

江分下... 會... 自...

...

...

...

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 1 年 次

JICA LIBRARY



1098581(0)

23871

平成 4 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

23871

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年次とする初年次にあたり、金属鉱業事業団は8名の調査団を編成して平成3年9月23日から平成4年1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ものである。

平成4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 福原 元一

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に取り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1年次にあたる。

本年次調査の範囲は、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、同地区・周辺区域、コジャッヘ地区及びプルラワ地区からなる (Fig. I-1-1)。

フニン地区・中央区域 (4 km²) では地質調査・岩石地化学探査 (Total-Cu, Soluble-Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Mo) の精査及びボーリング調査 (150m, 1孔) を実施し、同地区・周辺区域 (35km²) では地質調査・河川堆積物地化学探査 (Cu, Pb, Zn) の準精査を実施し、コジャッヘ地区 (34km²) 及びプルラワ地区 (90km²) では地質概査を実施した (Table I-1-1)。

地質調査・地化学探査の目的は、鉍化作用と地質構造及び火成活動等の関係を解明し、本調査結果と既存の地化学探査資料とを総合的に考察し、鉍化帯の分布特徴を明らかにすることにより、更に有望な鉍徴地を抽出すること、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鉍化作用の周辺地下深部への拡がり及び鉍況を確認することであった。

(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 (Fig. II-1-1, Fig. II-2-1)。また、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

本地区中央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種類に分類される (Tab. I-4-1, Fig. II-1-3, Tab. II-1-3, Tab. II-1-12)。

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。

(3) 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したものと考えられる。

(4) フニン地区・周辺地区の鉍化変質作用 (Fig. II-2-3)

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、Cu 20.97%, Zn 0.28%, Au 0.6g/t Ag 784.0g/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 が認められる。タイプⅠ にはフィリック変質帯を伴い、Cu 2.68%~0.33%, Ag 8.3g/t~1.1g/t 及び Mo 0.09% 以下の、タイプⅡ A は Cu 1.26%~0.37%, Au 0.2g/t 以下及び Ag 3.5g/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 が認められる。

(5) 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は、変質分帯及び鉍化帯の分布と非常に良く一致した (Fig. II-1-7, Fig. II-1-8)。すなわち、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 (Fig. II-2-6)。

(6) 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及び閃緑斑岩、並びに岩脈状の石英斑岩からなる (Fig. II-3-1)。

コジャッヘ地区では、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なる鉍化帯（フニン地区のタイプⅡ に相当）のほか、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・ミゲル沢沿いの鉍染状鉍からなる鉍化帯（フニン地区のタイプⅠ に相当）が確認された (Fig. II-3-3)。

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 Cu 1.66%, Ag 5.2g/t 及び Mo 0.11% 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、Ag36.5 g/t及びMo0.03%の鉍石品位であった。

(7) プルラワ地区

本地区の地質は、下位より白亜紀のマクチ層（主として安山岩質の粗粒凝灰岩）及びユンギイジャ層（主として泥岩）と、これらを不整合に覆って第四紀の崖錐性堆積物、プルラワ火山噴出物、泥流堆積物及び降下火砕堆積物からなる（Fig. Ⅱ-4-1）。

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トソン酸性変質帯の2か所があげられる（Fig. Ⅱ-4-5）。

タナチ鉍床は北西部に位置し、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。ズリの鉍石品位はCu3.99%~0.57%、Pb9.34%~0.06%、Zn24.8%~0.08%、Au1.7g/t~0.3g/t、Ag182.5g/t~52.3 g/tであった。

レベントソン酸性変質帯は中央部に位置し、鉍石品位は全て検出限界値以下であった。

フニン地区及びコジャッヘ地区は、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、以下のことを提言する。

(1) フニン地区・中央区域 (Fig. 2-1)

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・コントロベルシア沢・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 (Fig. 2-2)

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 (Fig. 2-3)

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、マグダレナ鉍化帯に対して物理探査（IP法電気探査）を実施する。

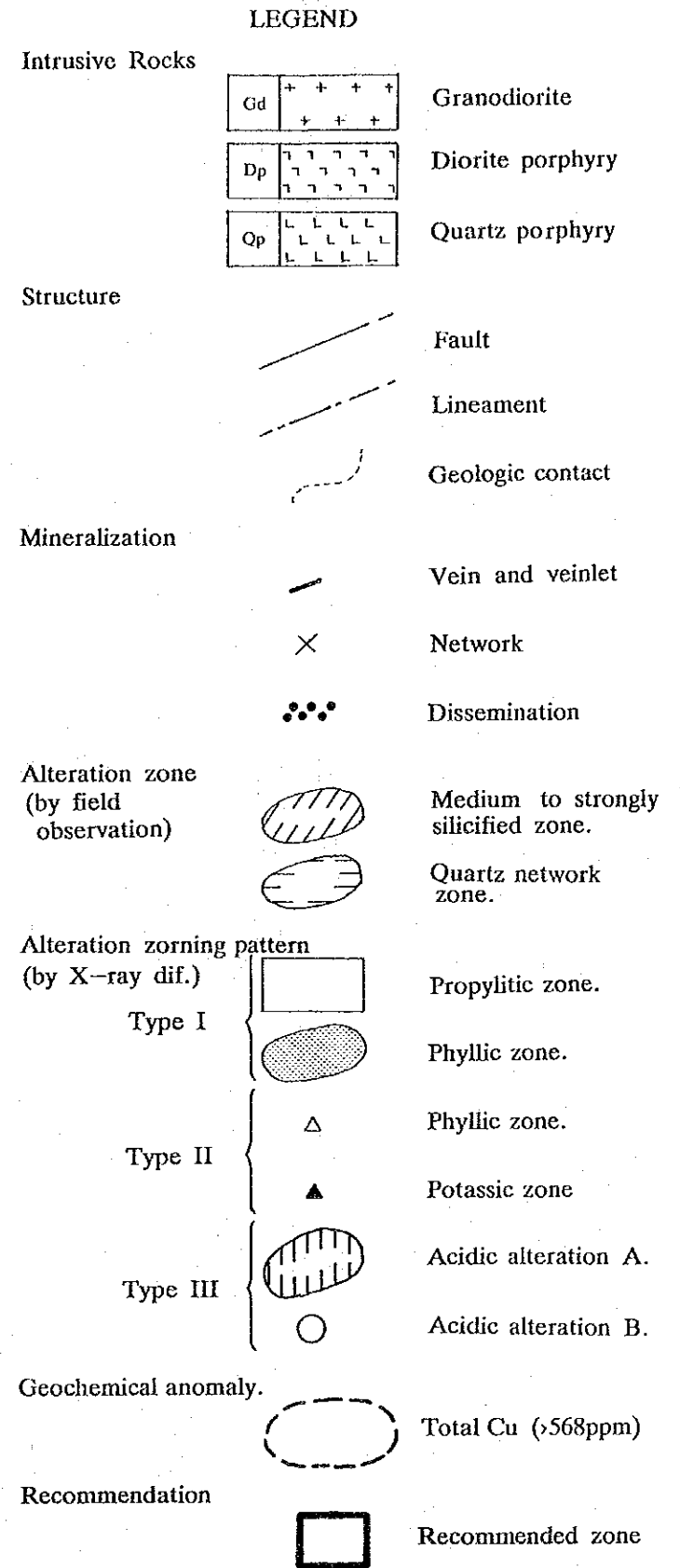
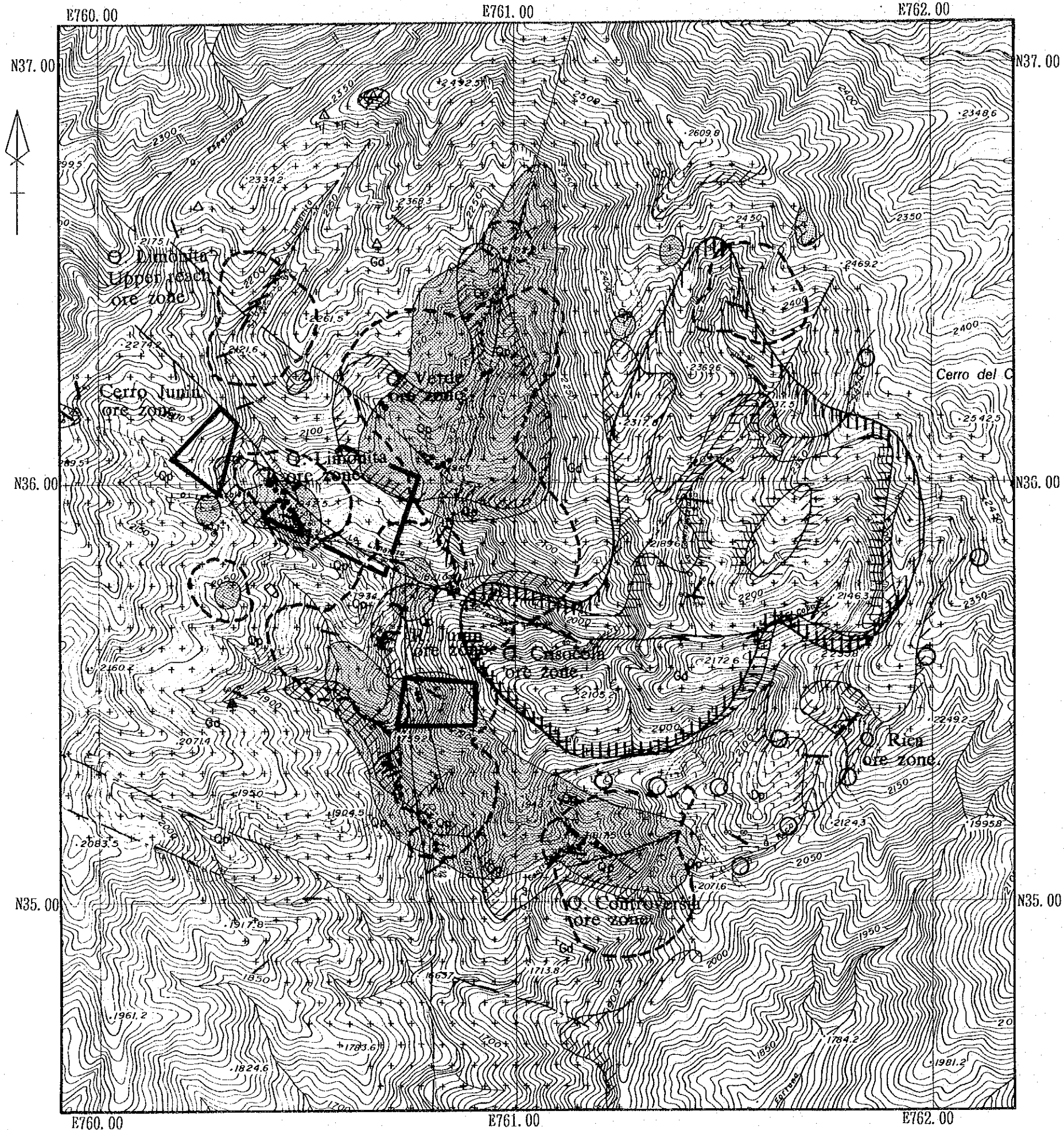
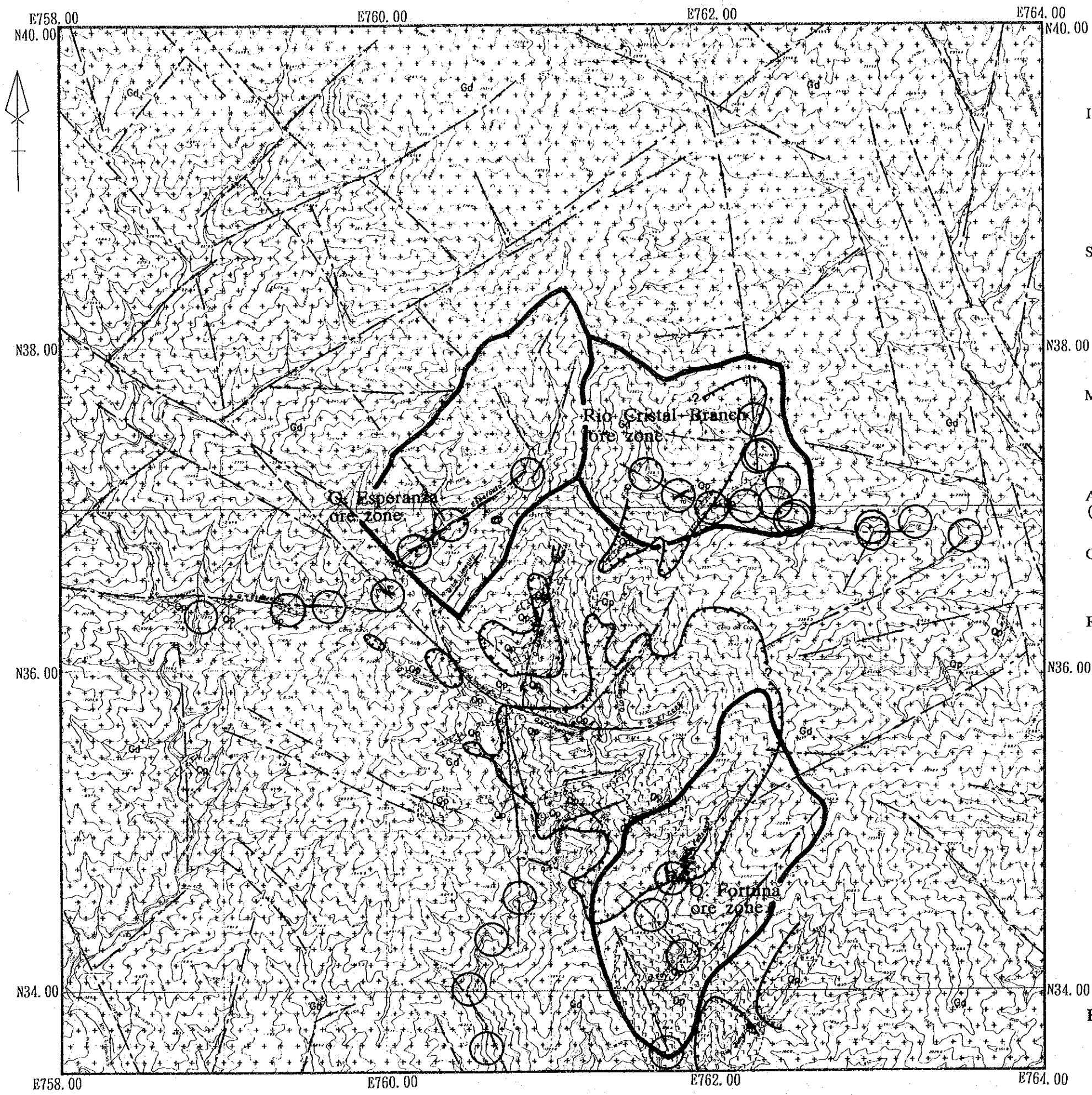


