

1966

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

1966

1966

706
66.1
MPN

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 2 年 次

JICA LIBRARY



1103156141

24713

平成5年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

24713

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2年次にあたり、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して平成4年6月22日から平成5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予定どおり完了した。

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5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

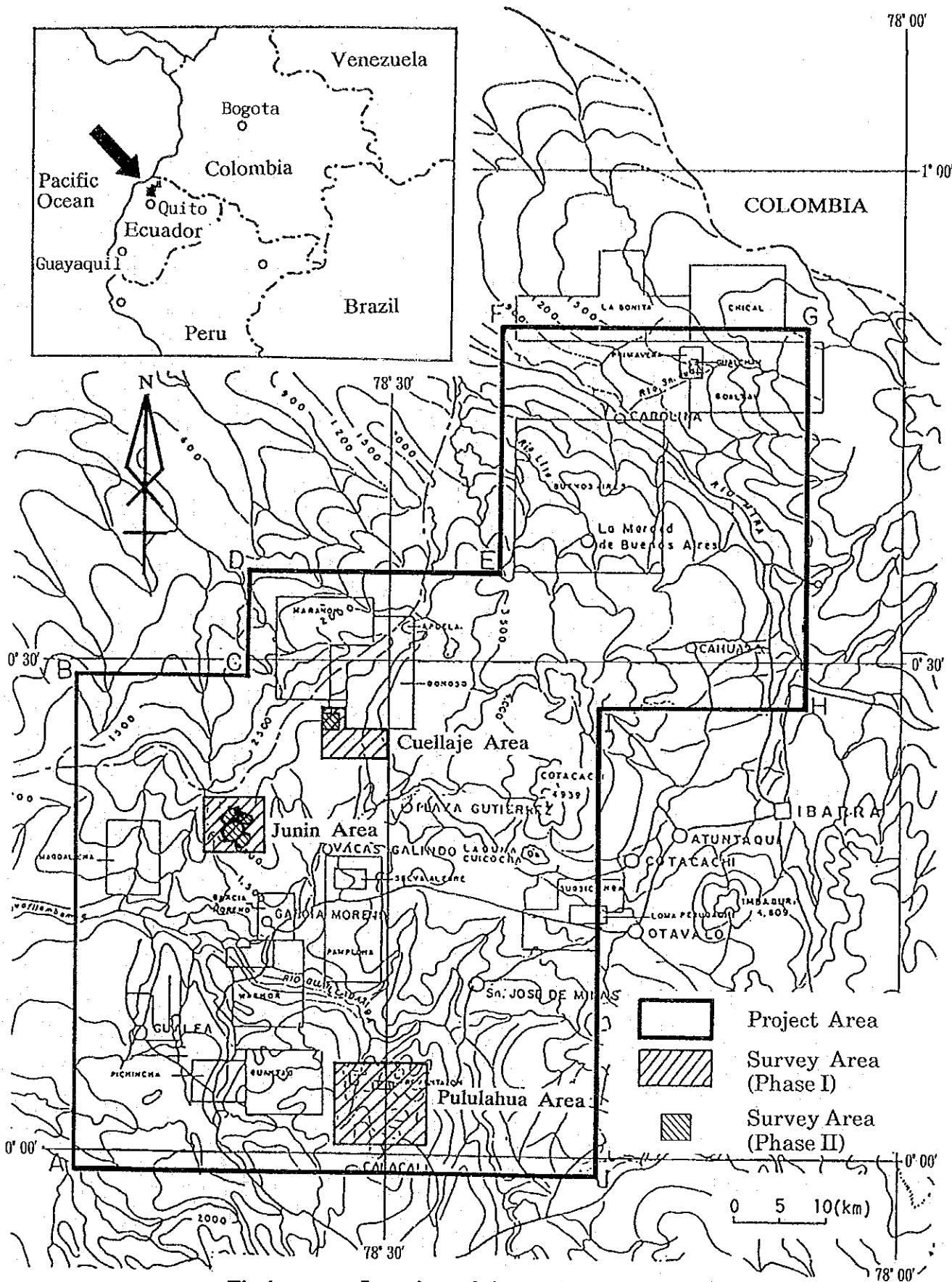


Fig.1 Location of the project area

要 約

本調査は、エクアドル共和国政府と日本国政府の間で1991年 7月19日に決められた作業協定 (SCOPE OF WORK) に基づき、エクアドル共和国北部の主としてインバブラ州～ピチンチャ州のフニン地域において実施されているものである。全体の面積は 5,000km² (Fig. 1), 調査期間は3年である。本年度はその第2年次にあたる。

本年次調査の範囲は、フニン地区中央区域、同地区周辺区域及びコジャッヘ地区リオ・マグダレナ区域からなる (Fig. I-1-1)。これらの区域では第1年次調査の結果有望な鉱化帯を把握し (後2者は新しく発見)、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。

フニン地区中央区域では鉱徴地調査 (鉱化帯5箇所) 及びボーリング調査 (1,585m, 8孔) を実施し、同地区周辺区域 (4km²) では地質精査・岩石地化学探査 (215個, Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Mo) を実施し、コジャッヘ地区リオ・マグダレナ区域 (4km²) では地質精査・岩石地化学探査 (206個, Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Mo, Fe, S) 及び物理探査 (IP法) を実施した (Table I-1-1)。

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説明することにより、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) フニン地区の地質 (Fig. II-1-1, Fig. II-2-1)

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鉱化変質作用 (Tab. I-4-1, Tab. II-1-2, Fig. II-1-2)

本区域の主要な鉱化変質帯は、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はいわゆるポーフィリータイプ)。

タイプIは、石英斑岩近傍の花崗閃緑岩中のCu-Mo鉱染・細脈帯で、フィリック変質帯を伴う。タイプIIは、本年度中央区域の鉱徴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 鉱化帯で、脈際のフィリック～カリウム質変質帯を伴う。さらに脈質の違いにより、硫化鉱-粘土脈主体のタイプII A、石英脈に硫化鉱を伴うタイプII B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。

リモニタ沢上流鉱化帯はタイプII Aに属し、脈幅2m、延長140mで、平均Cu10%及びAg15 g/tである。クリソコラ沢鉱化帯は主としてタイプII Aに属し、脈幅1.1m、延長50mで、平均Cu30%である。フニン川鉱化帯は、幅200m、延長500mの範囲にタイプI、タイプII A及びタイプII Bが重複する。平均Cu1%である。コントロベルシア沢鉱化帯は、150m×200mの範囲にタイプI、タイプII A及びタイプII Bが重複するが、鉱化の程度は弱い。リカ沢鉱化帯もタイプ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、リモニタ沢鉍化帯及びフニン川鉍化帯を探索し、いずれも優勢な鉍化部を捕捉した。

リモニタ沢鉍化帯は、北東方深部に向かって鉍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)で把握した鉍化部は、148.80 m間の鉍石分析品位が最高Cu3.84%, 平均Cu1.30%(n=37)を示した。

一方フニン川鉍化帯でも、東向ボーリング(MJJ-8)で把握した鉍化部は、233.45 m間の鉍石分析品位が最高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鉍が認められ、リモニタ沢鉍化帯北東部及びフニン川鉍化帯東部の尾根部下部に、優勢な鉍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鉍化変質作用 (Fig. II-2-3) 及び岩石地化学探査結果

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

クリスタル沢支流鉍化帯は、東部鉍化帯と西部鉍化帯に分けられ、前者はタイプⅠが、後者はタイプⅡが主体である。エスペランサ沢鉍化帯はタイプⅡに属する脈状鉍から成り、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。鉍石の平均品位はCu10%, Ag20 g/tであった。フォルトゥナ沢鉍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。鉍石の平均品位はCu1%であった。

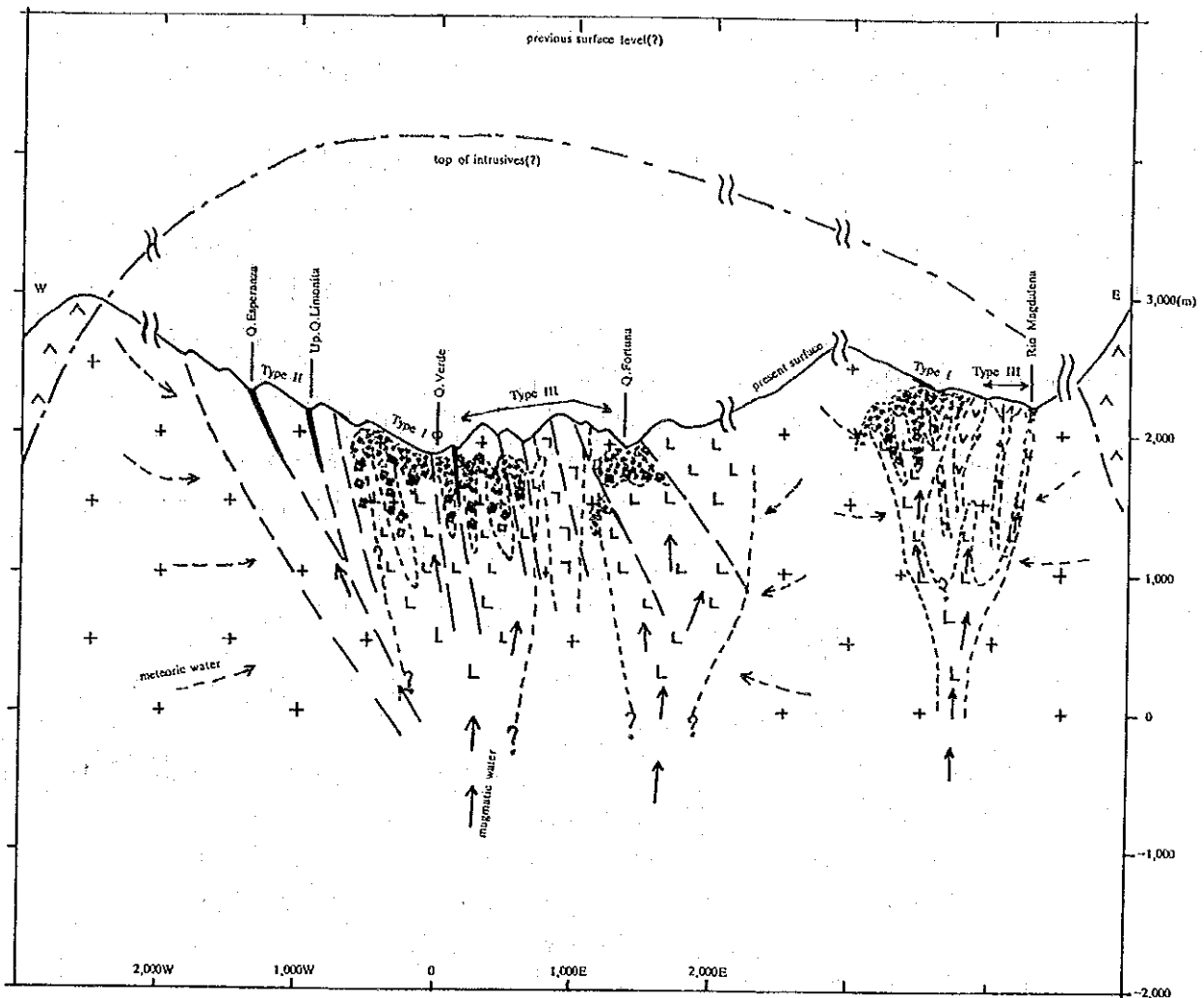
本年度の岩石地化探異常はこれら鉍化帯の範囲をより限定し、変質分帯及び鉍化帯の分布と非常に良く一致した (Fig. II-2-7, Fig. II-2-8)。すなわち、Cu-Mo異常帯は各鉍化帯の中心部に抽出され、Pb-Zn異常帯は主として各鉍化帯の周辺部に抽出された。昨年度の沢砂地化探異常及び本年度の岩石地化探異常はこれら鉍化帯に起因するものと考えられる。

(5) コジャッヘ地区リオ・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 (Fig. II-3-1)。

本区域には、タイプⅠに属す鉍化帯A・B・C・E、タイプⅡに属す南部鉍化帯、そしてタイプⅢに属す鉍化帯Dが分布する (Fig. II-3-2)。鉍化帯Cの一部には鉍化帯Dが重複する。

これらのうち最大のものは鉍化帯Aで、500m×400mの範囲に認められ、鉍石鉍物の産状は中心部が網状～鉍染状、その外側がフィルム状である。また、変質鉍物の組み合わせもこれに調和的に石英-絹雲母-緑泥石-黄鉄鉍帯、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、一般のポーフリーカッパー鉍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、鉍化帯の累帯配列の順序も一般のポーフリーカッパー鉍床と同じである。鉍石分



LEGEND









-  Quartz porphyry(5.6±0.2-8.8±0.4Ma)
-  Diorite porphyry(7.3±0.3Ma)
-  Andesite porphyry(10.4±0.5-11.1±0.6Ma)
-  Granodiorite(13.0±0.6-14.5±0.2Ma)
-  Macuchi formation(Cretaceous)
-  Propylitic alteration zone with Cp-Py-Cc-Bo-Td vein
-  Phyllic alteration zone with Cp-Py film/dissem.
-  Potassic alteration zone with Mo-Cp network

Fig.2 Ore forming model

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ニタ沢鉱化帯～ベルデ沢鉱化帯及び同地区周辺区域のフォルトゥナ沢鉱化帯に次ぐものである。鉱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、鉱化帯A、鉱化帯E、南部鉱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、鉱化帯Dに一致して抽出された (Fig. II-3-6)。

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

フニン地区及びコジャッヘ地区は、鉱染状及び脈状のCu-Mo-Ag鉱床賦存のポテンシャルが極めて高く、鉱床形成モデル (Fig. 2)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 (Fig. 3-1)

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。したがって、今後は引き続きボーリングを実施し、鉱量を把握する。

ボーリング調査による探査の対象は、機材搬入の条件を考慮して、下記のように提言される。

- ① リモニタ沢鉱化帯～ベルデ沢鉱化帯深部 (タイプI) (250m×1本)
- ② ベルデ沢鉱化帯 (タイプI) (100m×2本)
- ③ フニン川鉱化帯 (タイプI及びタイプII) (100m×1本, 250m×1本)
- ④ リモニタ沢上流鉱化帯 (タイプII) (100m×2本)
- ⑤ クリソコラ沢鉱化帯 (タイプII) (100m×2本)

(2) フニン地区周辺区域 (Fig. 3-1)

