砕帯中に認められ、割目中に、黄銅鉱、斑銅鉱、(輝銅鉱)、輝水鉛鉱等が生成していることが明らかにされた。珪化及び粘土化(セリサイト化)も岩石の破砕部を中心に発達している。

これら破砕帯は主として断層及びリニアメントに関連するものと推定される。

(2) コジャヘ地区

本年度のボーリング調査ではA鉱化帯の北部及び南部を探査した。

A鉱化帯の北部探査(MJC-1孔)の結果では、北方向に対しては鉱化の程度が強くなる傾向が認められた。更に同孔は破砕帯中を掘進しており、強珪化を受けた花崗閃緑岩の割

目中に、黄銅鉱、斑銅鉱、（輝銅鉱）、輝水鉛鉱等が生成していることが明らかにされた。

鉱石品位は：

(MJC-1)一部 Cu 0.64 %、Mo 0.064 % (深度 10 m から孔底 60 mまで)

(MJC-1)全体 Cu 0.28 %、Mo 0.012 % (深度 10 m から孔底 200 mまで)

一方、A 鉱化帯南部の探査では、地下浅部は風化に伴う粘土化及び初生硫化鉱物の溶脱が進んでいる。その下部は、黄鉄鉱が主体を占めており、黄銅鉱／黄鉄鉱の比率は同鉱化帯北部に比べ低いものの、孔底まではほぼ一様に鉱化が認められた。鉱石品位は：

(MJC-2)全体 Cu 0.16 %、Mo 0.0075 % (深度 10 m から孔底 200 mまで)

コジャヘ地区においても、破砕部は富鉱帯形成に重要な役割を果たしている。

3-2 提言

フニン地区及びコジャヘ地区は、鉱染状及び脈状のCu-Mo 鉱床賦存のポテンシャルが極めて高いのでこれらの地区の有望地に対する今後の調査として以下のことを提言する。

(1) フニン地区

リモニタ沢鉱化帯の北東方向への拡がり（ベルデ沢鉱化帯）：ボーリング調査

フニン川鉱化帯の東方向への拡がり（リカ沢鉱化帯拡がり）：ボーリング調査

フニン川鉱化帯の南方向への拡がり：ボーリング調査

フォルツナ沢鉱化帯の拡がり：鉱徴地調査及びボーリング調査

(2) コジャヘ地区

A 鉱化帯の拡がり：鉱徴地調査及びボーリング調査

南部鉱化帯の探鉱：地質精査及び物理探査

(3) フニン地区とコジャヘ地区の中間地域

これまでの調査により、フニン地区及びコジャヘ地区でいずれも良好な鉱化帯を把握することが出来たので、これら両地区の中間地域における鉱床賦存のポテンシャルを確認するため、岩石地化学探査を実施する。