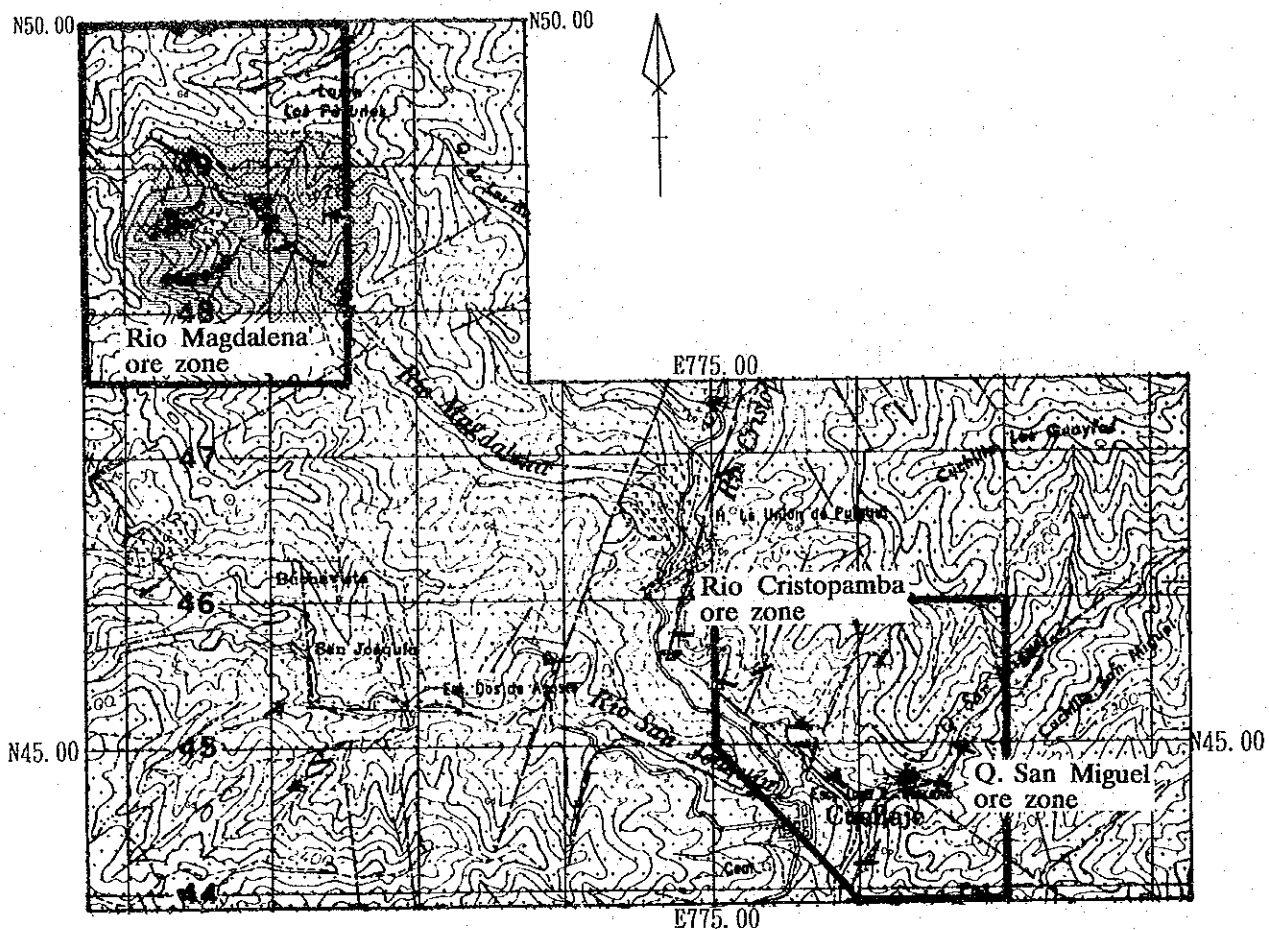
Fig.2-1 Survey results and recommendation for further survey (Central zone, Junin area)