① フォルトゥナ沢鉱化帯 (タイプI) の鉱徴地調査及びボーリング調査 (100m×3本) と、鉱化帯南東部・東部の地質精査。

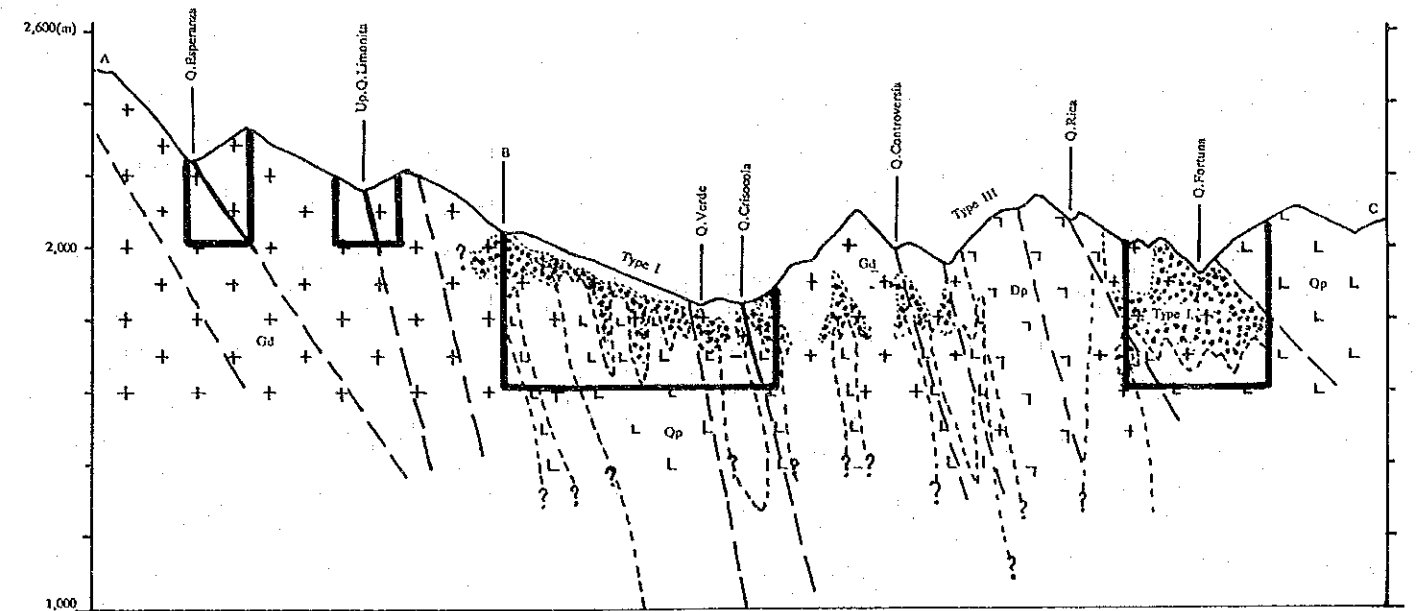
② エスペランサ沢鉱化帯 (タイプII) のボーリング調査 (100m×2本)

エスペランサ沢鉱化帯の探鉱は、リモニタ沢上流鉱化帯及びベルデ沢鉱化帯と併せて坑道探鉱を検討する必要がある。

(3) コジャッヘ地区リオ・マグダレナ区域 (Fig. 3-2)

① マグダレナ支流鉱化帯 (鉱化帯A) のボーリング調査 (100m×2本, 300m×2本) 及び西方の物理探査。

② 南部鉱化帯西方の物理探査。



LEGEND

Intrusive Rocks	Gd	Granodiorite
	Dp	Diorite porphyry
	Op	Quartz porphyry
Structure	—	Fault
	—	Lineament
	—	Geologic contact
Mineralization	—	Vein and veinlet
	x	Network
	...	Dissemination
Alteration zone (by field observation)	⊗	Medium to strongly silicified zone
Alteration zoning pattern (by X-ray dif.)	○	Propylitic zone
	○	Phylic zone
	□	Recommended zone

0 500m

Fig.3-1 Survey results and recommendation for further survey
(Central and Surrounding zones, Junin area)

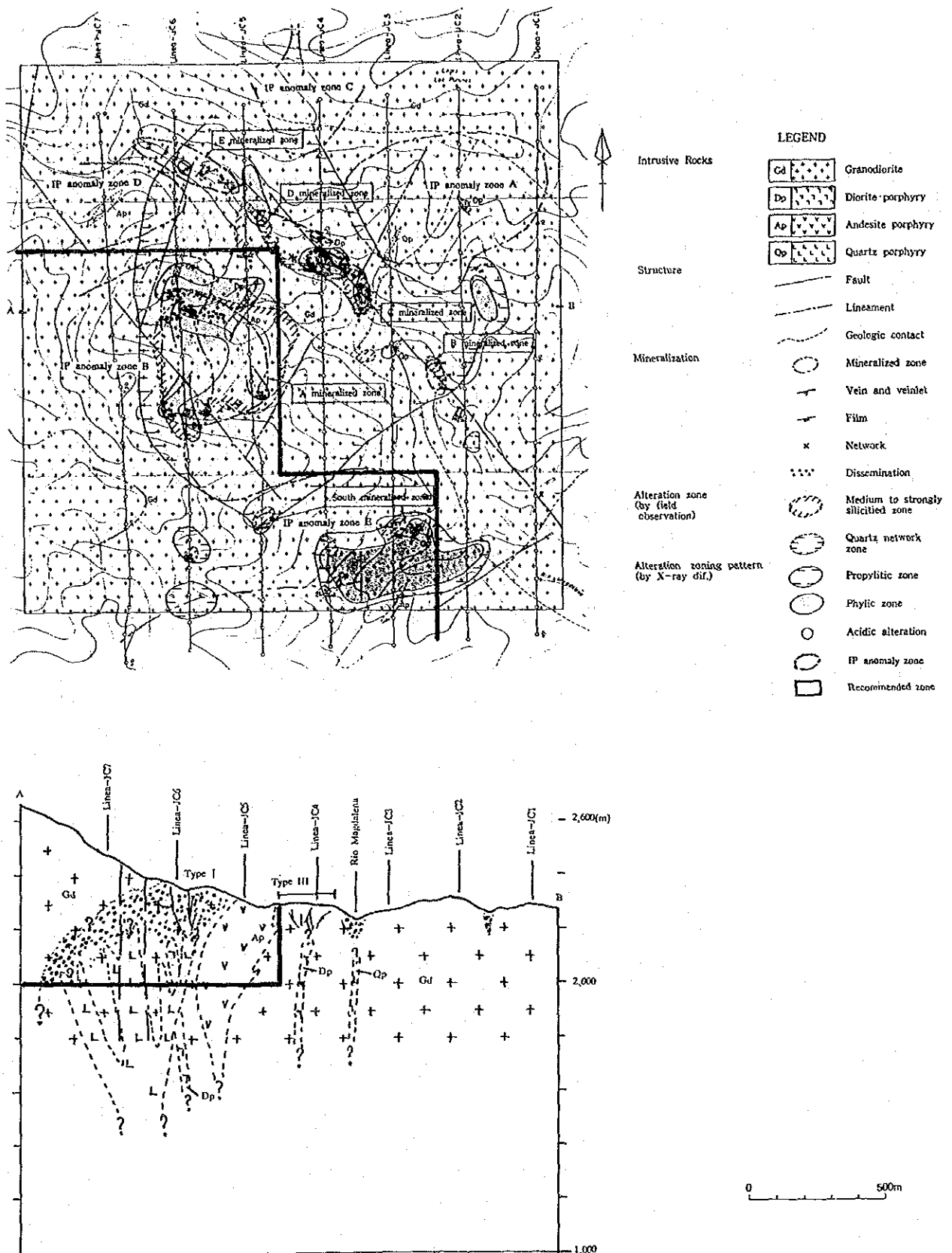


Fig.3-2 Survey results and recommendation for further survey
(Rio Magdalena zone, Cuellaje area)

目 次

はしがき	
調査地域位置図	
要 約	
目 次	

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 第 1 年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第 1 年次調査の結論	1
1-2-2 第 2 年次調査への提言	3
1-3 第 2 年次調査の概要	3
1-3-1 調査地域	3
1-3-2 調査目的	7
1-3-3 調査方法	7
1-3-4 調査団の編成	7
1-3-5 調査期間	7
第 2 章 調査地域の地理	9
2-1 位置及び交通	9
2-2 地形及び水系	9
2-3 気候及び植生	10
第 3 章 調査地域の一般地質及び地質的位置づけ	11
第 4 章 調査結果の総合検討	15
4-1 地質、地質構造及び火成活動の特性	15
4-2 鉍化作用の特性と鉍化規制について	16
4-3 地化学異常と鉍化作用との関係について	19
4-4 物理探査異常と鉍化作用との関係について	19
4-5 鉍床形成モデル及び期待鉍床賦存のポテンシャルについて	20
第 5 章 結論及び提言	23
5-1 結 論	23
5-2 第 3 年次調査への提言	25

第Ⅱ部 各 論

第1章	フニン地区・中央区域	27
1-1	鉍微地調査	27
1-1-1	調査目的及び方法	27
1-1-2	地質及び地質構造	27
1-1-3	鉍化作用及び変質作用	28
1-2	ボーリング調査	41
1-2-1	調査目的	41
1-2-2	調査工事内容	41
1-2-3	調査結果	44
1-3	考 察	49
第2章	フニン地区・周辺区域	51
2-1	地質調査	51
2-1-1	調査目的及び方法	51
2-1-2	地質及び地質構造	51
2-1-3	鉍化作用及び変質作用	52
2-2	地化学探査	64
2-2-1	探査目的	64
2-2-2	探査方法	64
2-2-3	探査結果	69
2-3	考 察	71
第3章	コジャッヘ地区・リオ・マグダレナ区域	81
3-1	地質調査	81
3-1-1	調査目的及び方法	81
3-1-2	地質及び地質構造	81
3-1-3	鉍化作用及び変質作用	85
3-2	地化学探査	89
3-2-1	探査目的	89
3-2-2	探査方法	89
3-2-3	探査結果	93
3-3	物理探査	105
3-3-1	探査目的及び方法	105
3-3-2	解析方法	105
3-3-3	探査結果	110
3-4	考 察	119

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結 論	121
第2章 第3年次調査への提言	123
参考文献	125
図表一覧	127
付 録	

第 I 部 総論

第1章 序 論

1-1 調査の経緯

エクアドル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ーカッパーベルトが縦走し、フニン (Junin) 地域はこのベルトの中に位置している (Fig.1)。

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日に取り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。全体の調査範囲は5,000 km² であり、予定の調査期間は3年である。

本年度は第2年次にあたり、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。

第1年次調査の範囲はエクアドル側の過去の調査により抽出されたフニン地区中央区域 (4 km²)、同地区周辺区域 (35 km²)、コジャッヘ (Cuellaje) 地区 (34 km²) 及びプルラワ (Pululahua) 地区 (90 km²) であった。フニン地区中央区域では地質精査・岩石地化学探査及びボーリング調査を実施し、同地区周辺区域では地質準精査・河川堆積物地化学探査を実施し、コジャッヘ地区及びプルラワ地区では地質概査を実施した。その結果、フニン地区中央区域、同地区周辺区域及びコジャッヘ地区において有望な鉍化帯を把握した (後2者は新しく発見)。これらの有望地では鉍染状及び脈状のCu-Mo 鉍床賦存のポテンシャルが極めて高いと推察されていることから、これらに対して第2年次以降さらに詳細な調査を実施することを提言した。

1-2 第1年次調査の結論と提言

1-2-1 第1年次調査の結論

(1) フニン地区中央区域の鉍化変質作用

本区域の鉍化変質帯は、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は石英斑岩近傍の花崗閃緑岩中に認められ、リモニタ沢下流及びベルデ沢下流～中流を中心としたCu-Mo 鉍染状鉍 (>網状鉍) からなる鉍化帯で、フィリック変質帯を伴う。リモニタ沢鉍化帯ではCu1.35%、ベルデ沢鉍化帯ではCu1.44%の鉍石品位であった。

タイプIIは、フニン川上流、リモニタ沢上流、クリソコラ沢、コントロールベルシア沢下流及びリカ沢上流に認められる。タイプIと同じ組み合わせの鉍石鉍物を伴う脈状鉍からなり、脈質の違いにより①鉍石鉍物に富み脈石鉍物が粘土主体のもの (タイプII A)、②石英脈に鉍石鉍物を伴うもの (タイプII B) に分けられる。脈際でフィリック変質帯～カリウム質変質帯を伴う。タイプII Aではリモニタ沢鉍化帯はCu42.42%、Au0.3g/t及びAg137.2g/tの、タイプII Bではフニン川鉍化帯はCu2.17%、Au0.1g/t、Ag4.6g/t及びMo0.97%の鉍石品位であった。

タイプIIIは網状石英脈を伴う酸性変質帯である。

これらのうちタイプIIIの鉍化変質帯の分布域はほぼ中央区域に限られるが、タイプIの鉍化

帯は同区域から南東方及び北東方へ、タイプⅡの鉍化帯は同区域から北西方及び南東方へ、フニン地区周辺区域にまで広がることが明かとなった。

(2) ボーリング調査

リモニタ沢鉍化帯の西端部で実施されたボーリング調査（M J J - 1 孔，151.50m）の結果、孔底付近はリモニタ沢鉍化帯の縁辺部に達着したものと考えられた。

(3) フニン地区周辺地区の鉍化変質作用

エスペランサ沢鉍化帯は中央区域のタイプⅡ A 及びタイプⅡ B から構成され、脈際にフィリック変質帯を伴い、Cu20.97%，Zn0.28%，Au0.6g/t，Ag784.0g/tの鉍石品位であった。

フォルトゥナ沢鉍化帯では中央区域のタイプⅠ及びタイプⅡ A が認められた。タイプⅠはフィリック変質帯を伴い、Cu2.68%～0.33%，Ag8.3g/t～1.1g/t及びMo0.09%以下、タイプⅡ A はCu1.26%～0.37%，Au0.2g/t以下及びAg3.5g/t～1.8g/tの鉍石品位であった。

クリスタル沢支流変質帯においても、タイプⅠ及びタイプⅡ B が認められた。

(4) 地化学探査結果

フニン地区中央区域の岩石地化学探査の結果、Cu-Mo 異常帯は各鉍化帯を中心に抽出され、Pb-Zn 異常帯は主として各鉍化帯の周辺に抽出された。Au-Ag 異常帯と各鉍化帯との関連性は特に顕著ではないが、同異常帯のうち10 ppm以上のAuがタイプⅢの酸性変質帯中に抽出されたことは興味深い。