REFERENCES

- CHAPPEL, B.W. and WHITE, A.J.R. (1974): Two contrasting granite types. *Pacific Geol.*, v. 8, p. 173-174.
- DGGM/DCF/DCT/SEB (1984): Informe de la comision efectuada al sector Pululahua, para verificar denuncias de explotacion de oro al margen de la Ley. 7p.
- ENADIMSA (1977): Trabajos Realizados en la Zona Norte de Ecuador. 68p.
- FAIRBRIDGE, R.W. (1975): The encyclopedia of World Regional Geology, Part 1: Western Hemisphere. Dowden, Hutchinson, Ross., p. 261-270.
- HENDERSON, W.G. (1979): Cretaceous to Eocene volcanic arc activity in the Andes of northern Ecuador. *Jour. Geol. Soc. London*, v. 136, p. 367-378.
- INEMINE and AGCD-ABOS (1988): Proyecto Desarrollo del Sector Minero en el Ecuador. 278p.
- INEMINE (1990): Proyecto Desarrollo del Sector Minero en el Ecuador. 136p.
- ISHIHARA, S. (1977): The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geol.*, v. 27, p. 293-305.
- KURZL, M. (1988): Exploratory Data Analysis: Recent advances for the interpretation of geochemical data. *Jour. Geochem. Explor.*, v. 30, p. 309-322.
- MINISTERIO DE RECURSOS NATURAIS Y ENERGETICOS/DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA Y MINAS (1980): Mapa Geologico del Ecuador (1:100,000) (64-Pacto, 83-Otavalo)
- MINISTERIO DE RECURSOS NATURAIS Y ENERGETICOS/DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA Y MINAS (1980): Mapa Metalogenico del Ecuador (1:1,000,000)
- MINISTERIO DE RECURSOS NATURAIS Y ENERGETICOS/DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA Y MINAS (1982): Mapa Geologico Nacional del Ecuador (1:1,000,000) (Spanish and English)
- MINISTERIO DE RECURSOS NATURAIS Y ENERGETICOS/DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA Y MINAS (1982): Geology of Ecuador. 69p.
- MINISTERIO DE RECURSOS NATURAIS Y ENERGETICOS/DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA Y MINAS (1985): Proyecto Junin. 42p.
- MIYAKE, T. (1974): Characteristics of Chaucha Porphyry Copper Deposit, Ecuador. *Mining Geol.*, v. 24, p. 129-135 (text in Japanese).
- PUIG, C.A. (1984): Ecuador-not only oil, but also mining. *Mining Magazine*, 588-591.
- SATO, K. and ISHIHARA, S. (1983): Chemical composition and magnetic susceptibility of the Kofu granitic complex. *Bull. Geol. Surv. Japan*, v. 34, p. 413-427 (text in Japanese).
- STEWART, J.W., Evernden, J.F. and Snelling, N.J. (1974): Age Determination from Andean Peru: A Reconnaissance Survey. *Bull. Geol. Soc. America*, v. 85, p. 1107-1116.
- TAKAHASHI, M., ARAMAKI, S. and ISHIHARA, S. (1980): Magnetite-series/ilmenite-series vs. I-type/S-type granitoids. *Mining Geol., Spec. Issue*, no. 8, p. 13-28.

FIGURES

- Fig. 1 Location map of project area
- Fig. 1-1 Geotectonic and metallogenic zones of Ecuador
- Fig. 2-1 Location map of the drilling survey in Junin area
- Fig. 2-2(1) Geologic profile of the MJJ-10 in Junin area
- Fig. 2-2(2) Geologic profile of the MJJ-11 in Junin area
- Fig. 2-2(3) Geologic profile of the MJJ-12 in Junin area
- Fig. 2-2(4) Geologic profile of the MJJ-13 in Junin area
- Fig. 2-3 Location map of the drilling survey in Cuellaje area
- Fig. 2-4 Geologic profile of the MJC-1 & 2 in Cuellaje area

TABLES

- Tab. 1-1 Amounts of field works and laboratory tests
- Tab. 1-2 Members of project administration and field survey
- Tab. 1-3 Classification of metallogenic zones
- Tab. 2-1 Specification of drilling survey in Junin area
- Tab. 3-1 Specification of drilling survey in Cuellaje area

APPENDIX

- Appendix 1 Mineral assemblages of the rocks under thin section
- Appendix 2 Mineral assemblages of the ores under polished section
- Appendix 3 Log of the drill holes
- Appendix 4 Analytical assay data of the drill holes
- Appendix 5 Generalized drilling results
- Appendix 6 Summary record of drilling activities
- Appendix 7(1) Progress record of hole MJJ-10
- Appendix 7(2) Progress record of hole MJJ-11
- Appendix 7(3) Progress record of hole MJJ-12
- Appendix 7(4) Progress record of hole MJJ-13
- Appendix 7(5) Progress record of hole MJC-1
- Appendix 7(6) Progress record of hole MJC-2
- Appendix 8 Drilling equipments and consumed material