LEGEND

Intrusive Rocks	
Gd	++++ ++++
Dp	
Qp	
Structure	
	— — — — —
	- - - - -
	~~~~~
<b>Mineralization</b>	
	—
	•••••
<b>Alteration zone (by field observation)</b>	
	⌋
<b>Geochemical anomaly</b>	
	○
<b>Recommendation</b>	
	⬠

Fig.2-2 Survey results and recommendation for further survey (Surrounding zone,Junin area)



LEGEND

Terrace Deposit	t	Gravel, sand and mud.	Mineralization	-	Vein and veinlet
Intrusive Rocks	Gd	Granodiorite		•••	Dissemination
	Dp	Diorite porphyry	Alteration zoning pattern		
	Ap	Andesite porphyry	Type I	[Pattern]	Potassic zone
	Qp	Quartz porphyry		[Pattern]	Phyllic zone.
Structure				[Pattern]	Propylitic zone.
		Lineament	Type II	△	Phyllic zone.
		Geologic contact		▲	Propylitic zone.
			Recommendation	[Box]	Recommended zone

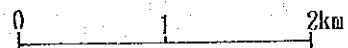


Fig.2-3 Survey results and recommendation for further survey (Cuellaje area)

# 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 調査の経緯及び目的	1
1-2 第 1 年次調査の範囲, 目的及び作業の概要	1
1-3 調査団の編成	5
1-4 調査期間	6
第 2 章 調査地域の地理	7
2-1 位置及び交通	7
2-2 地形及び水系	7
2-3 気候及び植生	8
第 3 章 調査地域の既存地質情報	9
3-1 既往調査の概要	9
3-2 調査地域の地質的位置づけ	10
3-3 調査地域の鉱業略史	13
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 鉱化作用の特性と鉱化規制について	16
4-3 地化学異常と鉱化作用との関係について	25
4-4 期待鉱床賦存のポテンシャルについて	26
第 5 章 結論及び提言	27
5-1 結 論	27
5-2 第 2 年次調査への提言	29

## 第Ⅱ部 各 論

第1章	フニン地区・中央区域	31
1-1	地質調査	31
1-1-1	調査目的及び方法	31
1-1-2	地質及び地質構造	31
1-1-3	鉱化作用及び変質作用	40
1-2	地化学探査	46
1-2-1	探査目的	46
1-2-2	探査方法	46
1-2-3	探査結果	47
1-3	ボーリング調査	77
1-3-1	調査目的	77
1-3-2	調査工事内容	77
1-3-3	調査結果	84
1-4	考 察	87
第2章	フニン地区・周辺区域	89
2-1	地質調査	89
2-1-1	調査目的及び方法	89
2-1-2	地質及び地質構造	89
2-1-3	鉱化作用及び変質作用	94
2-2	地化学探査	98
2-2-1	探査目的	98
2-2-2	探査方法	98
2-2-3	探査結果	99
2-3	考 察	104
第3章	コジャツヘ地区	111
3-1	地質調査	111
3-1-1	調査目的及び方法	111
3-1-2	地質及び地質構造	111
3-1-3	鉱化作用及び変質作用	115
3-2	考 察	117

第4章 プルラウワ地区	119
4-1 地質調査	119
4-1-1 調査目的及び方法	119
4-1-2 地質	119
4-1-3 地質構造	128
4-1-4 鉍化作用及び変質作用	130
4-2 考察	135

### 第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結論	137
第2章 第2年次調査への提言	139
参考文献	141
図表一覧	143
付録	

# 第 I 部 総 論







## 第1章 序 論

### 1-1 調査の経緯及び目的

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)。本地域及び周辺地域は、地質鉱山総局 (DGGM*) によって、1981~1982年にNorthwesternプロジェクトとして面積約 8,100km² を対象として実施され、幾つかの有望なポーフィリーカッパー及びモリブデン鉱化帯が提言された。しかし当時、当国では石油開発に重点が置かれていたことや、逼迫した経済状況から、若干の精査がなされたフニン地区を除くとその後のフォローができないまま放置されていた。

一方、1988~1991年にエクアドル共和国中部のポリバール地域において、エクアドル鉱業庁 (INEMIN**) を相手方として、資源開発協力基礎調査が実施された。

このような状況から、エクアドル政府は国家経済再建のために輸出の振興を図るべく、金属資源の開発を重点課題として取り上げ、日本国政府にフニン地域の資源開発協力基礎調査実施の要請書を1990年に提出している。日本国政府はこの要請に応じて、国際協力事業団 (JICA) 及び金属鉱業事業団 (MMAJ) のミッションを1991年 7月14~29日にエクアドルに派遣し、同 7月19日エネルギー鉱山省との間でフニン地域の資源開発協力基礎調査の作業協定 (SCOPE OF WORK) を結んだ。

本調査の目的は、エクアドル共和国フニン地域において地質状況を解明することにより、鉱床賦存状況を把握することにある。

### 1-2 第1年次調査の範囲、目的及び作業の概要

本年次調査の範囲は、エクアドル側の過去の調査により抽出されたフニン (Funin) 地区中央区域、同地区周辺区域、コジャッヘ (Cuellaje) 地区及びプルラワ (Pululahua)地区からなる (Fig.I-1-1)。

フニン地区中央区域では地質調査・岩石地化学探査の精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調査・河川堆積物地化学探査の準精査を実施し、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 (Table I-1-1)。

地質調査・地化学探査の目的は、鉱化作用と地質構造及び火成活動等の関係を解明し、本

---

* DGGM (Direccion General de Geologia y Minas: 地質鉱山総局, INEMINの前身)

** INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería: エクアドル鉱業庁, CODIGEM***の前身)

*** CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera y Metalúrgica: 地質鉱物冶金調査開発公社, 1991年発足)

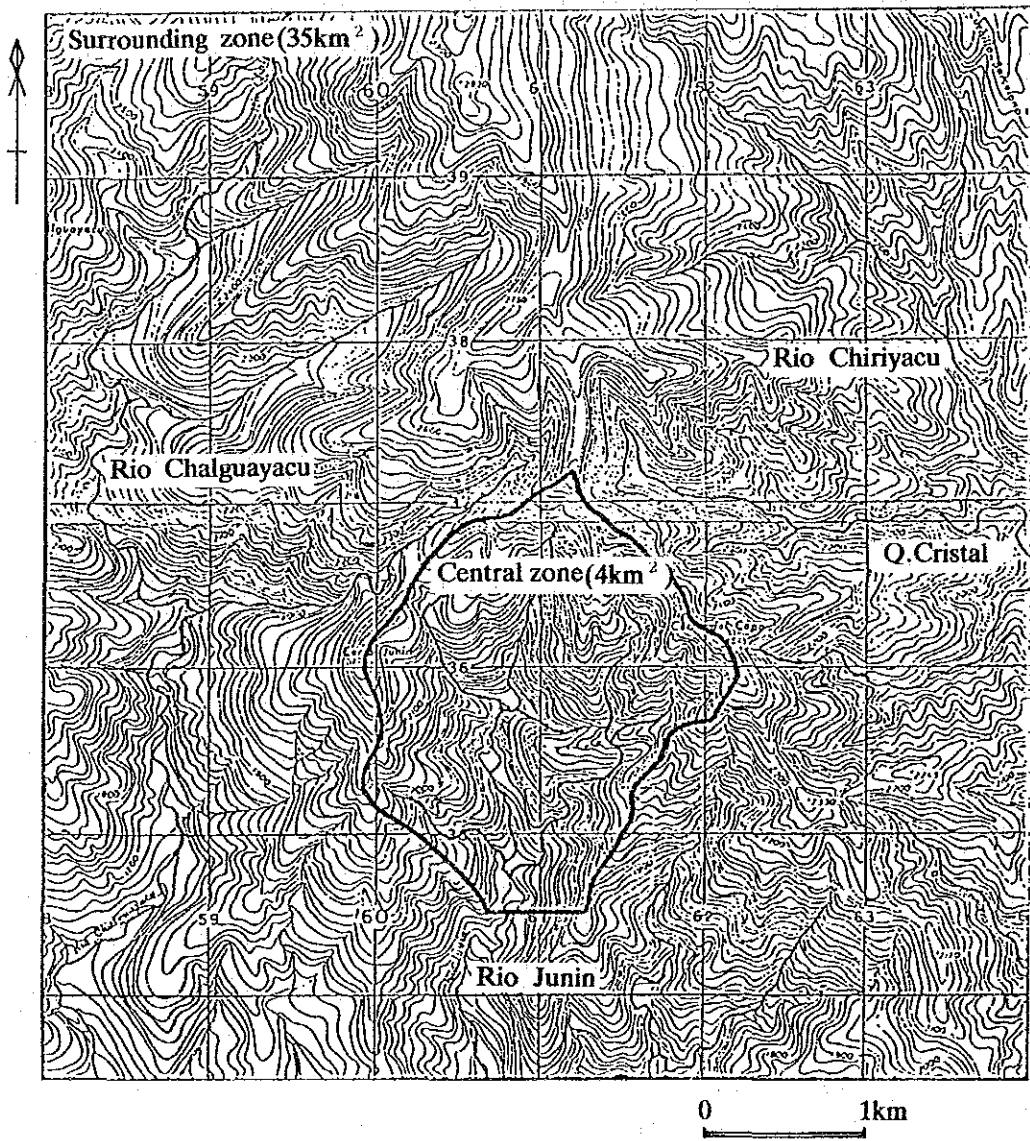


Fig.I-1-1(1) Location of the survey area(Junin area)

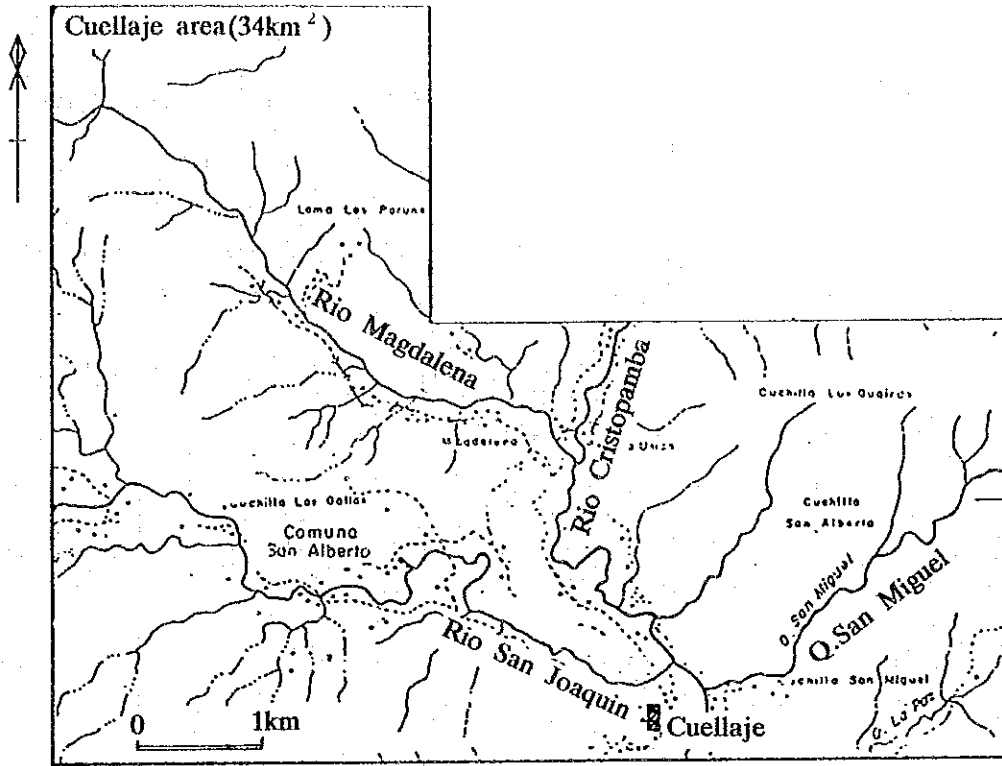


Fig.I-1-1(2) Location of the survey area(Cuellaje area)

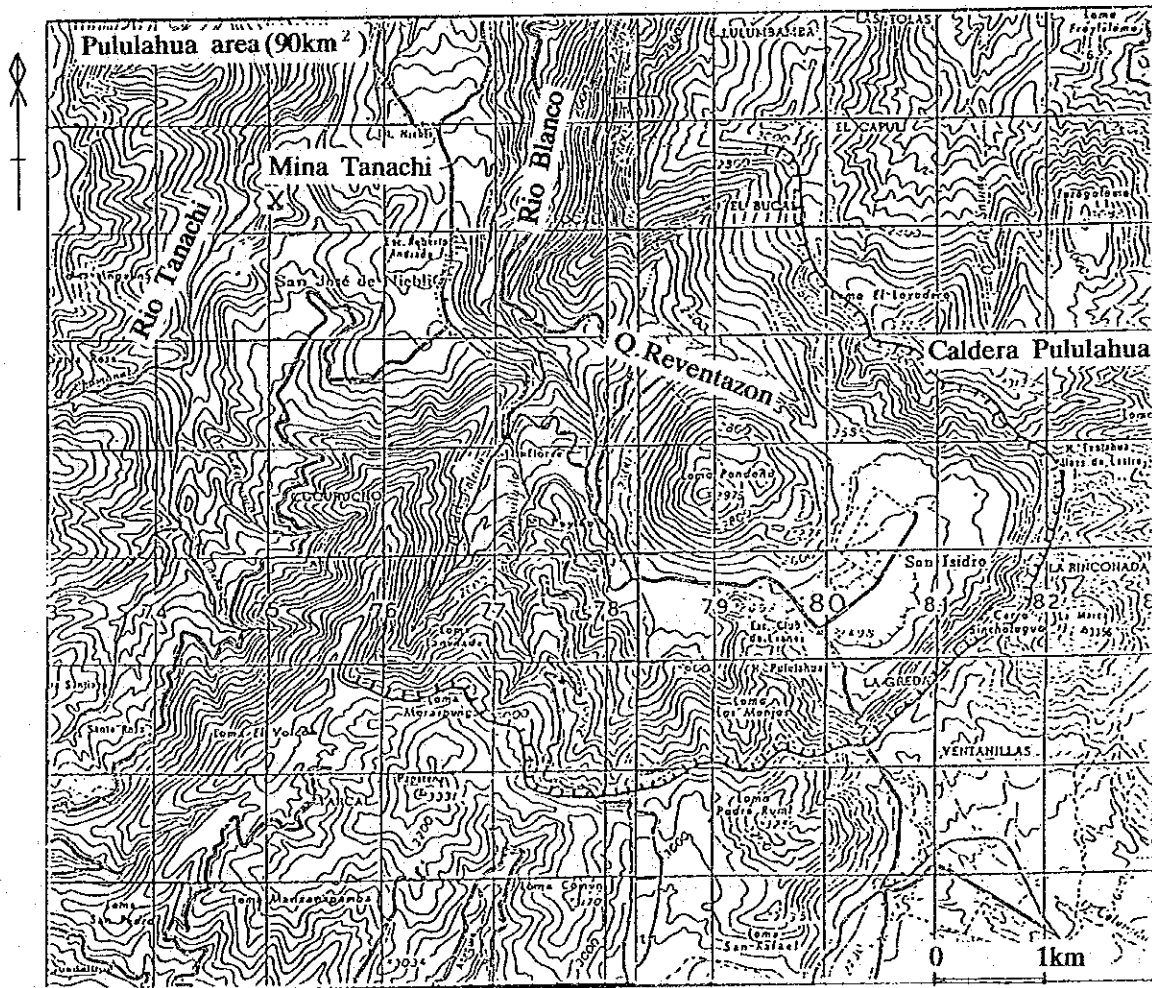


Fig.I-1-1(3) Location of the survey area(Pululahua area)

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.detail survey Rock geochemistry (current survey)	4km ²	19.2km	304 pcs	150m x 1h
Surrounding zone, Junin	Geol.semi-detail surv Stream sediment geochemistry (current survey)	35km ²	48.0km	160 pcs	---
Cuellaje	Geol.reconnaissance survey (current survey)	34km ²	42.0km	---	---
Pululahua	Geol.reconnaissance survey (current survey)	90km ²	70.0km	---	---

Area	Items and contents of laboratory work	Amounts (current survey)	
		Geological and Geochemical Survey	Drilling Survey
Central zone, Junin	Thin section	6	3
	Polished section	11	5
	Whole rock analysis	3	
	Ore analysis	52	62
	Rock geochem.analysis	252	
	@Rock geochem.analysis	52	
	X-ray diffraction	150	60
	K-Ar dating	1	
Surrounding zone, Junin	EPMA	3	2
	Thin section	6	
	Polished section	5	
	Whole rock analysis	7	
	Ore analysis	21	
	Strm.geochem.analysis	160	
Cuellaje, pululahua (reconnaissance)	X-ray diffraction	20	
	K-Ar dating	3	
	Thin section	6+6=12	
	Polished section	5+5=10	
	Whole rock analysis	6+4=10	
	Ore analysis	33+9=42	
X-ray diffraction	24+8=32		
K-Ar dating	4+2= 6		

Remarks:@; T-Cu, So-Cu

Current survey amounts in reconnaissance survey areas show those of Cuellaje area with left side and Pululahua right.

調査結果と既存の地化学探査資料とを総合的に考察し、鉍化帯の分布特徴を明らかにすることにより、更に有望な鉍徴地を抽出することであった。

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鉍化作用の周辺地下深部への拡がり及び鉍況を確認することであった。

### 1-3 調査団の編成

調査計画及び折衝と、現地調査に参加した団員は以下のとおりである。

Tab. I-1-2 Member list of project administration

日本側		エクアドル側	