フニン地区周辺区域のエスペランサ沢鉍化帯、フォルトゥナ沢鉍化帯及びクリスタル沢支流変質帯には、Cu-Pb-Zn河川堆積物地化学探査異常が検出された。

(5) コジャッヘ地区の鉍化変質作用

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

マグダレナ川鉍化帯では、カリウム質変質帯、フィリック変質帯及びプロピライト化変質帯の累帯配列が存在する。鉍石品位はCu1.66%，Ag5.2g/t及びMo0.11%であり、規模及び銅の含有量は、フニン地区中央区域に次ぐものである。

サン・ミゲル沢鉍化帯ではプロピライト化変質帯を伴う。

クリストパンバ川鉍化帯と、マグダレナ川鉍化帯及びサン・ミゲル沢鉍化帯の周辺部のタイプⅡには、脈際変質として内側よりフィリック変質帯、プロピライト化変質帯を伴う。クリストパンバ川鉍化帯ではCu6.97%～1.43%，Ag45.6g/t～6.3g/t及びMo0.13%の、サン・ミゲル沢鉍化帯ではCu7.98%，Au0.4g/t，Ag36.5g/t及びMo0.03%の鉍石品位であった。

(6) プラワ地区の鉍化変質作用

本地区の既知の鉍床及び変質帯として、タナチ鉍床とレベンタソン酸性変質帯の2か所があげられる。前者は北西部に位置し、第四紀酸性熱水活動に関連した多金属浅成鉍床が、崩壊、地滑り等によって二次的に移動した鉍床と考えられる。後者は中央部に位置し、鉍石品位は全て検出限界値以下であった。

1-2-2 第2年次調査への提言

フニン地区及びゴジャッヘ地区は、鉍染状及び脈状のCu-Mo 鉍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第2年次調査として、以下のことを提言した。

(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。したがって、今後は引き続きボーリングを実施する。

ボーリング調査による探査の対象は、機材搬入の条件を考慮して、下記のように提言された。

- ① リモニタ沢鉍化帯（タイプⅠ）
- ② リモニタ沢鉍化帯とベルデ沢鉍化帯との中間部（タイプⅠ）
- ③ フニン川鉍化帯（タイプⅡ）

さらに、ベルデ沢鉍化帯（タイプⅠ）と、リモニタ沢上流・クリソコラ沢・コントロールシア沢・リカ沢の各鉍化帯（タイプⅡ）の鉍化について、今後のボーリング調査に備えた詳細な地表調査が必要である。

(2) フニン地区周辺区域

フニン地区・中央区域の本年度の調査結果と関連付けて検討するために、エスペランサ沢鉍化帯、フォルトゥナ沢鉍化帯及びクリスタル沢支流変質帯において、地質精査及び岩石地化学探査を実施する。

(3) コジャッヘ地区

本地区は、フニン地区に比べると地形は緩やかであり、物理探査が実施可能である。したがって、マグダレナ川鉍化帯及びクリストパンバ川鉍化帯～サン・ミゲル沢鉍化帯において、地質精査・岩石地化学探査を実施するとともに、マグダレナ川鉍化帯に対して物理探査（IP法電気探査）を実施する。

1-3 第2年次調査の概要

1-3-1 調査地域

本年次調査の範囲は、上記“第2年次調査への提言”に基づき、フニン地区中央区域、同地区周辺区域及びゴジャッヘ地区リオ・マグダレナ区域からなる（Fig. I-1-1）。

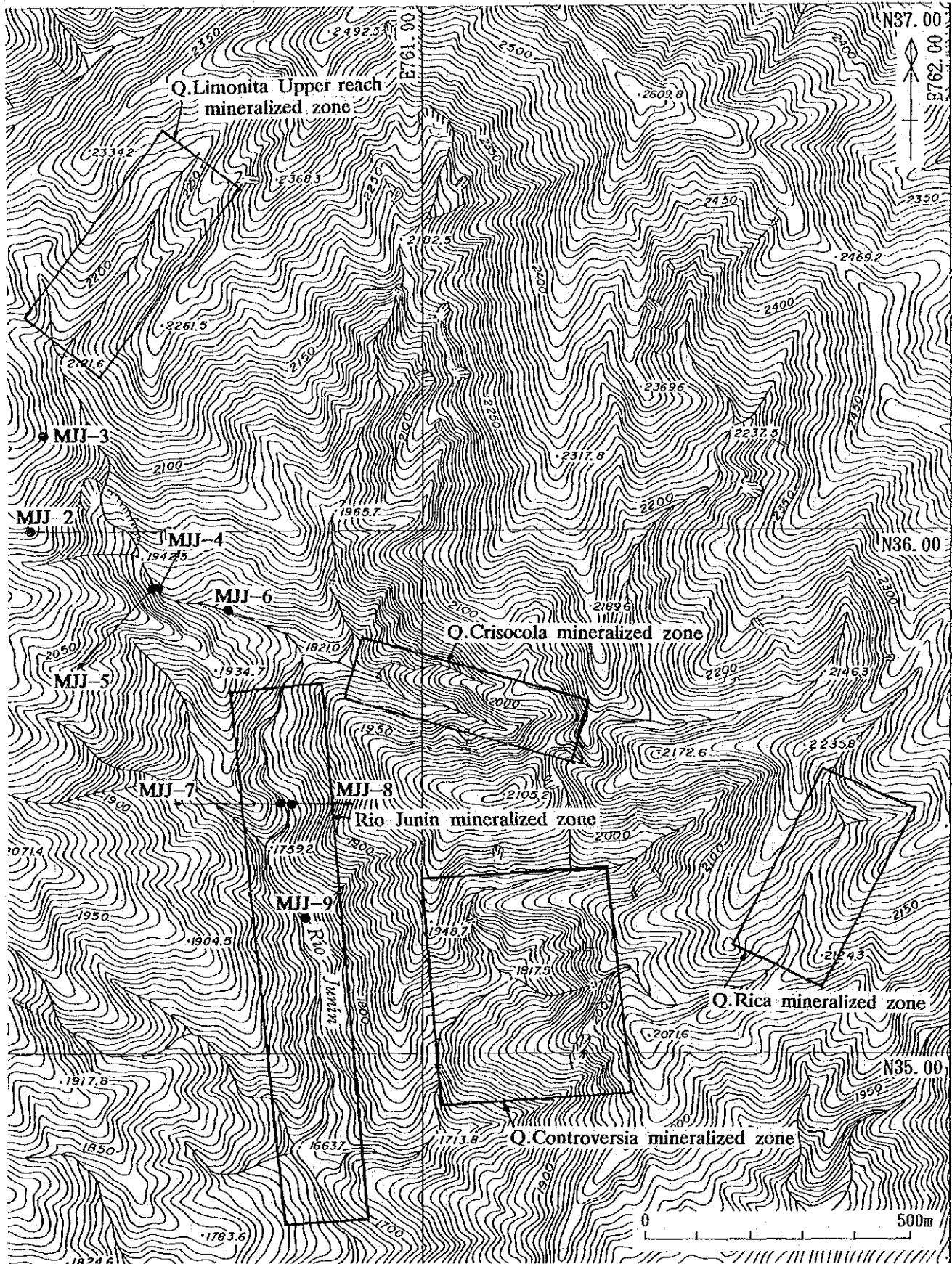


Fig.I-1-1(1) Location of the survey area(Central zone,Junin area)

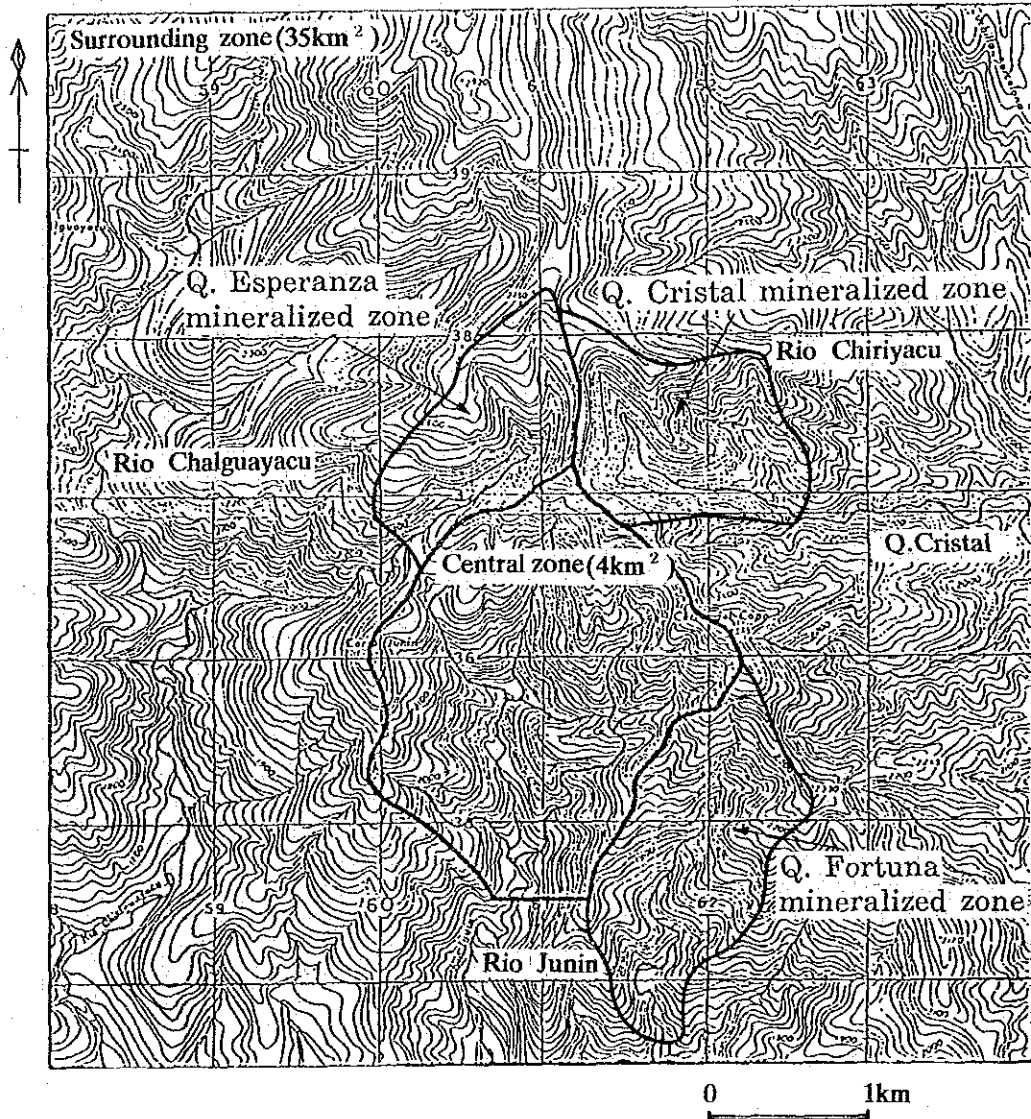


Fig.I-1-1(2) Location of the survey area(Surrounding zone,Junin area)

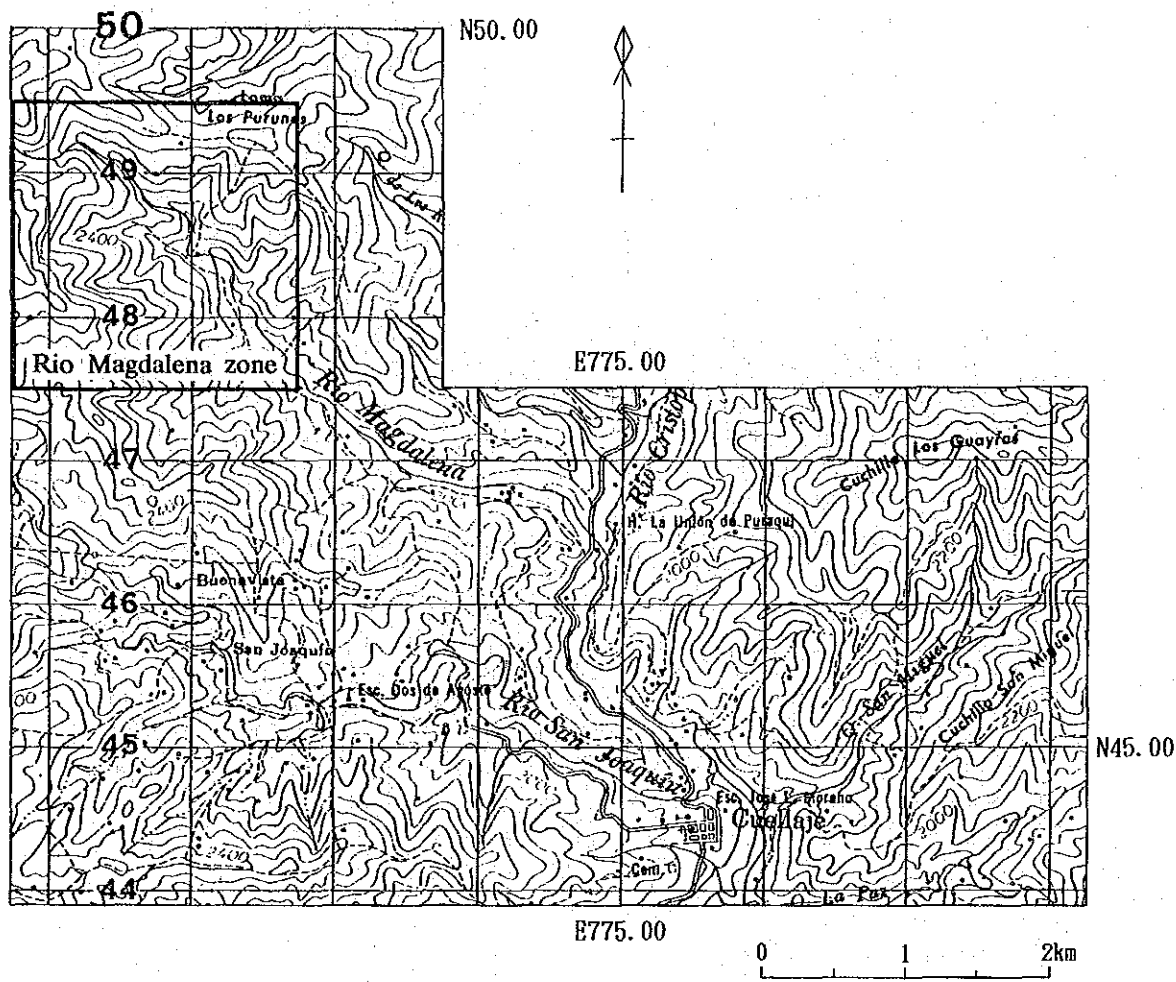


Fig.I-1-1(3) Location of the survey area(Rio Magdalena zone,Cuellaje area)