横川勝美	金属鉍業事業団	Nunez del Arco	エネルギー鉍山省
桜井繁樹	通商産業省	Edgar Lopez	CODIGEM
目次英哉	金属鉍業事業団	Wilson Santamaria	CODIGEM
前島正道	国際協力事業団	Jorge Guzman	CODIGEM
高本宏介	金属鉍業事業団	Luis Quevedo	CODIGEM

Tab. I-1-3 Member list of survey team

日本側			エクアドル側		
日下 浩	団長, 地質・地化探	大手開発(株)	Wilson Santamaria	地質・地化探	CODIGEM
門馬忠彦	地質・地化探	大手開発(株)	Luis Quevedo	地質・地化探	CODIGEM
池田則生	地質・地化探	大手開発(株)	Jorge Barragan	地質・地化探	CODIGEM
後藤 求	地質・地化探	大手開発(株)	Carlos Ortiz	地質・地化探	CODIGEM
村上敏雄	地質・地化探	大手開発(株)	Luis Gaona	地質・地化探	CODIGEM
安保 司	ボーリング調査	大手開発(株)	Ricardo Rosales	地質・地化探	CODIGEM
小館善蔵	ボーリング調査	大手開発(株)	Lauresno Saltos	地質・地化探	CODIGEM
水戸 寛	ボーリング調査	大手開発(株)	Roland Toro	地質・地化探	CODIGEM
			Luis de La Torre	ボーリング	CODIGEM
			Alfonso Vaca	ボーリング	CODIGEM
			Patricio Colon	ボーリング	CODIGEM

#### 1-4 調査期間

##### 調査計画及び折衝

平成 3年 7月14日～平成 3年 7月29日

##### 現地調査

地質調査・地化学探査：平成 3年 9月23日～平成 3年12月19日

ボーリング調査：平成 3年11月 5日～平成 4年 1月 8日

##### 報告書作成

平成 3年12月20日～平成 4年 2月28日



## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置及び交通

フニン地域は、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、コジャッヘ地区及びプルラワ地区の3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に分割され、面積はそれぞれ4 km²、35 km²である。コジャッヘ地区及びプルラワ地区は、面積それぞれ34 km²及び90 km²である (Table I-1-1)。

調査の拠点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時間を要し、さらにナングルビより車道の終点・フニン地区への入口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までは、7 km、馬で3.5時間 (乾季) を要する。更に、同キャンプからフニン地区周辺区域の北西部移動キャンプまで徒歩3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東部バルセロナ (Barcelona) までと、コジャッヘ地区までは、未舗装道路でそれぞれ20 km, 1時間15分及び17 km, 40分かかる。

プルラワ地区のカラカリ (Calacali) までは、キトから舗装道路で30 km, 40分で到達する。

### 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、コジャッヘ地区は標高1,800~2,600m間に、そしてプルラワ地区は標高1,500~3,400m間に分布する。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3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の上流の支流に3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。地域南東部のプルラワ地区は3調査地区の中で最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 調査地域の既存地質情報

#### 3-1 既往調査の概要

地質鉱山総局は、1981～1982年にNorthwestern Projectにより、本地域を含む約 8,100km²の広域河川堆積物地化学探査を実施した。その結果、フニン川下流部において2,500ppmの銅の異常を検出した。

その後、地質鉱山総局は1984～1985年にベルギーとの協力調査としてフニン川上流部の地質調査・地化学探査の準精査及び精査並びに物理探査を実施した。(MRNE/DGGM, 1985)。その概略は下記の通りである。

河川堆積物、重鉱物、岩石及び土壌地化学探査の準精査では、河川堆積物試料 113個が採取され、Cu, As, Ag, Sb, Bi, Pb, Zn, Ni, Co, Mo, Sn, Wの化学分析及び解析結果より、地化学異常帯 (Cu 1,000-36,000ppm, Mo 7,000ppm, As 300-1,700ppm, W 200-655 ppm) が数箇所抽出された。また岩石試料38個、土壌試料 458個が採取され、Cu, Pb, Zn, Mo, Ag, As, W, Snの化学分析及び解析結果より、地化学異常帯 (岩石試料Cu3,000-603,300ppm, 土壌試料Cu180ppm) が抽出された。以上を総合して、17.5km²の有望な範囲が抽出された。

この17.5km²の有望範囲の中から4km²の調査範囲が設定され、地質調査及び岩石地化学探査の精査並びに物理探査が実施された。その結果、ポーフィリー銅型鉱床の賦存が予想され、リモニタ沢のボーリング調査と、ベルデ沢～コントロベルシア沢間の坑道探鉱及びボーリング調査が提言された。

さらに、フォローアップ調査により鉱化帯8か所に対して、18本、3,800 mの具体的ボーリング調査の計画案が提出された (INEMIN, 1987)。しかしながら、実際にはその後のフォローが成されないまま、現在に至っている。

コジャッヘ地区周辺では、既存資料 (ENADIMSA, 1977)によれば、コジャッヘ部落北西部 (下記のマグダレナ鉱化帯) 及び西部のサン・ホアキン川 (Rio San Joaquin) で河川堆積物地化学探査異常 (Cu, 600ppm 以上、局部的に2,000ppm以上) が得られている。Pbについてはサン・ホアキン川上流及び地区北縁部に20-40ppmの、Znについては同部落北部で300-500ppmの、サン・ホアキン川上流で200-300ppmの河川堆積物地化学探査異常が検出されている。

また、同報告書には記載されていないが、カウンターパートの話では地化学探査のほか物理探査 (手法は不明) 及びボーリング調査も実施されたとのことである。物理探査に関しては、本調査によって確認したマグダレナ (Magdalena) 鉱化帯よりも下流域で小規模に行われたようである。ボーリング調査に関しては、3本が掘削され、1本はクリストパンバ川 (Rio Cristopamba) のコジャッヘ部落対岸で、残りの2本はマグダレナ川の物理探査異常に対して行われたようである。いずれも17～33mと浅掘りであったとのことであるが、結果は不明である。

プルラウ地区周辺では、60年前から旧坑の存在が知られているタナチ (Tanachi) 鉱山を中心とした、金の採掘出願を査定した調査 (DGGM et al., 1984)、本地区周辺での河川堆積物・河

川水・岩石地化学探査 (Sosa y Leon, 1986), そして同地化学探査異常地のチェック調査・タナチ鉱山調査 (INEMIN et al., 1988) が成された。これらの調査の結果として, タナチ鉱山には多金属鉱化作用が認められると結論されたが, 民間グループの試掘権の許可がおりたまま, 現在旧坑は放置され探鉱は中止となっている。

### 3-2 フニン地域周辺の一般地質と地質的位置付け

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。

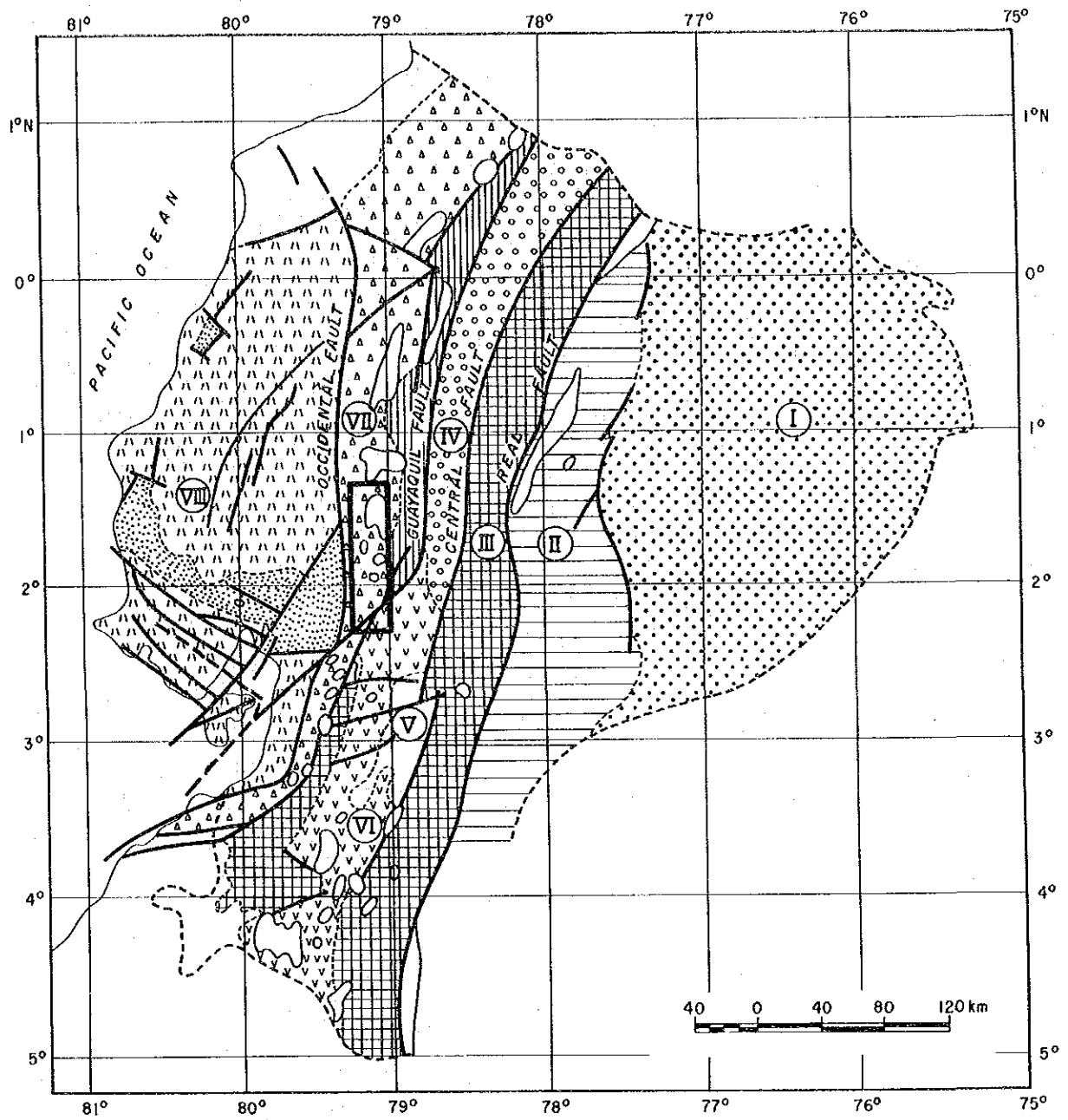
東部地帯の地質は, 石炭系~第四系より成る。

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。

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



LEGEND

- |     |  |                                                          |      |  |                                                   |
|-----|--|----------------------------------------------------------|------|--|---------------------------------------------------|
| I   |  | Iquitos Basin                                            | VII  |  | Anticlinorium-Synclorium 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 Synclorium Graben                               |      |  |                                                   |

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

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	
		IV. Quito Graben			
	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		

赤色火山砕屑岩類からなり、層厚は約 4,000mを示す。ユンギイ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、プルラワ地区にマクチ層及びユンギイジャ層が分布するだけで、他の2地区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* Ruten, *Amphistegina* spp.) が同定されていること、K-Ar法によって  $51.5 \pm 2.5$  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。

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 - SSW 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。

- 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)

### 3-3 調査地域の鉱業略史

エクアドルは先史時代、大産金地帯であったと言われている。同国内には多種多様な金属・非金属鉱物資源が散在し、地質的にも鉱物資源が存在すると言われているが、石油の開発に重点が置かれていたこともあって調査開発は遅れている。本格的な鉱山として開発された鉱床は、金・銅・鉛・亜鉛脈状鉱床のポルトベロ鉱山 (操業中)、休止中の銅・亜鉛塊状鉱床のラ・プラタ鉱山及び銅主体の塊状鉱床のマクチ鉱山がある。その他、探鉱中のものとして、ポーフリーカッパータイプのチャウチャ鉱床がある。

フニン地域内では、地域南部のインタク川 (Rio Intaq) 南岸の金の採掘、プルラワ地区タナチ鉱山の多金属鉱床の探査、同地区東部レベントゾン (Reventazon) の石膏の採掘があげられる。

同国に対する鉱業分野での技術援助としては、国連、イギリス、スペイン、ベルギー、西ドイツ、イタリア及び日本の調査があげられる。このうち、フニン地区ではベルギーの協力によって1984年~1985年に、コジャッヘ地区周辺ではスペインの協力によって1976年~1977年に、それぞれ鉱物資源調査が実施された。





## 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 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 種類の岩石の全岩分析の結果、ほとんどの試料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 (Tab. II-1-1, Fig. II-1-2)。

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に対して K-Ar 法による放射年代測定を実施した。その結果、それぞれ  $14.5 \pm 1.0$  Ma,  $5.6 \pm 0.2 \sim 6.1 \pm 0.2$  Ma,  $7.3 \pm 0.3$  Ma の年代を得た (Tab. II-1-2)。これらの年代は、バソリスでは従来の post-eocene という年代 (MRNE/DGGM, 1982) をより限定した年代にし、新第三紀中新世中期である。斑岩類については、新第三紀中新世後期である。

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 種類の岩石の全岩分析の結果、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 (Tab. II-1-1, Fig. II-1-2)。

花崗閃緑岩、安山岩質斑岩及び石英斑岩に対して K-Ar 法による放射年代測定を実施した。その結果、花崗閃緑岩は  $13.0 \pm 0.6$  Ma, 安山岩質斑岩は  $11.1 \pm 0.6 \sim 10.4 \pm 0.5$  Ma, 石英斑岩は  $8.8 \pm 0.4$  Ma の年代を得た (Tab. II-1-2)。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じで、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。

### (3) プラワ地区

本地区の地質は、下位より白亜紀のマクチ層及びユンギイジャ層と、これらを不整合に覆って第四紀の崖錐性堆積物、プラワ火山噴出物、泥石流堆積物及び降下火砕堆積物等からなる (Fig. II-4-1)。

マクチ層は主として安山岩質の粗粒凝灰岩からなり、同質火山礫凝灰岩、細粒凝灰岩～珪質頁岩を比較的頻繁に、そして局部的に砂岩及び泥岩を挟在する。

ユンギージャ層は主として泥岩からなり、砂岩及び礫岩を挟む。

第四紀の地質は、安山岩質の火山活動に伴う溶岩流と各種の様式の堆積物からなる。

## 4-2 鉍化作用の特性と鉍化規制について

### 4-2-1 フニン地区・中央区域

本地区中央区域の鉍化変質帯は、産状から次の3種類に分類される (Tab. I-4-1, Fig. II-1-3, Tab. II-1-3, Tab. II-1-12)。

- ① タイプⅠ：リモニタ沢下流及びベルデ沢下流～中流の鉍染状鉍 (>網状鉍) からなる鉍化帯で、フィリック変質帯を伴う。
- ② タイプⅡ：フニン川上流、リモニタ沢上流、クリソコラ、コントロールベルシア沢下流及びリカ沢上流の脈状鉍からなる鉍化帯で、脈際でフィリック帯～ポタシク帯に属する変質帯を伴う。
- ③ タイプⅢ：網状石英脈を伴う酸性変質帯。

これら3種類の鉍化変質帯の性状及び規模が判明し、これらのうちタイプⅠ及びタイプⅢの鉍化変質帯の分布域はほぼ中央区域に限られ、タイプⅡの鉍化帯は同区域から北西方及び南東方のフニン地区周辺区域にまで広がることとなった。

#### (1) タイプⅠの鉍化変質作用

タイプⅠの鉍化帯は、石英斑岩近傍の花崗閃緑岩中に認められ、それらのうち顕著なものはリモニタ沢下流 (リモニタ沢鉍化帯) 及びベルデ沢中～下流 (ベルデ沢鉍化帯) のもので、沢沿いに200m～10mのものが6か所分布する。リモニタ沢鉍化帯では網状の輝水鉛鉍-黄銅鉍が局部的に発達するが、主体は鉍染状鉍である。ベルデ沢鉍化帯では鉍染状鉍及びフィルム状鉍が認められる。その他、フニン川上流 (フニン川鉍化帯) 及びコントロールベルシア下流 (コントロールベルシア沢鉍化帯) にも認められる。

鉍石鉍物は硫化鉍として黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍 (2次鉍物) 及び黄鉄鉍が、部分的に輝水鉛鉍が認められ、酸化鉍物として珪孔雀石、赤銅鉍-黒銅鉍及び褐鉄鉍が認められる。

各鉍化帯の中心は肉眼的には中～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、ベルデ沢鉍化帯、リモニタ沢鉍化帯及びフニン川～コントロールベルシア沢鉍化帯では石英-絹雲母-緑泥石 (フィリック変質帯) であり、鉍化帯周辺では石英-緑泥石-緑レン石

Tab.I-4-1 Summary of survey results

Type of survey	Name of area investigated	Area (km ² )	Geology	Name of zone	Type (Occurrence)	Mineralization Lateral Extension	Ore Minerals	Host Rock	Alteration	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Mo (%)	Sample No.	Evaluation				
Detail	Central zone, Junin	4	Intrusives of: ho-bi gd., di. por. and qz. por.	Q. Limonita to Q. Escalera	diss. vein	200m	Mo-Cp-Py Cp-Bo-Py	Gd Qp	sil., arg. sil.	1.35 0.63 1.33 1.28 3.68 4.32 1.45 32.02	<0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01	<0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01	<0.1 <0.1 <0.1 <0.1 <0.1 <0.1 <0.1 1.7	3.4 1.4 1.9 3.5 10.6 14.5 25.2 43.8 97.0	<0.01 <0.01 <0.01 0.74 0.13 0.08 <0.01 <0.01 0.01	A1001 A1011 E1009 E1010 A1004 B1007 B1008 C1010 A1008	A				
				Up. reach of Q. Limonita	veins (5 in 150m)	0.1m (N1E80W) 0.1mx3.0m (N30E70E)	Mo-Cp-Py Cc-Chr-Bo-Py	Gd Gd	sil. sil.	18.07 42.42 4.80 20.65 0.07 1.44 0.37 0.07	<0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01	<0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01	2 0.3 <0.1 0.2 <0.1 <0.1 <0.1 <0.1	81.8 137.2 12.5 74.8 0.4 <0.1 0.7 0.3	<0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01 <0.01	A1011 A1012 A1013 A1014 A1015 C1001 C1007 C1003	A				
				Q. Verde	network/diss.	75m	Cp-Bo-Cc-Cup	Gd	sil.	0.09	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.1	<0.1	7.9	<0.01	C1009	A	
					diss.	10m	Cup-Cc	Gd	sil.	1.09	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	2.0	<0.01	C1008	A
					network	10m	Py-Cp	Gd	sil.	0.07	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.5	<0.01	C1005	A
					diss.	10m	Bo-Cp	Gd	sil.	0.01	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.1	<0.01	C1006	A
				Q. Crisocara	diss.	10m	Chr-Bo-Py	Gd	sil.	41.26	0.03	0.07	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	0.39	E1002	A	
					vein	0.3 to 0.5m (N60W75N)	Cup-Cc-Chr	Gd	sil.	42.28	<0.01	0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	8.1	0.02	E1003	A	
					vein	0.8 to 1.0m (N80W30S)	Cc-Chr-Cup	Gd	sil.	26.32	<0.01	0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	77.1	<0.01	D1004	A	
				Q. Contra-vercia	vein	0.2mx10m (N80W45N)	Cp-Bo-Py	Qp	sil.	0.19	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	3.8	0.01	D1002	A	
					diss.	100m	Py-Cp-Mo	Gd	sil.	0.97	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	1.0	0.01	D1005	A	
					vein	0.2mx8m (N50W70N)	Mo-Py-Cp	Gd	sil.	0.13	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	0.4	0.51	D1007	A	