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では鉱徴地調査及びボーリング調査を実施し、同地区周辺区域では地質精査・岩石地化学探査を実施し、コジャッヘ地区リオ・マグダレナ区域では地質精査・岩石地化学探査及び物理探査（IP法）を実施した（Tab. I-1-1）。個々の詳細は各論で述べる。

1-3-4 調査団の編成

第2年次の現地調査に参加した調査団員は次のとおりである。

日 本 側	升田 健蔵	金属鉱業事業団海外部計画課		
	日下 浩	大手開発（株）	総括、地質・地化探、ボーリング	
	池田 則生	同 上	地質・地化探	
	山縣 順一	同 上	地質・地化探	
	賀来 学	同 上	物理探査	
	菅原 公平	同 上	物理探査	
エクアドル側	Carlos Muirragui	CODIGEM 総裁		
	Wilson Santamaria	CODIGEM	地質・地化探	
	Luis Quevedo	CODIGEM	地質・地化探	
	Salomon Brito	CODIGEM	地質・地化探	
	Edgar Lopez	CODIGEM	物理探査	
	Bolivar Libero	CODIGEM	物理探査	
	Luis de La Torre	CODIGEM	ボーリング	
	Alfonso Vaca	CODIGEM	ボーリング	
	Ricardo Rosales	CODIGEM	ボーリング	
Roland Torres	CODIGEM	ボーリング		

1-3-5 調査期間

現地調査（日本出発日～帰国日）

地質調査・地化学探査：平成4年7月27日～平成4年9月10日

物理探査：平成4年6月29日～平成4年8月18日

ボーリング調査：平成4年6月22日～平成5年1月5日

報告書作成

平成4年8月19日～平成5年3月1日

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

Area	Survey contents	Survey amount			
		Area covered	Route length	Geochem. sample	Drilling Survey
Central zone, Junin	Geol.sketch Drilling	5 mine. zones	5.3km	---	1,585.1m(8holes)
Surrounding zone, Junin	Geol.detail surv. Rock geochem.surv.	4km ²	20.3km *	215 pcs	---
Rio Magdalena zone, Cuellaje	Geol.detail surv. Rock geochem.surv. Geophy.surv. (IP)	4km ² 14km-length	20.4km 7-lines	206 pcs 560-times	---

*Fortuna:6.8km, Esperanza:4.3km, Crisral:9.2km

Area Items and contents of laboratory work	Central zone Junin		Surrounding zone, Junin			Rio Magdalena zone, Cuellaje	
	Geol.	Drill	Fortuna	Esperanza	Cristal	Geol.	Geophy.
Thin section	--	10	--	--	--	24	--
Polished section	24	12	9	9	7	15	--
Ore analysis	36	307	11	10	15	31	--
Rock geochem.analysis	--	--	85	215 37	93	206	--
X-ray diffraction	--	100	48	100 22	30	105	--
Geophy.measurement	--	--	--	--	--	--	26

第2章 調査地域の地理

2-1 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ッヘ地区の2地区である (Fig. I-1-1)。

フニン地区はフニン地区中央区域とフニン地区周辺区域 (4 km²) から構成される。コジャッヘ地区はリオ・マグダレナ区域の面積4 km² に限定される (Tab. I-1-1)。

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180 km (オタバロまで舗装道路110 km, オタバロよりナングルビまで未舗装道路70 km), 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40 km, 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キャンプ (フニン・アパッホ) までは7 km, 馬で3.5時間 (乾季) を要する。同キャンプから、フニン地区周辺区域のエスペランサ沢鉱化帯調査のため及びMJJ-2・3孔のボーリング調査のベースとなったフニン・アリーバ前進キャンプまで徒歩1時間を要する。また、ナングルビからフニン地区周辺区域のクリスタル沢支流変質帯のベースとなったバルセロナ (Barcelona) までは、未舗装道路で20 km, 車で1時間15分及び徒歩30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。

2-2 地形及び水系

本調査地域は、前述したように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發し、南部のグアイジャバンバ川 (Rio Guayllabamba) は西流し、北部のミラ川 (Rio Mira) は北西に向かって流れ、これに2級以下の河川のNE-SW系及びN-S系の流路が錯綜する。これらの河川の内、グアイジャバンバ川上流の支流に2地区が位置する。

2-3 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。地域南東部のプセラワ地区（昨年度調査地区）は本年度調査地区よりも高所にあり乾燥気候を示す。更に高度を増すと（コタカチ山の山頂付近など）万年雪に覆われるようになる。

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。

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。

同国の鉱床区は東部及び西部の2つの鉱床区に、更にこれらの2つの鉱床区は8つの鉱床帯にそれぞれ区分される (INEMIN, 1988)。以上の関係をFig. I-3-1 及びTab. I-3-1 に示す。

フニン地域は、このうち重要なポーフィリー-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、本地域はポーフィリー-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) 層及びユンギョジャ (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。

マクチ層は塩基性～中性の火山岩類からなり、層厚は約 5,000m を示す。またシランテ層は赤色火山砕屑岩類からなり、層厚は約 4,000m を示す。ユンギョジャ層は頁岩からなり、層厚約 2,000m と見積もられている。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 Rutten, 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。

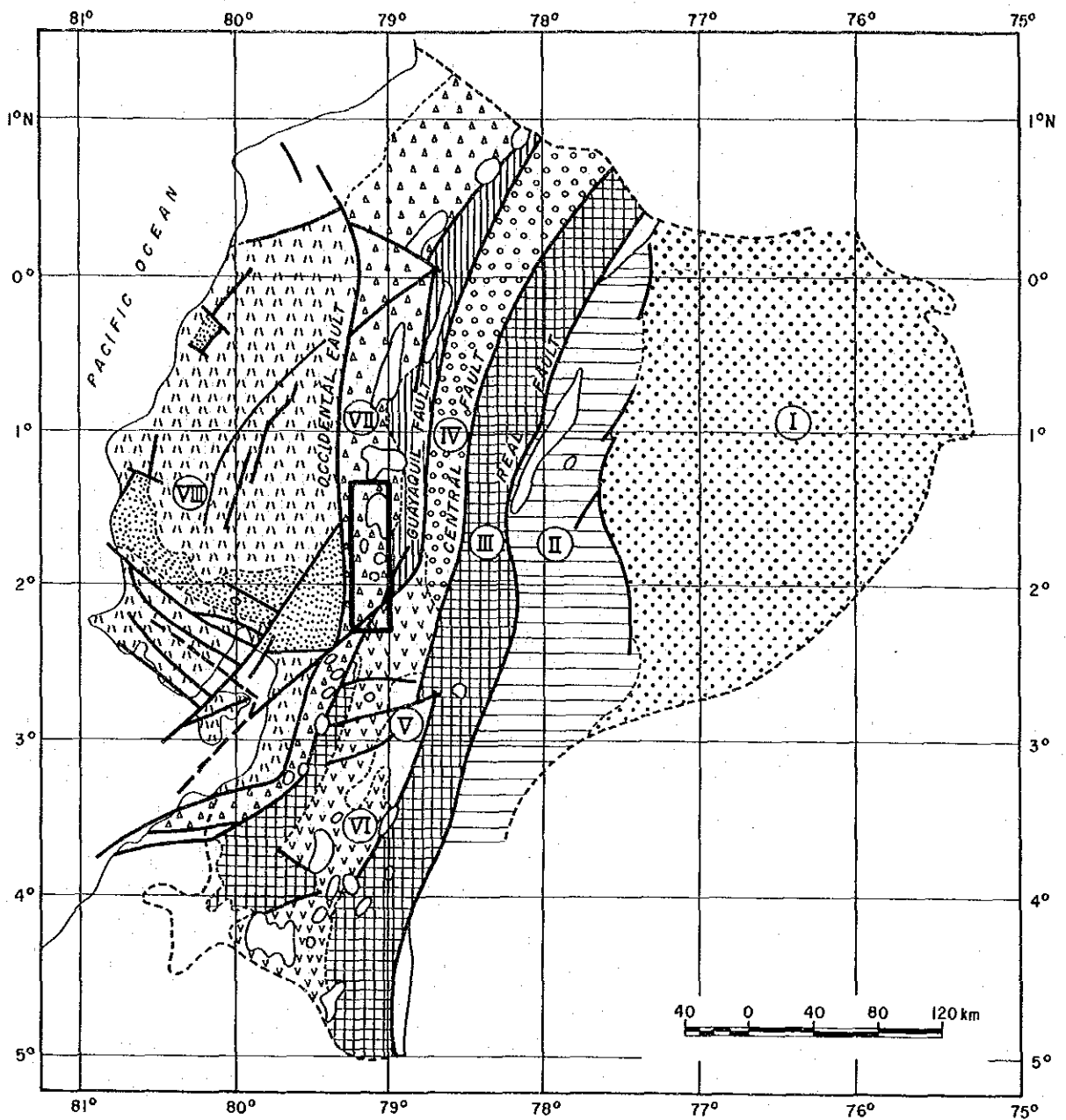
また、調査地域内の花崗岩類に関しては、本年度調査でバソリス状の花崗閃緑岩岩体から13～15Ma、ストック状の斑岩類から6～11MaのK-Ar放射年代が得られている (JICA/MMAJ, 1992)。主要な構造はアプエラ (Apuela) - ナネガル (Nanegal)花崗閃緑岩バソリスに代表されるN-S～NNE-S SW方向である。

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)

Tab.I-3-1 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	
	Real Cordillera	Metamorphic Rocks of Paleozoic and Mesozoic	IV. Quito Graben		
Orient		Carboniferous ~ Cretaceous	Oriental (Continental Crust, Miogeosyncline)	III. Anticlinorium of Real, Moromoro and Mulepungo Cordillera	Sn-W-U Sub-Province of Real Cordillera (Later Paleozoic)
		Tertiary ~ Quaternary		II. Oriental Pre-Andean Zone	Au Sub-Province of Orient Basin (Mesozoic ~ Cenozoic)
			I. Iquitos Basin		



LEGEND

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

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

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質、地質構造及び火成活動の特性

(1) フニン地区中央区域及びフニン地区周辺区域

本地区の地質は、アプエラ (Apuela) - ナネガル (Nanegal) 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 (Fig. II-1-1, Fig. II-2-1)。ストックの規模は最大長径1.7 kmで、平均長径数十m～数百mに達する。ストックの分布密度は、本地区中央区域に集中する。

これら3種類の岩石は、ほとんどが花崗閃緑岩の範疇に、Iタイプの領域に、そして磁鉄鉱系列の領域に分類される (JICA/MMAJ, 1992)。

アプエラ-ナネガルバソリスを形成する花崗閃緑岩、ストックを形成する石英斑岩及び閃緑斑岩のK-Ar法による放射年代測定では、それぞれ 14.5 ± 1.0 Ma, 5.6 ± 0.2 ~ 6.1 ± 0.2 Ma, 7.3 ± 0.3 Maの年代が得られている (JICA/MMAJ, 1992)。これらの年代は、バソリスが新第三紀中新世中期で、斑岩類が新第三紀中新世後期である。

リニアメントに代表される構造には、NE-SW系及びNW-SE系が主として発達し、本地区中央区域では、これらにN-S系及びE-W系が錯綜する。すなわち、フニン川 (Rio Junin), リモニタ沢 (Q. Limonita) 及びクリソコラ沢 (Q. Crisocola)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) コジャッヘ地区

本地区の地質は、フニン地区同様アプエラ-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及び閃緑斑岩、そして岩脈状の石英斑岩からなる (Fig. II-3-1)。

これら4種類の岩石はほとんどが花崗閃緑岩の範疇に、Iタイプ及び磁鉄鉱系列に分類される (JICA/MMAJ, 1992)。

花崗閃緑岩、安山岩質斑岩及び石英斑岩に対するK-Ar法による放射年代測定では、花崗閃緑岩は 13.0 ± 0.6 Ma, 安山岩質斑岩は 11.1 ± 0.6 ~ 10.4 ± 0.5 Ma, 石英斑岩は 8.8 ± 0.4 Maの年代を得ている (JICA/MMAJ, 1992)。これらの年代は、ポリバル地域のものよりも新しく、フニン地区のものと同様、花崗閃緑岩は新第三紀中新世中期で、斑岩類は新第三紀中新世後期である。

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及びE-W系のものが発達する。

4-2 鉱化作用の特性と鉱化規制について

(1) フニン地区中央区域

本地区中央区域の鉱化変質帯は、産状から次の3種類に分類された (Tab. I-4-1, Fig. II-1-2, Tab. II-1-1, Tab. II-1-2)。

- ① タイプⅠ：リモニタ沢下流及びベルデ沢下流～中流に分布し、石英斑岩近傍の花崗閃緑岩中のCu-Mo鉱染・細脈帯で、フィリック変質帯を伴う。
- ② タイプⅡ：フニン川上流、リモニタ沢上流、クリソコラ沢上流、コントロールベシア沢下流及びリカ沢上流に分布し、本年度中央区域の鉱徴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鉱化帯で、脈際のフィリック～カリウム質変質帯を伴う。さらに脈質の違いにより、硫化鉱-粘土脈主体のタイプⅡA、石英脈に硫化鉱を伴うタイプⅡBに分けられる。
- ③ タイプⅢ：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。

なお、タイプⅠ・Ⅱはいわゆるポーフィリー銅タイプである。

リモニタ沢上流鉱化帯はタイプⅡAに属し、脈幅2m、延長140mで、平均Cu10%及びAg15g/tである。クリソコラ沢鉱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。フニン川鉱化帯は、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。コントロールベシア沢鉱化帯は、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、鉱化の程度は弱い。リカ沢鉱化帯もタイプⅠ及びタイプⅡBが重複するが、小規模である。

ボーリング調査の結果は次に述べるとおりである。

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、148.80m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、233.45m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。

(2) フニン地区周辺地区 (Fig. II-2-3)