				Q. Rica	vein	0.4m (N50E90)	Mo-Cc-Bo-Cp-Py	Gd	sil.	0.66	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	0.5	0.01	E1011	A	
					vein	0.4m (N50E90)	Mo-Cc-Bo-Cp-Py	Gd	sil.	6.23	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	32.0	1.14	E1012	A	
					vein	0.4m (N50E75S)	Cc-Bo-Py	Gd	sil.	2.48	<0.01	0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	14.2	0.01	E1014	A	
Rio Junin	diss. & veins (5 in 100m)	0.05 to 1.5m (EW)	(Mo)-Cp-(Bo)-Chr	Gd	sil.	3.76	<0.01	0.03	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	23.5	0.06	E1015	A					
				Gd	sil.	0.14	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	0.5	0.01	C1011	A					
				Gd	sil.	0.16	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	2.4	0.02	C1012	A					
				Gd	sil.	0.26	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	6.4	0.01	C1013	A					
				Gd	sil.	1.63	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	<0.01	<0.1	2.7	<0.01	C1014	A					

Type of survey	Name of area investigated	Area (km ² )	Geology	Mineralization										Sample No.	Evaluation		
				Name of zone	Type (Occurrence)	Lateral Extension	ore Minerals	Host Rock	Alteration	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Au (g/t)			Ag (g/t)	Mo (%)
Detail	Central zone, Junin	4	Intrusives of: ho-bi gd., di. por. and qz. por..	Rio Junin	vein	1.5x40m (N50W90)	Mo-Cp	Gd	sil.	2.17	<0.01	0.01	0.1	4.6	0.97	C1015	A
					veins (4 in 50m)	0.5m (N63E75S)	Mo-Bo-Cc-Cp	Gd	sil.	0.28	<0.01	<0.01	<0.1	4.4	0.14	C1016	
					diss.	50m	Cp	Gd	sil.	0.25	<0.01	<0.01	<0.1	1.3	<0.01	C1017	
					diss.	20m	Py-Cp	Gd	sil.	0.37	<0.01	<0.01	<0.1	1.7	<0.01	C1021	
					diss.	40m	Bo-Cc-Cp	Op, Gd	sil.	0.10	<0.01	<0.01	<0.1	0.8	<0.01	C1019	
					veins (5 in 600m)		Lim	Gd		0.22	<0.01	<0.01	<0.1	1.3	0.01	C1020	
								Gd		0.10	<0.01	<0.01	<0.1	0.4	<0.01	B1002	
								Gd		0.10	<0.01	<0.01	<0.1	0.6	<0.01	B1003	
								Gd		0.46	<0.01	<0.01	<0.1	9.3	<0.01	B1004	
								Gd		0.03	<0.01	<0.01	<0.1	19.4	<0.01	B1005	
								Gd		0.24	<0.01	<0.01	<0.1	23.4	<0.01	B1006	
								Gd		0.06	<0.01	<0.01	<0.1	23.0	<0.01	A1018	
								Gd		0.01	<0.01	<0.01	<0.1	<0.1	<0.01	D1001	
				Gd								B1001					
Seal- Detail	Surrounding zone, Junin	35	Intrusives of: ho-bi gd., di. por. and qz. por..	Q. Esperanza	veins	0.4mx4mx3m (N70W90)	Lim	Gd	sil.	20.97	<0.01	0.28	0.6	748.0	<0.01	D1021	A
						0.6mx3m (N70W85S)	Cp-Bo-Py-Cc	Gd	sil., arg.	2.38	<0.01	0.02	<0.1	156.7	0.01	D1022	
						0.6mx4mx2m (N70E80S)	Mo-Cp-Bo-Cc	Gd	sil.	10.47	0.01	0.02	<0.1	13.9	<0.01	D1023	
						0.3mx2m (N70E90)	Cp-Py	Gd	sil.	11.07	0.01	<0.01	0.1	27.3	<0.01	D1024	
						1mx3mx4m (N50E80S)	Cc-Mo-Bo-Cp-Py	Gd	sil., arg.	5.77	<0.01	<0.01	<0.1	31.0	0.01	D1025	
						1.6mx10m (N60E80S)	Mo-Py-Cp	Gd	sil., arg.	0.66	0.03	0.07	<0.1	27.9	<0.01	D1026	
						1.6mx5mx3m (N60E80S)	Mo-Cp-Py	Gd	sil., arg.	0.34	<0.01	0.01	<0.1	12.1	0.01	D1027	
						1mx3mx3m (N40E90)	Mo-Py	Gd	sil.	0.25	<0.01	<0.01	<0.1	1.1	<0.01	E1021	
						100m	Tr-Py-Cp	Gd	sil.	0.63	<0.01	<0.01	<0.1	1.4	<0.01	E1022	
							Py	Gd	sil.	2.68	<0.01	<0.01	<0.1	4.5	<0.01	E1025	
								Gd		0.37	<0.01	<0.01	0.2	3.5	<0.01	E1020	
								Gd		1.26	<0.01	<0.01	<0.1	1.8	<0.01	E1023	
								Gd		0.33	<0.01	<0.01	<0.1	8.3	0.09	E1024	
				Gd		0.22	0.02	0.02	0.7	11.7	<0.01	D1044					
	Q. Cristal		? (float)												C		
	Branch of Q. Cristal															C	



(プロピライト化変質帯)である (Tab. II-1-3, Appendix 3)。

鉱石分析の結果, リモニタ沢鉱化帯では最高Cu 1.35%, ベルデ沢鉱化帯では最高Cu 1.44%の鉱石品位であった (Appendix 4)。平均すると, Cu 0.7~0.8%である。フニン川鉱化帯及びコントロールシア沢鉱化帯では, それぞれ平均Cu 0.3%と0.6%である。

## (2) タイプIIの鉱化変質作用

タイプIIの鉱化帯は, タイプIのそれと同じ組み合わせの鉱石鉱物を伴う脈状鉱からなり, さらに脈質の違いにより①鉱石鉱物に富み脈石鉱物が粘土主体のもの (タイプII A), ②石英脈に鉱石鉱物を伴うもの (タイプII B) に分けられる。

タイプII Aにはリモニタ沢上流鉱化帯・クリソコラ沢鉱化帯が含まれ, タイプII Bにはフニン川鉱化帯・リカ沢鉱化帯・フニン山 (Cerro Funin) 鉱化帯が含まれる。両方の脈質を有するものにはリモニタ沢鉱化帯・コントロールシア沢鉱化帯が含まれる。脈幅は5cm~3mに達する。

リモニタ沢上流鉱化帯は, NE-SW系のリニアメントにほぼ平行して, エシェロン状に200m間発達する。クリソコラ沢鉱化帯では, 赤銅鉱-黒銅鉱, 輝銅鉱及び自然銅の含有量が高い。フニン川鉱化帯は, 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。コントロールシア沢下流のものはNW-SE系の石英斑岩の周囲に平行に発達する。リモニタ沢鉱化帯・フニン川鉱化帯・コントロールシア沢鉱化帯では, タイプIにタイプIIが重複して分布する。

脈際でフィリック変質帯~カリウム質変質帯に属する変質帯を伴う。

鉱石分析の結果, タイプII Aでは, リモニタ沢鉱化帯の試料はCu 42.42%, Au 0.3g/t及びAg 137.2g/tの鉱石品位で, クリソコラ沢鉱化帯の試料はCu 41.62%, Pb 0.03%, Zn 0.07%, Mo 0.39%の鉱石品位であった。タイプII Bでは, フニン川鉱化帯の試料はCu 2.17%, Mo 0.97%, Au 0.1g/t及びAg 4.6g/tの鉱石品位で, リカ沢鉱化帯の試料は, Cu 6.23%, Mo 1.14%, Au 0.2g/t及びAg 32.0g/tの鉱石品位であった。

特にAgの分析値が高い試料について, EPMAによる面分析を行い, Cu, Fe, Ag及びSの分布状態を調べた結果, 不鮮明ではあるが, Agは斑銅鉱に極微量含まれるようである。

## (3) タイプIIIの変質作用

タイプIIIの変質帯はタイプIII A及びタイプIII Bに分けられる。

タイプIII Aの変質帯はクリソコラ沢~コントロールシア上流の東西1km, 南北500mに亘って認められる。肉眼的には網状の不毛石英脈を伴う珪化帯で幅50cm~1mの石英脈が部分的に認められる。X線回折結果では石英の他に絹雲母, カオリン及びハロイサイトが検出され, 酸性熱水の関与が推定される。クリソコラ沢鉱化帯の赤銅鉱を主とする鉱脈を除くと, 鉱石鉱物は珪孔雀石以外認められない。

タイプIII Bの変質帯は, 主として南東部閃緑斑岩上に分布し, 肉眼的には珪化が, X線回折

結果では石英-絹雲母の組合わせが認められる。

タイプⅢの変質帯では、岩石地化学探査の結果、局部的にAu-Ag異常が検出された。

#### (4) ボーリング調査

リモニタ沢鉱化帯の西端部で実施されたボーリング調査(MJJ-1孔)の結果、地質及び鉱化変質は次のようになる。

0.00 m～ 7.00m 表土

7.00 m～ 12.00m 石英斑岩

12.00 m～127.60m 花崗閃緑岩, 黄鉄鉱>黄銅鉱フィルム>鉱染, プロピライト帯

127.60 m～137.50m 石英斑岩, 黄鉄鉱-黄銅鉱鉱染, プロピライト帯

137.50 m～151.50m 花崗閃緑岩, 黄鉄鉱>黄銅鉱フィルム>鉱染, プロピライト帯

鉱化を受けたゾーンの鉱石分析の結果、Cuは0.1%に満たない。しかし、127.60m～137.50mの石英斑岩及びその近傍の花崗閃緑岩では、黄鉄鉱-黄銅鉱鉱染の量が増加し、局部的にフリック帯に属する変質が認められる。したがって、孔底付近はリモニタ沢鉱化帯の縁辺部に達したものと考えられる。

#### (5) 考 察

上記3つの鉱化変質帯の形成史は、次のように考えられる。

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

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

そして最終末期にタイプⅢの酸性熱水変質作用により終止符が打たれた。その後、局部的にいわゆる地下水の循環により、銅の二次鉱物が生成されたが、黄鉄鉱の量が極端に少なかったために、酸化帯あるいは二次富化帯の形成には至らなかったと推定される(ただし、クリソコラ沢の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。

#### 4-2-2 フニン地区・周辺地区 (Fig. II-2-3)

##### (1) タイプIの鉍化変質作用

フォルトゥナ沢鉍化帯は中央区域のタイプIに相当し、フィリック変質帯に属する花崗閃緑岩及び石英斑岩中の黄鉄鉍 - (黄銅鉍) - (四面銅鉍) - (赤銅鉍) - (輝銅鉍) の鉍染鉍及び網状鉍からなる。鉍石分析の結果、Cu 2.68%~0.33%、Ag 8.3g/t~1.1g/t及びMo 0.09%の鉍石品位であった。

クリスタル沢支流変質帯は、フィリック変質帯に属する花崗閃緑岩及び石英斑岩中の黄鉄鉍の鉍染及び褐鉄鉍のフィルムからなる。

##### (2) タイプII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に相当し、硫化鉍物に富む鉍脈(タイプII A)と硫化鉍物を含む石英脈(タイプII B)から構成される(Tab. I-4-1)。また、リモニタ沢上流部に発達するNE-SW系の鉍脈及び石英脈の鉍化帯の北西延長部である。鉍石鉍物は、主に黄鉄鉍及び黄銅鉍からなり、他に四面銅鉍を含む。脈石は石英からなる。脈際変質は珪化及び粘土化が主なものであり、脈際変質の幅は約2mから3mに亘る。脈際変質鉍物として、石英及び絹雲母が認められた。鉍石分析の結果、最高Cu 20.97%、Pb 0.01%、Zn 0.28%、Au 0.6g/t及びAg 784.0g/tの鉍石品位であった。

フォルトゥナ沢鉍化帯では、タイプIのほかにタイプII Aの硫化鉍物(黄鉄鉍及び黄銅鉍)に富む鉍脈から構成される。鉍脈は3本確認されており、1本の鉍脈はNNW-SSE系で脈幅10cm、残りの2本の鉍脈は、NE-SW系で脈幅10cm~40cmである。脈際変質鉍物として、石英及び絹雲母が認められた。鉍石分析の結果Cu 1.26%~0.37%、Au 0.2g/t及びAg 3.5g/t~1.8g/tの品位であった。

クリスタル沢支流変質帯では、黄銅鉍-黄鉄鉍-石英脈(タイプII B) 転石の鉍石分析の結果、Cu 0.22%、Pb 0.02%、Zn 0.02%、Au 0.7g/t、Ag 11.7g/t及びMo 0.01%の品位であった。

##### (3) 考 察

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

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



#### 4-2-3 コジャッヘ地区

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

##### （1）タイプⅠの鉱化変質作用

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

マグダレナ鉱化帯では、安山岩質斑岩のストックを中心に半径1 kmの強～弱珪化帯及び中～弱粘土化帯が存在し、その中に鉱染状～フィルム状の黄銅鉱及び黄鉄鉱と少量の斑銅鉱及び輝銅鉱が、川沿いに100～200 m間、4か所認められる。中心には網状の輝水鉛鉱が認められる。X線回折結果では中心にカリ長石が、その外側に絹雲母－緑泥石の鉱物組み合わせが、そして最外縁部に緑泥石－方解石の鉱物組み合わせが累帯構造を成して検出された。鉱石分析の結果、マグダレナ川鉱化帯の試料は、Cu 1.66%、Ag 5.2g/t及びMo 0.11%の鉱石品位であった（Appendix 4）。これらの規模及び銅の含有量は、フニン地区中央区域に次ぐものである。

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

##### （2）タイプⅡの鉱化変質作用

タイプⅡの鉱化変質帯は、主としてコジャッヘ部落周辺のクリストパンバ川に沿って、約2 km間に9か所認められる（クリストパンバ川鉱化帯）。また、マグダレナ川鉱化帯及びサン・ミゲル沢鉱化帯の周辺部にも認められる。これらはいずれも略E-W系の細脈状～フィルム状の珪孔雀石－褐鉄鉱脈で、局部的に黄銅鉱－斑銅鉱－輝銅鉱－石英脈が認められる。そのほか、サン・ホアキン川に沿って細脈状～フィルム状の珪孔雀石－褐鉄鉱脈が点在する。X線回折結果では母岩の脈際変質として、内側に絹雲母－緑泥石の鉱物組み合わせが、外側に緑泥石－方解石の鉱物組み合わせが認められる。鉱石分析の結果、クリストパンバ川鉱化帯の試料では、Cu 6.97%～1.43%、Zn 0.02%、Au 0.1g/t、Ag 45.6 g/t～6.3g/t及びMo 0.13%の鉱石品位であった。サン・ミゲル沢鉱化帯の試料はCu 7.98%、Zn 0.01%、Au 0.4g/t、Ag 36.5 g/t及びMo 0.03%の鉱石品位であった。

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

て石英斑岩が、タイプⅡの周辺に閃緑斑岩が分布することである。

### (3) 考 察

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

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

#### 4-2-4 プラワ地区

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トソン酸性変質帯（含石膏）の2か所があげられる（Fig. II-4-5）。

##### (1) タナチ鉍床

タナチ鉍床は北西部に位置する。旧坑がNW方向に150m間に4か所存在するが、3か所は崩落しており、1か所のみ坑内観察ができる。上下盤を泥流堆積物で境された厚さ70cm以上の粘土中に、径平均1~5cm（最大15cm）の雑多な亜円礫~亜角礫が含まれる。資料によると径1m強のものも存在する。礫の種類は、方鉛鉍-閃亜鉛鉍-黄銅鉍-石英、黄鉄鉍-黄銅鉍-石英、緑泥石化-珪化-黄鉄鉍化岩（マクチ層）、粘土化-緑泥石化岩（ユンギイジャ層）及び粗粒珪化-黄鉄鉍化岩（第四紀安山岩）である。

本鉍床の下盤側の泥流堆積物から採取した安山岩礫の放射年代測定を行った。その結果、0.8Ma以下の年代を得た（Tab. II-1-2）。本鉍床の形成年代は第四紀であると推察される。

本鉍床のマトリクスは白色粘土からなる。このマトリクスのX線回折試験の結果、主に絹雲母/モンモリロナイト混合層、カオリナイト及び石英の変質鉍物を同定した。これらの変質鉍物の組み合わせは、酸性熱水活動に伴って形成される変質帯に認められるものである。

本鉍床の旧坑からのズリを分析したところ、Cu 3.99%~0.57%、Pb 9.34%~0.06%、Zn 24.8%~0.08%、Au 1.7g/t~0.3g/t及びAg 182.5g/t~52.3g/tの品位が得られた。

##### (2) レベントソン酸性変質帯

レベントソン酸性変質帯は中央部に位置し、二次的に移動したものも含めると、1km四方に長径100~500mのものが6か所認められる。初生的には、強珪化-緑泥石化したマク

チ層の角礫状の安山岩質凝灰岩中に、鉍染状の黄鉄鉍と網状の黄鉄鉍-褐鉄鉍-(孔雀石)-石膏-白色粘土(カオリン)を伴うもので、いわゆる酸性熱水変質帯である。熱水角礫岩が3か所に、硫黄シンターが2か所に認められる。

本変質帯の試料のX線回折試験の結果、主にカオリナイト、葉ロウ石、石英及び石膏の変質鉍物を同定した、他にモンモリロナイト及び硬石膏を認めた。これらの変質鉍物の組み合わせは、酸性熱水に伴う変質帯に認められるものである。

黄鉄鉍-石膏の鉍石分析を行ったが、Cu、Pb、Zn、Mo、Au及びAgは、全て検出限界値以下であった。

そのほか、同変質帯の南西約2km及び西方約1kmにも同様な変質帯が分布する。前者の規模は500m四方に広がりがあり、硫黄のシンターが認められる。

### (3) 考 察

タナチ鉍床は上下盤を泥流堆積物で境された厚さ70cm以上の粘土化層と、その中に含まれる鉍石などの礫の集合である。

タナチ鉍床の成因をレベントソン酸性変質帯から類推すると、次の様になる。

鉍床形成時期は、

- ① 鉍床の下盤に第四紀の安山岩の角礫を含む泥流堆積物が存在すること
- ② 粗粒珪化-黄鉄鉍化岩(第四紀安山岩?)の礫が含まれること

から、第四紀である。

鉍化作用及び鉍床形成のメカニズムは、

- ① 変質鉍物の組み合わせが酸性変質帯のそれと同じであること
- ② 鉍石及び脈石の組織が破碎された角礫状を呈すること

から、NW-SE系のフラクチャーに沿ったPb-Zn-Cu等の金属成分を溶解した酸性熱水の上昇、硫化鉍物としての金属成分の沈殿(いわゆる浅成鉍床)、そして火山性陥没、崩壊、地滑り等による鉍床の二次的移動によって、初生の形態が残存できなかったと考えられる。

## 4-3 地化学異常と鉍化作用との関係について

### (1) フニン地区・中央区域

岩石地化学探査の結果は、変質分帯及び鉍化帯の分布と非常に良く一致した(Fig. II-1-7, Fig. II-1-8)。

すなわち、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。

Soluble-Cu/Total Cuの比が低い試料は硫化鉍物量が多い試料を意味する。この比が低い(硫化鉍物量が多い)試料の分布は、各鉍化帯の特徴を反映し、リモニタ沢鉍化帯、リモニタ沢上流鉍化帯、ベルデ沢鉍化帯及びコントロールベルシア沢鉍化帯に限られる。逆にこの比が高い

(硫化鉍物量が少ない) 試料の分布域は、これらの鉍化帯の周辺及びフニン川鉍化帯の一部であった。

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。

## (2) フニン地区・周辺区域

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 (Fig. II-2-6)。

## 4-4 期待鉍床賦存のポテンシャルについて

鉍染状及び脈状の銅鉍床賦存のポテンシャルが極めて高い有望地は、上記の結果から下記のようになる。

### (1) フニン地区・中央区域 (Fig. 2-1)

- ① リモニタ沢鉍化帯の深部、リモニタ沢鉍化帯とベルデ沢鉍化帯の間
- ② ベルデ沢鉍化帯
- ③ フニン川鉍化帯
- ④ リモニタ沢上流・クリソコラ沢・コントロールベルシア沢鉍化帯
- ⑤ リカ沢鉍化帯

### (2) フニン地区・周辺区域 (Fig. 2-2)

- ① エスペランサ沢鉍化帯
- ② フォルトゥナ沢鉍化帯
- ③ クリスタル沢支流変質帯

### (3) コジャッヘ地区 (Fig. 2-3)

- ① マグダレナ川鉍化帯
- ② クリストバンバ川鉍化帯～サン・ミゲル沢鉍化帯

なお、プルラワ地区のタナチ鉍山周辺のCu-Pb-Znを伴う初生鉍床と、二次的に移動した鉍床の拡がりは、侵食の影響を考慮すると、ポテンシャルは低い。