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

Tab.I-4-1 Summary of survey results

Type of survey	Name of area investigated	Area (km ²)	Geology	Name of zone	Mineralization				Alteration	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Mo (%)	Sample No.	Evaluation
					Type (Occurrence)	Lateral Extension	Ore Minerals	Host Rock									
Geol. sketch	Central zone, Junin	5 min. zones	Intrusives of: ho-bi. gd., di. por. and qz. por..	Up. reach of Q. Limonita	sulfide-rich vein	140m*2.0m	Cp-Bo-Py-Cc-Chry	Gd	sil., arg.	5.45	<0.01	<0.01	<0.1	34.3	<0.01	C2127	A
					sulfide-rich vein	0.2m	Cp-Py	Gd	sil.	17.03	<0.01	<0.01	<0.1	5.2	<0.01	C2128	
					sulfide-rich vein with Cup	50m*1.1m	Cup-Chry-Cc	Gd	sil., arg.	0.99	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	C2129	
				Q. Crisocola	q vein	0.1m	Chry-Py	Gd	sil.	23.70	<0.01	0.02	<0.1	<0.1	0.03	B2159	A
					q vein	0.5m	Chry-Lim	Gd	sil.	23.49	<0.01	0.01	<0.1	<0.1	0.03	B2160	
					q vein	1.0m	Cp-Py-Cc	Gd	sil.	28.60	<0.01	0.02	<0.1	<0.1	0.14	B2163	
				Rio Junin	sulfide-rich q vein	1.0m	Cp-Py-Cc-Mo	Gd	sil.	0.46	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	B2157	A
					q vein	0.5m	Cp-Bo-Mo-Py	Gd	sil.	0.57	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	B2161	
					q vein	1.5m	Py-Chry	Gd	sil.	0.37	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	B2172	
				Q. Contro-versia	q vein	1.1m	Py-Chry	Gd	sil.	1.53	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.01	C2140	A
					q vein	0.3m	Chry	Gd	sil., arg.	1.56	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.02	E2076	
					q vein/nwtk film/nwtk/diss	0.2m	Mo-Cp-Py	Gd	sil.	1.21	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.03	E2078	
				Q. Rica	q vein/nwtk/diss	10m*3.5m	Cp-Py-Cc-Mo	Gd	sil.	2.40	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.47	B2173	A
					q vein	0.5m	Py-Cp-Py	Gd	sil.	0.39	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.01	C2135	
					q vein	1.63m	Cp-Py-Cc-Mo	Gd	sil.	1.63	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.01	C2137	
Detail	Surrounding zone, Junin	4	Intrusives of: ho-bi. gd., di. por. and qz. por.	Q. Contro-versia	sulfide-rich film	0.4m	Cp-Py-Cc-Chry	Gd	sil., arg.	0.34	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	C2138	B
					nwtk/film	2.0m	Cc-Chry	Gd	sil.	6.51	<0.01	<0.01	<0.1	18.3	0.03	B2165	
					diss/nwtk	3.0m	Py-Cp	Dp	sil.	0.33	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	B2166	
				Branch of Q. Cristal	q vein	3.0m*1.8m	Chry-Cc	Gd	sil., arg.	0.54	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.01	B2167	B
					q vein	1.0m	Py-Cp-Mo-Chry	Gd	sil., arg.	0.87	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	C2139	
					diss/nwtk/film	250m	Py-Cp-Cc	Gd	sil., arg.	0.30	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.04	D2120	
				Q. Cristal	in fault zone	400m*0.25m	Py-Cp-Td	Gd	sil., arg.	0.11	<0.01	<0.01	<0.1	1.5	<0.01	D2051	B
					sulfide-rich q vein	0.3m	Py-Cp	Gd	sil.	10.53	0.05	0.55	0.33	23.3	<0.01	E2096	
					ditto	0.3m	Py-Cp	Gd	sil.	4.14	0.05	0.33	0.33	114.9	<0.01	E2099	
				Q. Esperanza	sulfide-rich vein	1km*1.0m	Cp-Py-Td-Bo-Cc	Gd	sil., arg.	0.78	<0.01	<0.01	2.4	59.7	<0.01	C2094	A
					q vein	1km*0.3m	Td-Cp-Py	Gd	sil., arg.	11.99	<0.01	<0.01	4.2	36.5	<0.01	D2066	
					diss/nwtk/vein	600m*200m	Cp-Py-Mo-Cc-Bo	Gd	sil., arg.	13.98	<0.01	<0.01	4.3	35.5	<0.01	B2171	
				Q. Fortuna	q vein	1km*0.3m	Td-Cp-Py	Gd	sil., arg.	3.25	<0.01	<0.01	0.1	3.7	<0.01	B2123	A
					diss/nwtk/vein	600m*200m	Cp-Py-Mo-Cc-Bo	Gd	sil., arg.	0.35	<0.01	<0.01	<0.1	7.2	<0.01	B2128	
					diss/film	1.5km	Py	Qp	sil., arg.	0.50	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.03	B2111	
Surrounding zone, Junin	diss	300m*200m	Py-Cp	Gd/Dp	sil., prop.	0.88	<0.01	0.01	<0.1	<0.1	<0.01	C2118	A				
	diss	500m	Py-Cp	Gd	sil., arg.	2.26	<0.01	0.04	<0.1	<0.1	0.01	B2145					
	sulfide-rich vein	2.0m	Py-Cp-Td	Gd	sil.	0.31	<0.01	<0.01	0.2	62.0	0.02	C2122					
Surrounding zone, Junin	q vein	1.0m	Py-Cp	Gd	sil.	0.70	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.01	B2144	A				
	q vein	1.0m	Py-Cp	Gd	sil.	0.70	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.01	B2144					

Type of survey	Name of area investigated (Km)	Geology	Name of zone	Mineralization			Alteration	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Mo (%)	Sample No.	Evaluation	
				Type (Occurrence)	Lateral Extension	Ure Minerals										Host Rock
Detail	Rio Magdalena 34 zone, Quellaje	Intrusives of : no-bl. gd., di. por. ande. por. and qz. por.	Branch of Rio Magdalena (A)	diss/film/ntw# 400m*500m	400m*500m	Co-Py-Chry-Mo-(Cc-Bc)	Gd	0.20	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	P2029	A	
								1.40	0.01	<0.01	<0.1	1.4	0.16	<0.01		P2032
								0.21	<0.01	<0.01	<0.1	2.0	<0.01	<0.01		P2037
			Rio Magdalena (B)	vein/film	100m*60m	Py-Cp-Chry	Gd	0.31	<0.01	<0.01	<0.1	7.3	<0.01	<0.01		P2046
								0.36	<0.01	<0.01	<0.1	4.3	<0.01	<0.01		P2052
								0.20	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	<0.01		C2087
			Rio Magdalena (C)	film/diss	300m*60m	Py-Cp-Chry	Gd	0.30	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	<0.01		C2088
								0.37	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	<0.01		P2066
								0.32	<0.01	<0.01	<0.1	1.3	<0.01	<0.01		P2073
			Rio Magdalena (D)	9. ntw# 400m*150m		Chry	Gd	0.14	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	<0.01		P2035
				400m*100m		Py-Cp-Chry	Gd	0.32	<0.01	<0.01	<0.1	2.1	<0.01	<0.01		P2038
								0.49	<0.01	<0.01	<0.1	2.1	0.15	<0.01		C2004
			South	q vein	0.3m	Py-Cp	Gd	0.34	<0.01	<0.01	<0.1	4.0	0.03	<0.01		P2015
								1.26	0.00	0.01	<0.1	<0.1	0.14	<0.01		MJ-4
								0.17	0.00	0.00	<0.1	<0.1	0.01	<0.01		MJ-6
Drilling	Central Zone Junin		Rio Junin	diss/film	CL. 233.45m	Bo-Cp-Py-Mo	Gd-Qp	0.45	0.00	0.00	<0.1	<0.1	0.02	MJ-8		
								0.20	0.00	0.00	<0.1	<0.1	0.00	MJ-9		

Ranking of evaluation : A > B > C > D > E

方下部にも連続している。

ノルム黄銅鉱-黄鉄鉱量によるIP異常の評価に関して、IP異常は全硫化物量に比例し、鉱化帯A・E上のIP異常は等量の黄銅鉱及び黄鉄鉱によるもの、南部鉱化帯上のIP異常は黄鉄鉱>黄銅鉱によるもの、北東部のIP異常は黄鉄鉱によるものと推定される。

4-5 鉱床形成モデル及び期待鉱床賦存のポテンシャルについて

タイプI・II・IIIの鉱化変質帯の形成史は、次のように考えられる。

アペ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-SW系である。リニアメントのうち、卓越した方向として抽出されたNE-SW系及びNW-SE系は、中構造であり、両者は共役なセットと推定される。そしてこれら3系統の構造は、いわゆる基盤構造として既に存在し、ストック状の石英閃緑岩及びそのマグマの上昇にとって非常に都合の良い通路の形成に役立ったであろう。

フニン地区中央区域は、これら構造運動及び火成活動が集中した場の1つであった。例えば、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発達する放射状のリニアメント（フラクチャー）は、タイプIとタイプIIの鉱化変質作用（ポーフイリーカッパータイプ）の双方を伴っており、斑岩の貫入路及び鉱液の通路としての役割を担ったことを示唆している。このような特殊な場に、各々の鉱化帯は形成された。

そして最終末期にタイプIIIの酸性熱水変質作用により終止符が打たれた。その後、局部的にいわゆる地下水の循環により、銅の二次鉱物が生成された。しかし、黄鉄鉱の量が極端に少なかったことと、隆起帯で多雨地域に位置していたため侵蝕が激しく、酸化帯あるいは二次富化帯の形成には至らなかったと推定される（ただし、クリソコラ沢の鉱脈では断層沿いに銅の溶脱が進み、二次富化帯を形成している）。

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

フニン地区周辺区域及び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。

鉱染状及び脈状のCu-Mo-Ag鉱床賦存のポテンシャルが極めて高い有望地は、上記及び第1年次調査の結果から鉱床形成モデル（Fig. 2）を作成し、下記のようなになる。

- (1) フニン地区中央区域（Fig. 3-1）
 - ① リモニタ沢鉱化帯～ベルデ沢鉱化帯深部
 - ② ベルデ沢鉱化帯（本年度未探鉱）
 - ③ フニン川鉱化帯

④ リモニタ沢上流鉍化帯

⑤ クリソコラ沢鉍化帯

(2) フニン地区周辺区域 (Fig. 3-1)

① フォルトゥナ沢鉍化帯：同鉍化帯主要部の南限は、昨年度の調査により捕捉された。本年度調査により、同鉍化帯主要部のおおよその範囲は限定された。今後より詳細な鉍微地調査と、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精査も必要と考えられる。

② エスペランサ沢鉍化帯（同鉍化帯の今後の探鉍は、上記リモニタ沢上流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性がある。

(3) コジャッヘ地区リオ・マグダレナ区域 (Fig. 3-2)

① マグダレナ川支流鉍化帯（鉍化帯A）及び西方。

② 南部鉍化帯西方。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

(1) フニン地区の地質 (Fig. II-1-1, Fig. II-2-1)

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 (Tab. I-4-1, Tab. II-1-2, Fig. II-1-2)

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はいわゆるポーフィリータイプ)。

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、本年度中央区域の鉍徴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、脈際のみフィリック～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。コントロールシア沢鉍化帯は、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、リモニタ沢鉍化帯及びフニン川鉍化帯を探索し、いずれも優勢な鉍化部を捕捉した。

リモニタ沢鉍化帯は、北東方深部に向かって鉍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)で把握した鉍化部は、148.80m間の鉍石分析品位が最高Cu3.84%、平均Cu1.30%(n=37)を示した。

一方フニン川鉍化帯でも、東向ボーリング(MJJ-8)で把握した鉍化部は、233.45m間の鉍石分析品位が最高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鉍が認められ、リモニタ沢鉍化帯北東部及びフニン川鉍化帯東部の尾根部下部に、優勢な鉍化部を形成していることが明らかにされた。

5-2 第3年次調査への提言

フニン地区及びコジャッヘ地区は、鉱染状及び脈状のCu-Mo-Ag鉱床賦存のポテンシャルが極めて高く、鉱床形成モデル (Fig. 2) 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 (Fig. 3-1)

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。したがって、今後は引き続きボーリングを実施し、鉱量を把握する。

ボーリング調査による探査の対象は、機材搬入の条件を考慮して、下記のように提言される。

- ① リモニタ沢鉱化帯〜ベルデ沢鉱化帯深部 (タイプI) (250m×1本)
- ② ベルデ沢鉱化帯 (タイプI) (100m×2本)
- ③ フニン川鉱化帯 (タイプI及びタイプII) (100m×1本, 250m×1本)
- ④ リモニタ沢上流鉱化帯 (タイプII) (100m×2本)
- ⑤ クリソコラ沢鉱化帯 (タイプII) (100m×2本)

(2) フニン地区周辺区域 (Fig. 3-1)

- ① フォルトゥナ沢鉱化帯 (タイプI) : 同鉱化帯主要部の南限は、昨年度の調査により捕捉された。本年度調査により、同鉱化帯主要部のおおよその範囲は限定された。今後さらに詳細な鉱徴地調査と、ボーリング調査 (100m×3本) 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精査も必要と考えられる。
- ② エスペランサ沢鉱化帯 (タイプII) : ボーリング調査 (100m×2本) が望まれるが、同鉱化帯の探鉱はリモニタ沢上流鉱化帯及びベルデ沢鉱化帯と併せて坑道探鉱を検討する必要がある。

(3) コジャッヘ地区リオ・マグダレナ区域 (Fig. 3-2)

- ① マグダレナ川支流鉱化帯 (鉱化帯A) のボーリング調査 (100m×2本, 300m×2本) 及び西方の物理探査。
- ② 南部鉱化帯西方の物理探査。

第Ⅱ部 各 論

第1章 フニン地区中央区域

本年度は、第1年次調査の結果、抽出された有望な鉍化帯に対して、鉍微地調査及びボーリング調査を実施した。

1-1 鉍微地調査

1-1-1 調査目的及び方法

調査目的は、フニン地区中央区域に分布する脈状主体のCu-Mo鉍化帯5箇所（リモニタ沢上流・クリソコラ沢・フニン川・コントロベルシア沢・リカ沢鉍化帯）の1:2,500の鉍微地調査を行い、規模・産状等の詳細を明らかにすることである（Fig. II-1-1）。

踏査に当たっては、調査ルート沿いにけん縄を張り、全面露頭スケッチを行った。

調査結果は2千5百分の1鉍微地調査結果図（Fig. II-1-2）にまとめた。試料採取位置図をPl. II-1-1に示す。

1-1-2 地質及び地質構造

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、有色鉍物として黒雲母>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（Quebrada La Limonita）～エスカレラ沢（Q. La Escalera）、ベルデ沢（Q. Verde）、コントロベルシア沢（Q. La Controversia）及びフニン川（Rio Junin）に集中する。岩質はち密な石基中（鏡下では隠微晶質）に2～5mmの石英斑晶を含む。花崗閃緑岩に比べて節理が発達するが、節理の分布密度は粗い。

（3） 閃緑斑岩（Dp）

閃緑斑岩ストックは本区域南東部に直径500mの規模で分布する。岩質は石英斑岩に比べて角閃石の斑晶に富み、石英の斑晶に不足である。

これら3種類の岩石は、いずれも磁鉄鉱系列に分類される。また、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)。

(4) 地質構造

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、これらにN-S系及びE-W系が錯綜する。そしてほとんどのリニアメントがリモニタ沢、ベルデ沢及びクリソコラ沢の合流点付近に収束する。

1-1-3 鉱化作用及び変質作用

昨年度調査の結果、本地区の主要な鉱化変質帯は、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, Tab. II-1-1, Tab. II-1-2)。

タイプIは、石英斑岩近傍の花崗閃緑岩中のCu-Mo鉱染・細脈帯で、フィリック変質帯を伴う。

タイプIIは、本年度中央区域の鉱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-Ag鉱化帯で、脈際のフィリック〜カリウム質変質帯を伴う。さらに脈質の違いにより、硫化鉱-粘土脈主体のタイプIIA、石英脈に硫化鉱を伴うタイプ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。

本年度調査の各鉱化帯の特徴を次に示す。

(1) リモニタ沢上流鉱化帯 (Fig. II-1-2(1))

リモニタ沢上流鉱化帯はタイプIIAに属し、NE-SW系のリニアメントにほぼ平行して発達し、主要なものは脈幅2m、延長140m間で認められる。

鉱石鉱物は硫化鉱として黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱 (2次鉱物) 及び黄鉄鉱が、また酸化鉱物として珪孔雀石が認められる。鉱石研磨片の観察結果をAppendix 2に示す。

母岩の変質は、肉眼的には脈際の珪化が主体であり、脈際変質の幅は約2mから3mに亘る。脈際変質鉱物として、石英及び絹雲母が存在する。

鉱石分析の結果、試料 C2127はCu 5.45%及びAg 34.3 g/t、試料 C2129はCu 17.03%、平均Cu 10%及びAg 15 g/tの鉱石品位であった (Appendix 4)。

(2) クリソコラ沢鉱化帯 (Fig. II-1-2(2))

クリソコラ沢鉱化帯は、タイプIIAにタイプIIIが重複している。タイプIIAを示す鉱化帯は、WNW-ESE系のリニアメントにほぼ平行して発達し、脈幅1.1m、延長50m間で認められる。数年前までは約250m間、断続的に露頭が認められていたとのことであるが、現在は

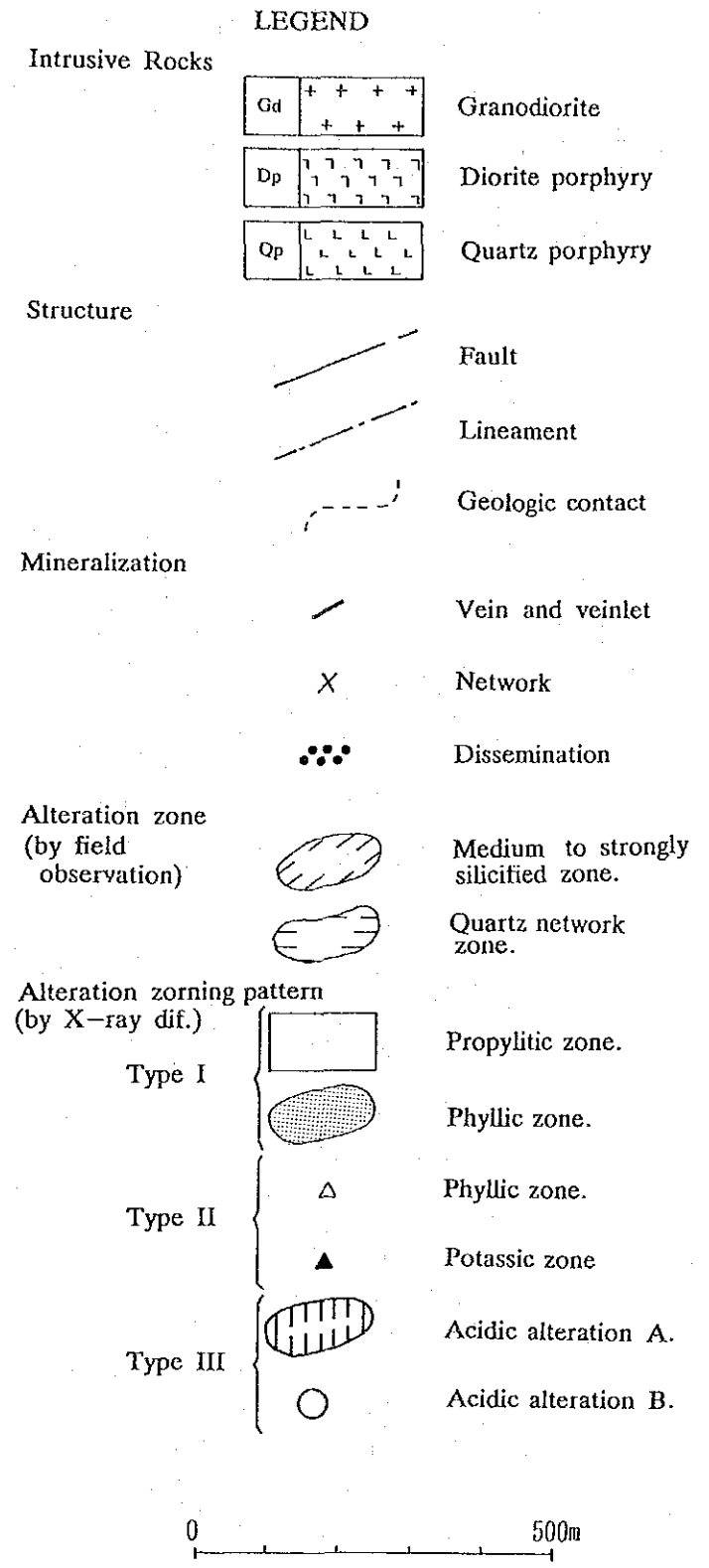
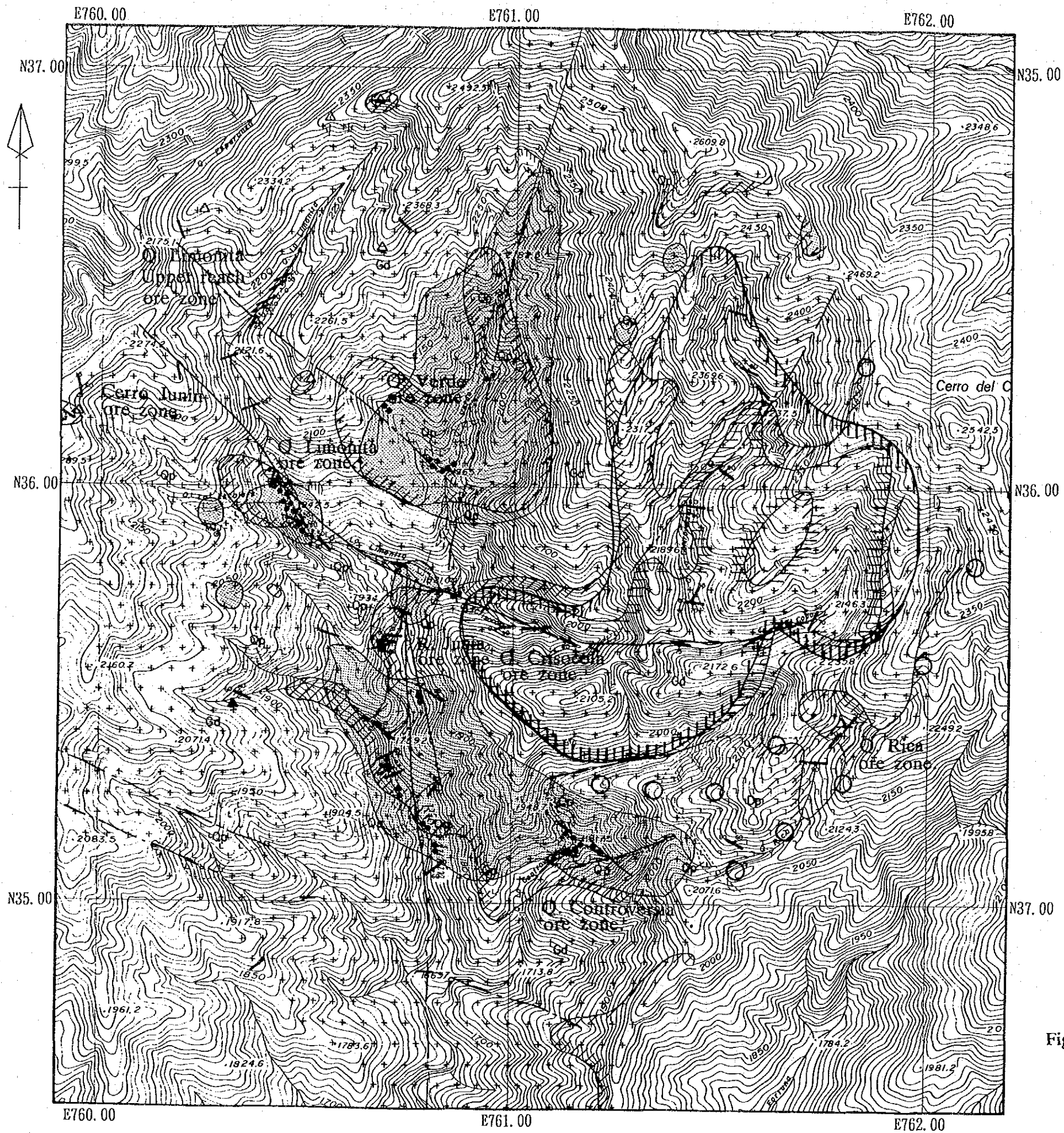


Fig.II-1-1 Mineralized and alteration zone map of the Central zone,Junin area (by JICA/MMAJ:1992)

Tab.II-1-1 Mineral assemblages of each alteration zone, Central zone, Junin area

Zones Minerals	Type I-alteration (Dissem. type)		Type II-alteration (Vein type)		Type III-alteration (Acidic alteration)	
	Propylitic	Phyllic	Phyllic	Potassic	A	B
Quartz						
Montmorillonite	-----					
Sericite/Mont.	-----					
Sericite	-----					
Chlorite			-----			
Epidote						
K-feldspar				-----		
Pyrite			-----			
Kaolinite					-----	
Halloysite					-----	

(by JICA/MMAJ:1992)

Tab.II-1-2 Summary of each mineralized zone, Central zone, Junin area

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

⊙ > ○ > ○ > ○ > • > -

(by JICA/MMAJ:1992)

崖錐堆積物に覆われて明らかではない。タイプⅢを示す鉍化帯は網状の珪孔雀石-石英脈より成り、ゾーンとしての方向性はWNW-ESE系が主体であるが、東端部では3列に分散する。

鉍石鉍物は、赤銅鉍-黒銅鉍、輝銅鉍、自然銅及び珪孔雀石の割合が高い。

母岩の変質は、タイプⅢの珪化（酸性変質）が主体である。

鉍石分析の結果、最高Cu 43.00%（試料 B2159）、平均Cu 30%の鉍石品位であった。

(3) フニン川鉍化帯 (Fig. II-1-2(3))

フニン川鉍化帯は、幅200m、延長500mの範囲に分布し、タイプⅠ、タイプⅡA及びタイプⅡBが重複して認められる。タイプⅡA及びタイプⅡBは、NW-ESE系が主体である。N-S系のリニアメントに対して脈の走向が斜交あるいは直交するので、走向延長は明らかではないが、脈幅1m以上のものが5本発達する。

鉍石鉍物は黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍（2次鉍物）、黄鉄鉍、珪孔雀石及び輝水鉛鉍である。

母岩の変質は、タイプⅠの鉍化帯は肉眼的には中～強珪化帯に包含される。X線回折による変質鉍物の組み合わせは、石英-絹雲母-緑泥石（フィリック帯）である。これにタイプⅡの脈際の珪化が重なっている。

鉍石分析の結果、最高Cu 3.53%（試料 E2076）、平均Cu 1%の鉍石品位であった。

(4) コントロベルシア沢鉍化帯 (Fig. II-1-2(4))

コントロベルシア沢鉍化帯は、150m×200mの範囲に分布し、タイプⅠ、タイプⅡA及びタイプⅡBが重複して認められる。タイプⅡA及びタイプⅡBは、NE-SW系が主体である。脈幅は10～30cm程度である。

鉍石鉍物は黄銅鉍及び黄鉄鉍が主体であり、母岩の変質は珪化が主体である。

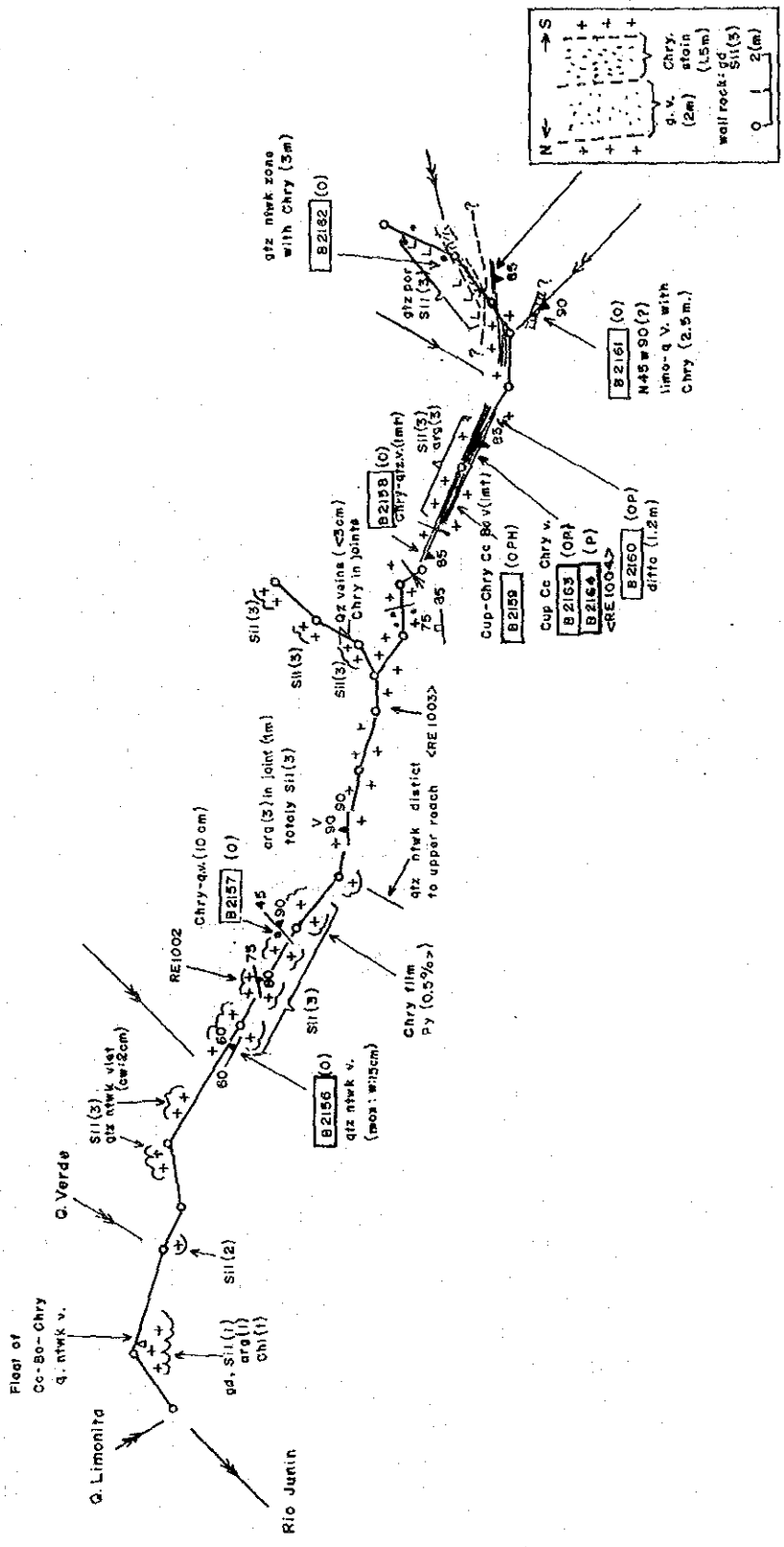
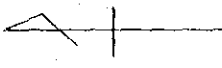
鉍石分析の結果、試料 B2165でCu 6.51%及びAg 18.3 g/tの鉍石品位であった。

(5) リカ沢鉍化帯 (Fig. II-1-2(5))

リカ沢鉍化帯も小規模にタイプⅠ及びタイプⅡBが重複する。鉍石鉍物は黄銅鉍及び黄鉄鉍が主体であり、母岩の変質は珪化が主体である。

鉍石分析の結果、試料 D2126はCu 3.87%の鉍石品位であった。

なお、鉍石試料採取方法に関しては、全試料チャンネル・サンプリングであった。



0 100m

Fig. II-1-2(2) Geological sketch of the Quebrada Crisocola mineralized zone (1:2,500)

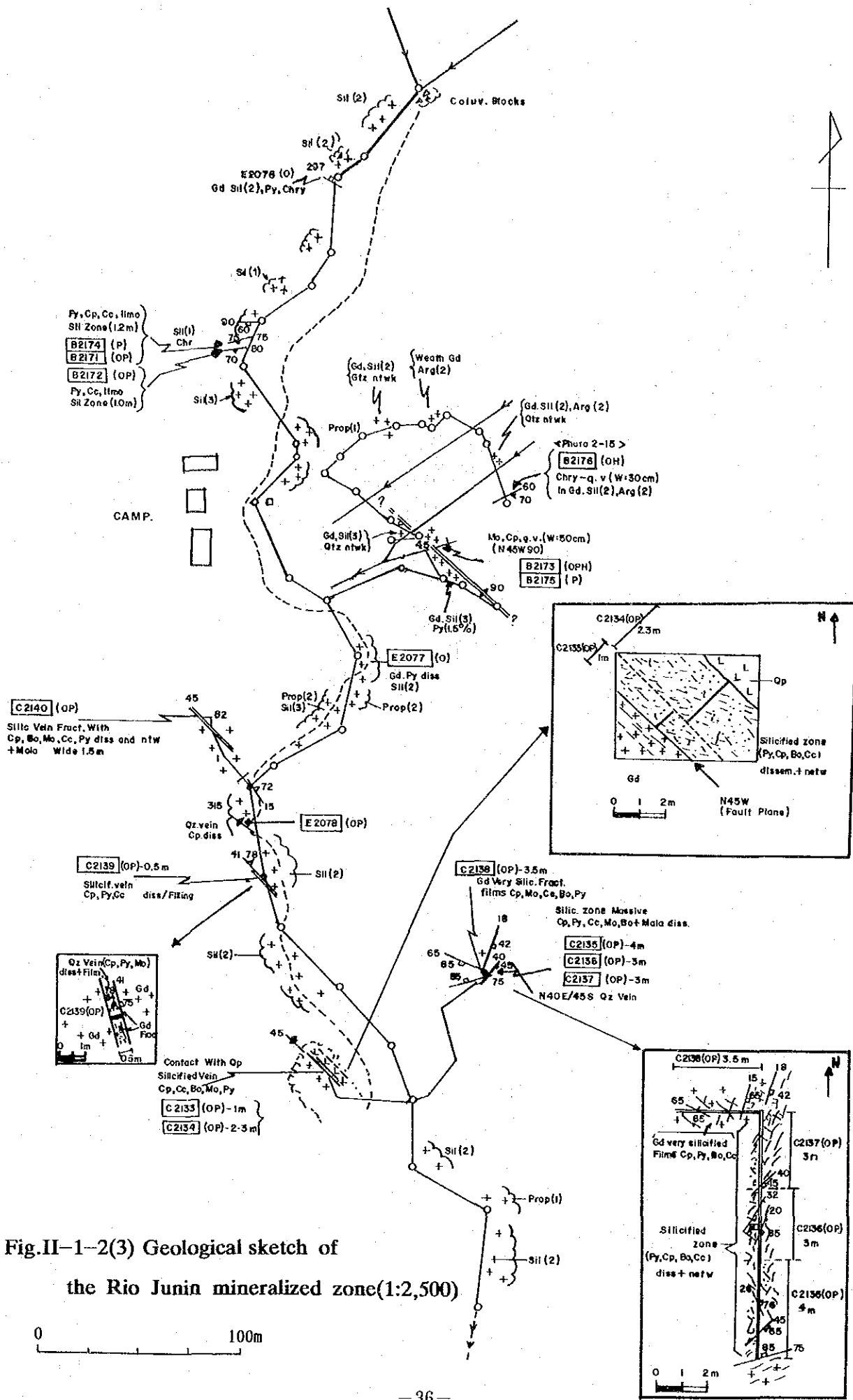


Fig.II-1-2(3) Geological sketch of the Rio Junia mineralized zone(1:2,500)

0 100m

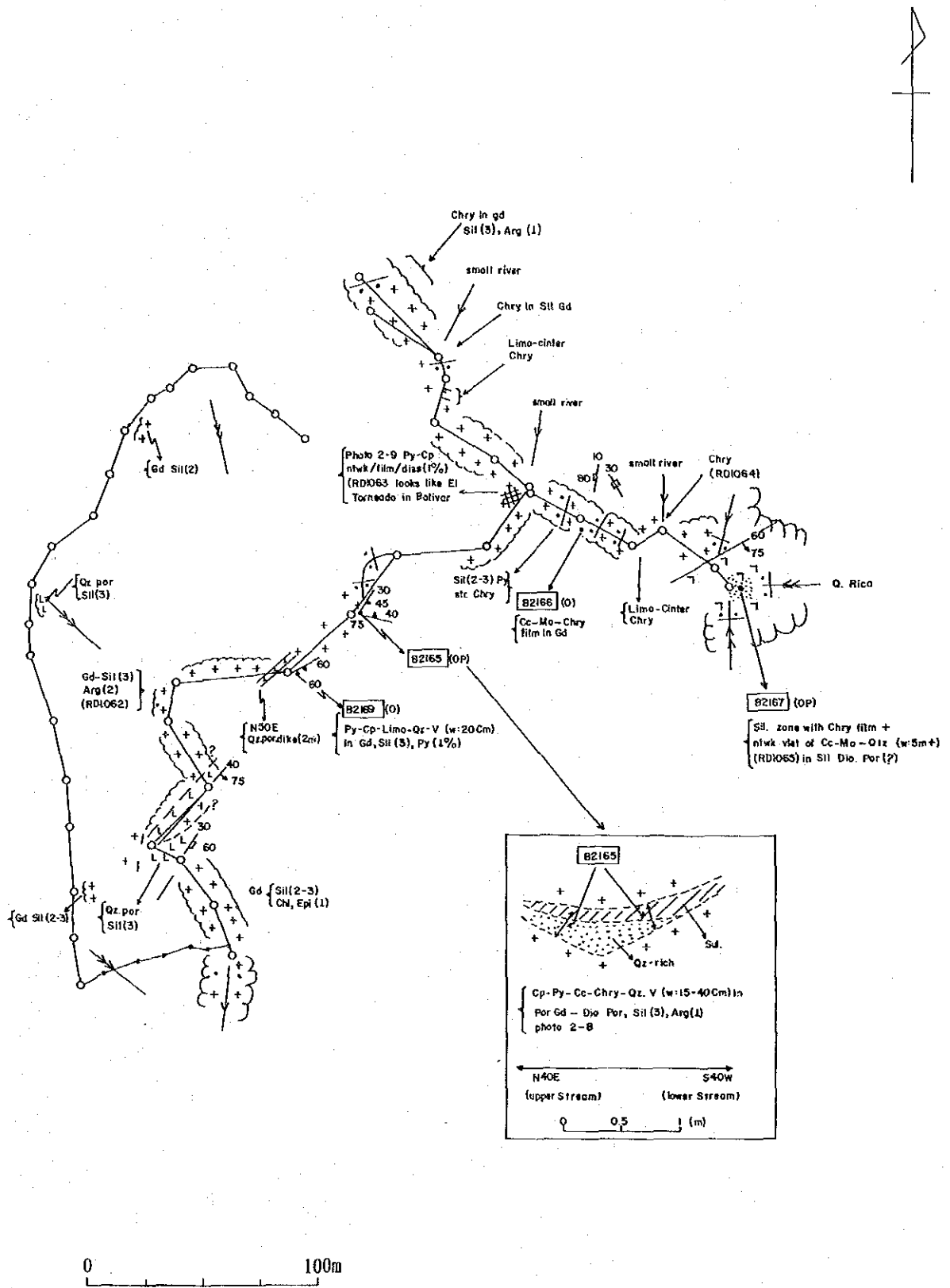


Fig.II-1-2(4) Geological sketch of the Quebrada Controversia mineralized zone(1:2,500)

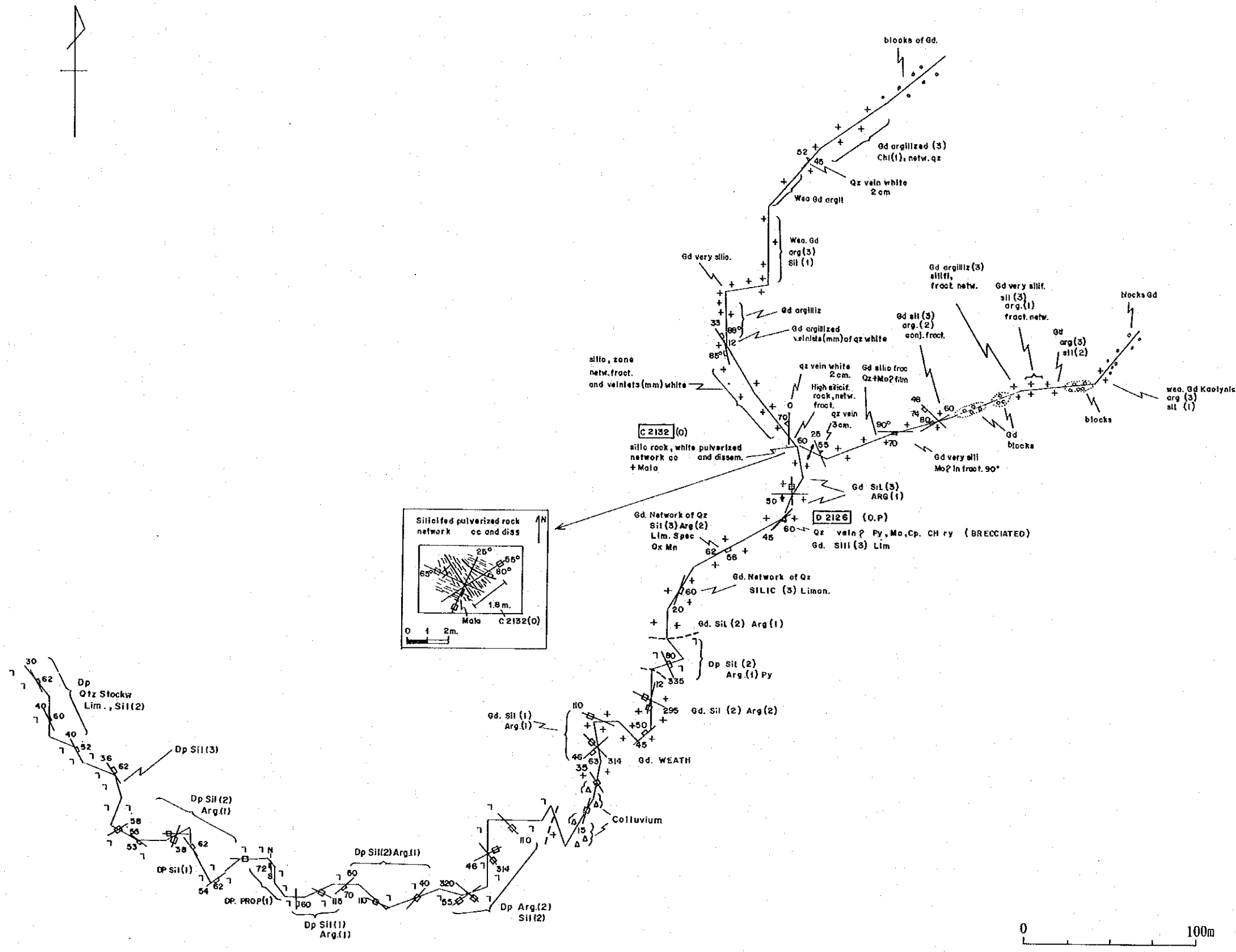


Fig.II-1-2(5) Geological sketch of the Quebrada Rica mineralized zone(1:2,500)

1-2 ボーリング調査

1-2-1 調査目的

ボーリング調査の目的は、フニン地区中央区域において地表露頭に認められる鉱化作用の地下深部への拡がり及び鉱況を確認することである。

1-2-2 調査工事内容

(1) ボーリング位置

本年度のボーリング調査位置は Fig. II-1-3 に示すとおりである。

(2) 工事概要

掘進作業は1992年 7月25日から1992年12月20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。

掘進実績は、Tab. II-1-3, Appendix 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、Magnolia に新たに造成したヘリコプター基地に終結した。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または全面改修して確保した。作業用水は、主として沢より直接採取したが、一部（尾根で実施した試錐）についてはエスカレラ沢上流に貯水ダムを設け揚水ポンプで給水した。

(4) 掘進作業

掘進作業に係わる掘進工程を 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。

鉱石分析用試料は、各鉱化帯について平均的品位が得られる様に連続サンプリングしたものを試料とした。その分析結果は Appendix 9 に示す。

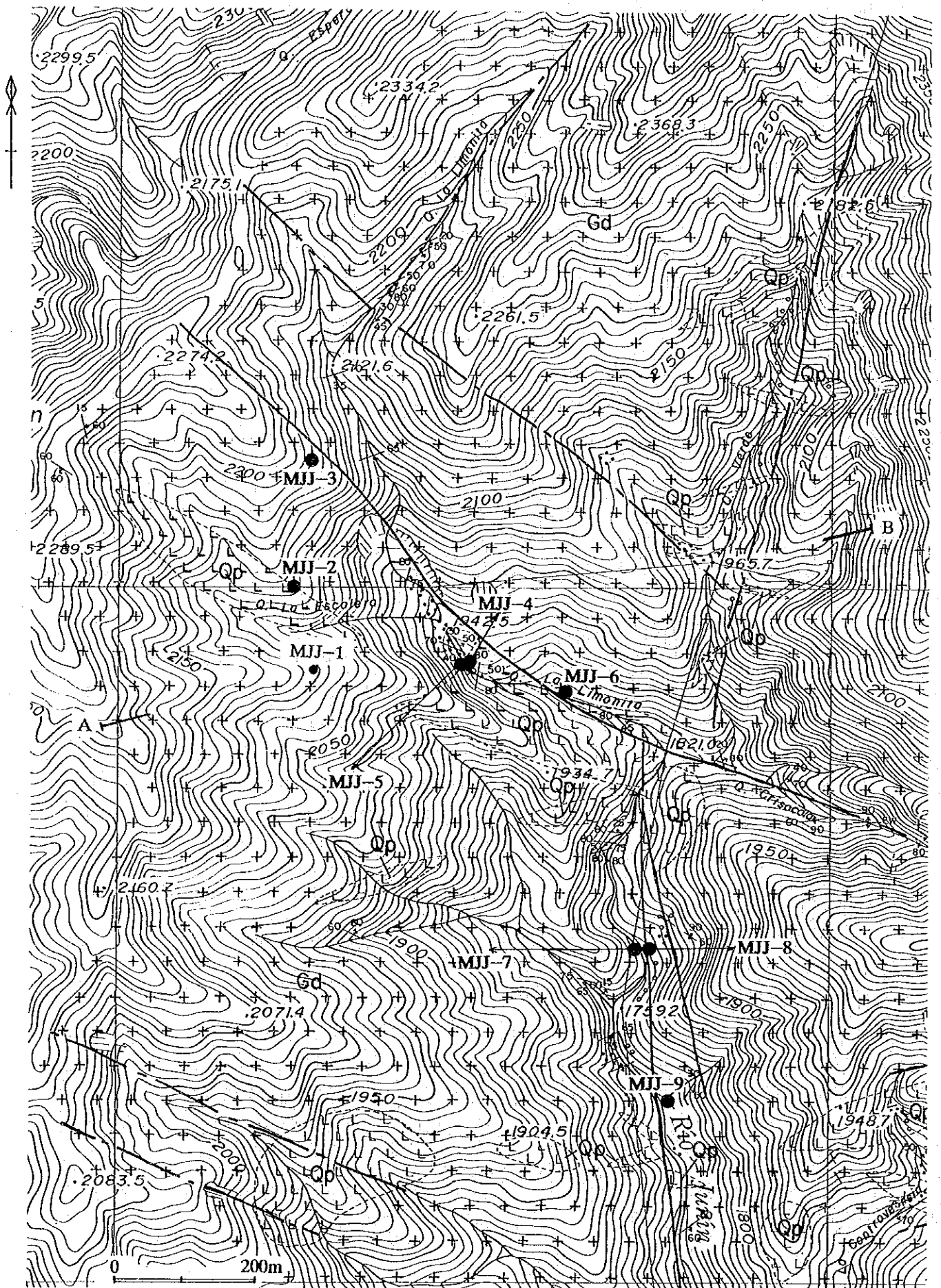


Fig.II-1-3 Location and geologic map of the drill hole MJJ-2 to MJJ-9

Tab.II-1-3 Generalized drilling results

Drill Hole NO	Machine Type	Drilling Period	Drilled Length (m)	Core		Number of Drilling Shift			Drilling speed		Remarks
				Length (m)	Recovery (%)	Drilling	Preparation & Removing	Total	m/shift*	m/shift**	
M J J - 2	L-24	July 25, 1992 ~ Aug. 2, 1992	151.50	144.50	95.38	18	50	68	2.23	8.42	12hrs/shift
M J J - 3	L-24	Aug. 5, 1992 ~ Aug. 23, 1992	150.00	134.40	89.60	38	14	52	2.88	3.95	
M J J - 4	NEPTUNO	Aug. 27, 1992 ~ Oct. 15, 1992	148.80	145.09	97.51	100	94	194	0.77	1.49	
M J J - 5	NEPTUNO	Oct. 24, 1992 ~ Nov. 30, 1992	300.00	297.00	99.00	76	114	190	1.58	3.95	
M J J - 6	L-24	Sep. 10, 1992 ~ Oct. 2, 1992	150.50	148.50	98.67	46	36	82	1.84	3.27	
M J J - 7	NEPTUNO	Nov. 18, 1992 ~ Dec. 20, 1992	300.85	297.85	99.00	66	68	134	2.25	4.56	
M J J - 8	NEPTUNO	Aug. 26, 1992 ~ Nov. 11, 1992	233.45	231.45	99.14	156	94	250	0.93	1.50	
M J J - 9	L-24	Oct. 6, 1992 ~ Oct. 29, 1992	150.00	143.00	95.33	48	170	218	0.69	3.13	

Note * Drilled Length per shift covering total works operated

** Drilled Length per shift covering net drilling operation

1-2-3 調査結果

(1) 各ボーリング孔の調査実績

本年度の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た。

各ボーリング孔の諸元及び調査目的を下表に示す。

孔名	座標	標高 (m)	傾斜 (°)	深度 (m)	目的
MJJ-2	N36.005 E760.251	2,123	-90	151.50	リモニタ沢鉱化帯の北西方向への拡がり確認
MJJ-3	N36.180 E760.271	2,180	-90	151.00	同上
MJJ-4	N35.895 E760.493	1,918	-60	148.80	同上鉱化帯の北東方向への拡がり確認
MJJ-5	N35.890 E760.483	1,918	-45	300.00	同上鉱化帯の南西方向への拡がり確認
MJJ-6	N35.850 E760.631	1,960	-90	150.50	同上鉱化帯の地下深部の鉱況確認
MJJ-7	N35.480 E760.719	1,768	-45	300.85	フニン川鉱化帯の西方向への拡がり確認
MJJ-8	N35.475 E760.754	1,772	-60	233.45	同上鉱化帯の東方向への拡がり確認
MJJ-9	N35.265 E760.773	1,730	-90	150.00	同上鉱化帯の地下深部の鉱況確認

(2) ボーリング孔の地質及び鉱化作用

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。

MJJ-2

0- 5.0 表土 (None Core)

5.00-151.50 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著

MJJ-3

0 - 5.00 表土 (None Core)

5.00- 56.50 花崗閃緑岩 弱黄鉄鉱鉱染 褐鉄鉱化及びカオリン化が認められる。

56.50- 69.80 石英斑岩 弱黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著

69.80-140.70 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著

140.70-150.00 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染 セリサイト化顕著

MJJ-4

0 - 2.05 表土 (None Core)

2.05- 76.60 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。

76.60- 86.00 石英斑岩 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。

86.00-148.80 花崗閃緑岩 強珪化 割目発達 黄銅鉱及び黄鉄鉱鉱染

割目中に黄銅鉱, 黄鉄鉱, 斑銅鉱, 輝水鉛鉱が認められる。

M J J - 5

- 0 - 5.00 表土 (None Core)
- 5.00 - 22.70 花崗閃緑岩 割目発達
割目中に斑銅鉱、黄銅鉱及び黄鉄鉱が認められる。
- 22.70 - 132.20 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染
- 132.20 - 220.10 花崗閃緑岩 割目発達 割目中に黄鉄鉱、及び黄銅鉱が認められる。
- 220.10 - 230.00 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染 割目は主として緑泥石で充填される。
- 230.00 - 273.90 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染 割目は主として緑泥石で充填される。
- 273.90 - 300.00 石英斑岩 割目は主として緑泥石で充填される。

M J J - 6

- 0 - 2.00 表土 (None Core)
- 2.00 - 110.00 花崗閃緑岩 強珪化 割目発達 黄銅鉱及び黄鉄鉱鉱染
割目中に黄銅鉱、黄鉄鉱、斑銅鉱、輝水鉛鉱が認められる。
- 110.00 - 135.00 石英斑岩 黄鉄鉱鉱染
割目中に黄鉄鉱、黄銅鉱及び(輝水鉛鉱)が認められる。
- 135.00 - 144.00 花崗閃緑岩
- 144.00 - 150.50 石英斑岩

M J J - 7

- 0 - 3.00 表土 (None Core)
- 3.00 - 131.60 花崗閃緑岩 黄鉄鉱、黄銅鉱鉱染及び緑泥石細脈
- 131.60 - 142.40 黒色玄武岩岩脈 (?)
- 142.40 - 282.80 花崗閃緑岩 黄鉄鉱鉱染
割目中に黄鉄鉱、黄銅鉱及び(輝水鉛鉱)が認められる。
- 282.80 - 300.85 石英斑岩 緑泥石及び緑レン石

M J J - 8

- 0 - 2.00 表土 (None Core)
- 2.00 - 158.80 花崗閃緑岩 珪化 割目発達
割目中に斑銅鉱、黄銅鉱、及び輝水鉛鉱が認められる。
- 158.80 - 176.60 石英斑岩 強珪化 割目発達
割目中に黄銅鉱、輝水鉛鉱及び(斑銅鉱)が認められる。
- 176.60 - 206.60 花崗閃緑岩 珪化 割目発達
斑銅鉱、黄銅鉱及び黄鉄鉱がフィルムまたは鉱染状に認められる。
- 206.60 - 233.45 石英斑岩 強珪化 割目発達
斑銅鉱、黄銅鉱及び黄鉄鉱がフィルムまたは鉱染状に認められる。

M J J - 9

- 0 - 10/00 表土 (None Core)
- 10.00 - 40.50 花崗閃緑岩 黄鉄鉱及び黄銅鉱鉱染
割目中に斑銅鉱、黄銅鉱、及び輝水鉛鉱が認められる。

- 40.50-43.70 石英斑岩 黄鉄鉱及び黄銅鉱鉱染
 43.70-112.80 花崗閃緑岩 黄鉄鉱及び黄銅鉱鉱染
 割目中に斑銅鉱, 黄銅鉱, 及び輝水鉛鉱が認められる。
 112.80-119.50 石英斑岩 黄鉄鉱及び黄銅鉱鉱染
 割目中に黄鉄鉱, 黄銅鉱, 及び輝水鉛鉱が認められる。
 119.50-126.70 淡緑色花崗閃緑岩
 126.70-130.40 暗灰色石英斑岩
 130.40-150.00 花崗閃緑岩 黄鉄鉱及び黄銅鉱鉱染
 割目中に黄鉄鉱, 黄銅鉱, 及び輝水鉛鉱が認められる。

ボーリング孔の地質と地表地質の関係を Fig. II-1-4(1)から(4)に示す。同図から、鉱化部は石英斑岩のストックまたは岩脈の周辺ないしは断層周辺で優勢になる傾向を示していることが窺える。

リモニタ沢鉱化帯に対しては、同鉱化帯の北東方(MJJ-4)、西方(MJJ-2, 3及び5)及び深部(MJJ-6)への拡がりを探査した。

その結果、北東方向(MJJ-4孔)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、その割目中に、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。

一方、リモニタ沢鉱化帯西方の探鉱については、昨年度ボーリング調査(MJJ-1)の補足も兼ねて、MJJ-1孔の北側を対象としてMJJ-2及び3を実施した。更に、同鉱化帯南西方及びその下部を対象としてMJJ-5を実施した。MJJ-2及び3孔では地下浅部(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/黄鉄鉱の比率が増加するのは更に下部となる。MJJ-5では、鉱石品位Cu 0.1~3.7%の良好な鉱化部も認められたが、総じて割目発達の少ない石英斑岩の貫入岩体が広く分布していることが明らかとなった。

リモニタ沢鉱化帯の深部探査(MJJ-6)では地表より孔底までほぼ一様な鉱化変質が認められ、室内試験の結果フィリック変質帯に対比された(Appendix 1, 2及び3)。鉱石品位は深度4mから150mまでの平均Cu 0.167%を示した。

フニン川鉱化帯に対しても東方(MJJ-8)、西方(MJJ-7)、及び深部(MJJ-9)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。

また、同鉱化帯西方への拡がりについてもMJJ-7孔で約200mの連続が確認された。しかし、鉱化部は孔底付近に出現したストック状の石英斑岩により境されている。この石英斑岩岩体(ストック)では割目が発達しておらず、鉱石鉱物は殆ど認められなくなる。