## 第5章 結論及び提言

### 5-1 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 (Fig. II-1-1, Fig. II-2-1)。また、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, Fig. II-1-3, Tab. II-1-12)

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種類に分類される。

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ⅡA)、②石英脈に鉍石鉍物を伴うもの (タイプⅡB) 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ⅡA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ⅡB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。

#### (3) 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 (MJJ-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したものと考えられる。

#### (4) フニン地区・周辺地区の鉍化変質作用 (Fig. II-2-3)

エスペランサ沢鉍化帯は中央区域のタイプⅡA及びタイプⅡB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ⅡAが認められる。タイプⅠに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%以下の、タイプⅡA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ⅡBが認められる。

#### (5) 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は、変質分帯及び鉍化帯の分布と非常に良く一致した (Fig. II-1-7, Fig. II-1-8)。すなわち、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、フォルトウ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 (Fig. II-2-6)。

#### (6) 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及び閃緑斑岩、並びに岩脈状の石英斑岩からなる (Fig. II-3-1)。

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 (Fig. II-3-3)。

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、Ag36.5 g/t及びMo0.03%の鉍石品位であった。

#### (7) プラワ地区

本地区の地質は、下位より白亜紀のマクチ層 (主として安山岩質の粗粒凝灰岩) 及びユンギイジャ層 (主として泥岩) と、これらを不整合に覆って第四紀の崖錐性堆積物、プラワ火山噴出物、泥流堆積物及び降下火砕堆積物からなる (Fig. II-4-1)。

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トソン酸性変質帯の2か所があげられる (Fig. II-4-5)。

タナチ鉍床は北西部に位置し、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。ズリの鉍石品位はCu3.99%～0.57%、Pb9.34%～0.06%、Zn24.8%～0.08%、Au1.7g/t～0.3g/t、Ag182.5g/t～52.3 g/tであった。

レベントソン酸性変質帯は中央部に位置し、鉍石品位は全て検出限界値以下であった。

## 5-2 第2年次調査への提言

フニン地区及びコジャッヘ地区は、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、以下のことを提言する。

### (1) フニン地区・中央区域 (Fig. 2-1)

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・コントロールベルシア沢・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 (Fig. 2-2)

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 (Fig. 2-3)

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、マグダレナ鉍化帯に対して物理探査 (IP法電気探査) を実施する。





## 第Ⅱ部 各 論



## 第1章 フニン地区・中央区域

本年度は、エクアドル側のフォローアップ調査計画案の範囲であった面積4 Km²の区域をフニン地区・中央区域とし、地質精査・地化学探査（岩石）及びボーリング調査を実施した。

### 1-1 地質調査

#### 1-1-1 調査目的及び方法

調査目的は、フニン地区・中央区域の地質構造と鉱化・変質の詳細な状況を把握することである。

踏査に当たっては、既存の航空写真をもとに新たに縮尺1万分の1の地形図を作成し、これを縮尺5千分の1に拡大したものを使用してルートマップを作成した。踏査ルートは既存資料を十分検討して設定した。

調査結果は1万分の1地質図 (P1. II-1-1)及び地質断面図 (P1. II-1-2)にまとめた。地質図の縮小版をFig. II-1-1に、試料採取位置図をP1. II-1-3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)バソリスに属する花崗閃緑岩 (Gd)と、これに貫入する岩脈状～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。

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

花崗閃緑岩 (A1016)

位置：リモニタ沢最上流

組織：半自形粒状

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

変質鉱物：緑泥石、絹雲母

斜長石は絹雲母化、黒雲母は僅かに緑泥石化している。

##### (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（鏡下では隠微品質）に2～5mmの石英斑晶を含み、花崗閃緑岩に比べて節理が発達する。

代表的な岩石の顕微鏡観察結果は、次のとおりである（Appendix 1）。

#### 石英斑岩（A1003）

位置：リモニタ沢

組織：斑状

斑晶：斜長石>石英，角閃石>黒雲母

石基：石英>斜長石>黒雲母，不透明鉱物>カリ長石

変質鉱物：緑泥石>緑レン石，石英，絹雲母

角閃石及び黒雲母は，大部分緑泥石化・緑レン石化している。斜長石斑晶及び基質は，絹雲母に置換されている。

#### （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の規模で分布するが，さらに南東の本地区周辺区域には直径1kmの岩体が露出する。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。

代表的な岩石の顕微鏡観察結果は，次のとおりである（Appendix 1）。

#### 閃緑斑岩（E1013）

位置：リカ沢

組織：斑状

斑晶：斜長石>石英>黒雲母，角閃石

石基：石英>斜長石>カリ長石

変質鉱物：石英>曹長石，緑泥石>カリ長石，絹雲母>緑レン石

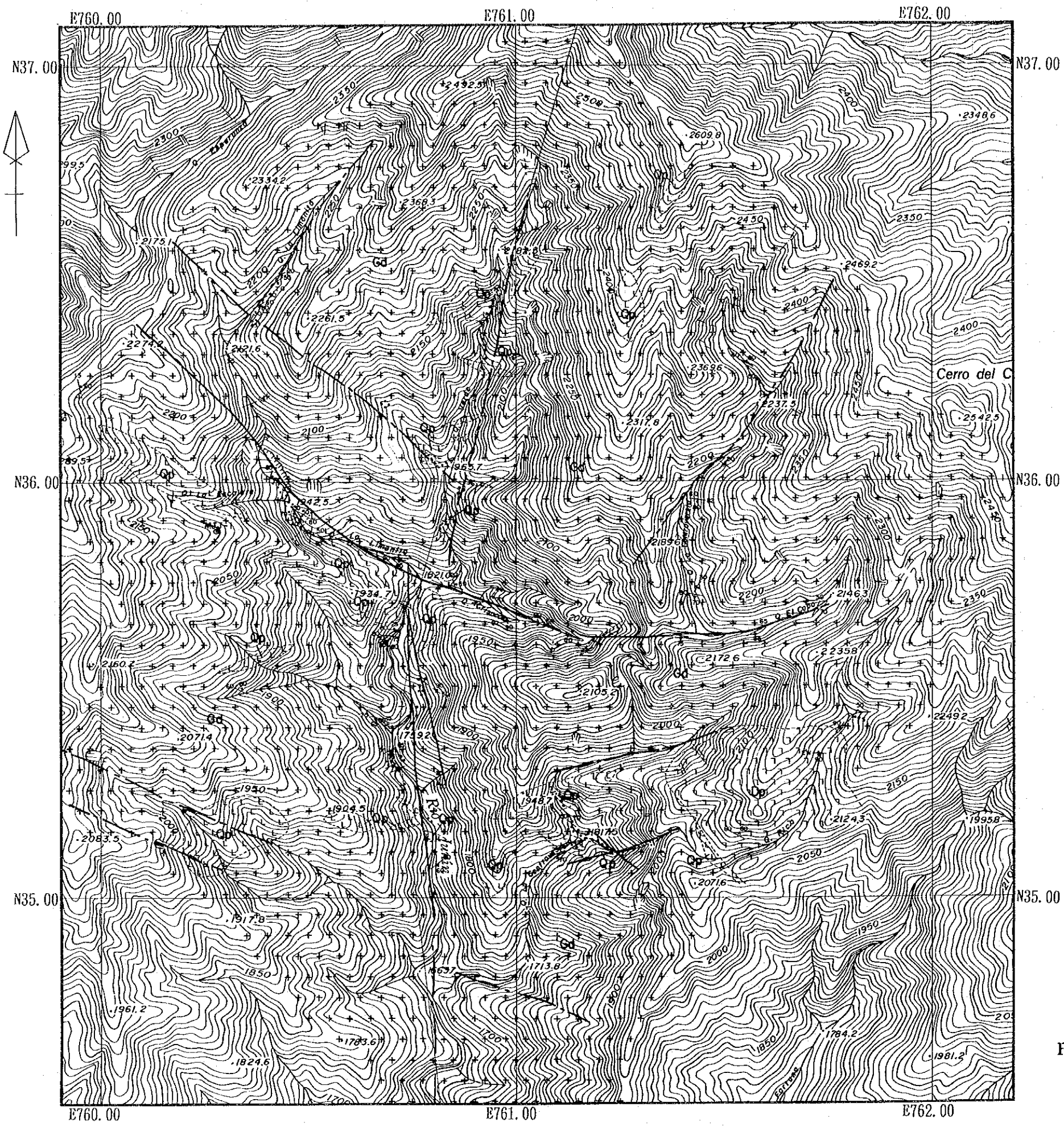
これら3種類の岩石の全岩分析値，ノルム石英—正長石—斜長石三角図，ACF図及びSiO₂—(Fe³⁺/Fe²⁺)をそれぞれTab. II-1-1及びFig. II-1-2に示す。その結果，A1016は花崗岩に残りの2つは花崗閃緑岩に分類され，A1003及びA1016はSタイプの領域にC1002はIタイプの領域に，そして3つとも磁鉄鉱系列に分類される。

ストックを形成する石英斑岩(A1003)に対してK—Ar法による放射年代測定（全岩年代）を実施した。その結果，5.58±0.20Maの年代を得た（Tab. II-1-2）。この年代は，ポリバール地域よりも新しく，新第三紀中新世後期である。

#### （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。





**LEGEND**

**Intrusive Rocks**

Gd	+	+	+	+	Granodiorite
Dp	∩	∩	∩	∩	Diorite porphyry
Qp	L	L	L	L	Quartz porphyry

**Structure**

	Fault
	Lineament
	Geologic contact

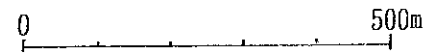


Fig.II-1-1 Geologic map of the Central zone, Junin area

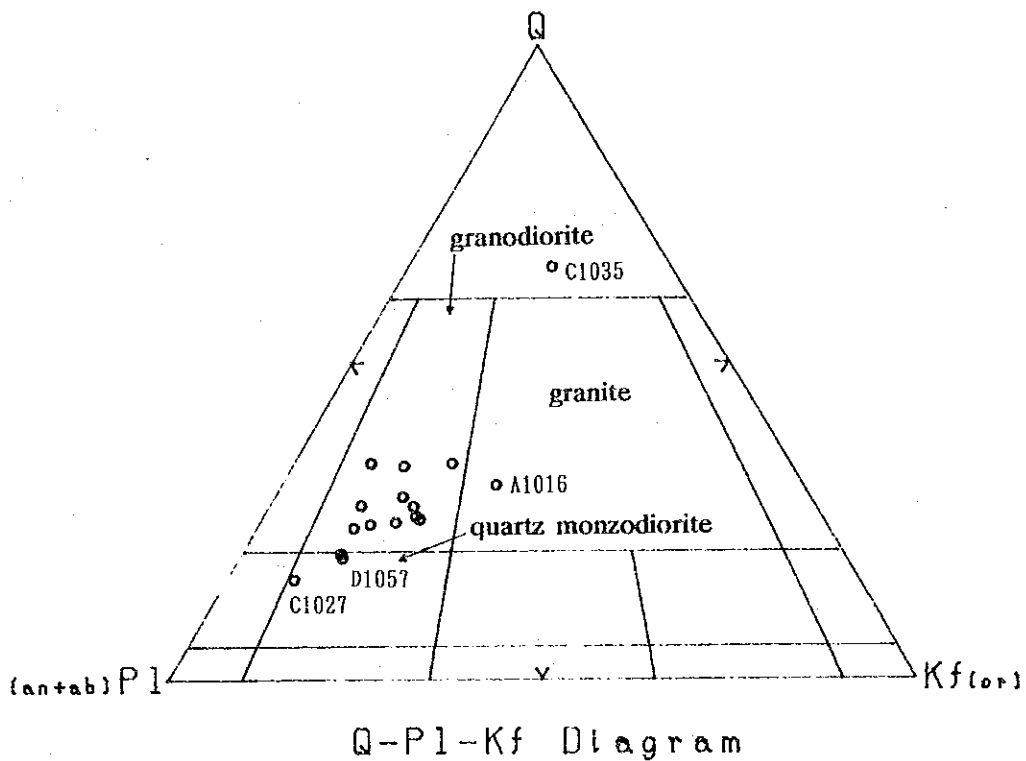
Tab.II-1-1 Analytical data of rock samples

No.	Sample No.	Location	Geological Unit	Rock Name	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	BaO	LOI
1	A1003	Central zone, Junin area	Qp	quartz porphyry	71.03	0.20	14.78	1.10	1.02	0.05	0.83	0.56	5.49	3.01	0.10	0.07	1.28
2	A1016	ditto	Gd	granodiorite	65.97	0.44	15.25	2.23	2.17	0.07	1.82	2.59	2.64	4.12	0.11	0.15	2.07
3	C1002	ditto	Qp	quartz porphyry	70.90	0.18	14.88	1.24	0.76	0.03	0.70	1.57	5.05	2.73	0.09	0.09	1.28
4	C1022	Surrounding zone, Junin area	Gd	granodiorite	66.07	0.47	15.88	2.10	1.92	0.08	1.87	4.15	3.79	2.75	0.13	0.06	0.45
5	C1027	ditto	Dp	diorite porphyry	58.93	0.58	18.43	2.77	3.06	0.08	2.96	6.17	3.91	1.30	0.19	0.05	1.33
6	D1015	ditto	Gd	granodiorite	62.13	0.56	16.67	2.09	3.25	0.10	2.86	5.54	3.78	1.88	0.15	0.04	0.78
7	D1028	ditto	Gd	granodiorite	65.59	0.47	16.22	1.83	2.61	0.08	1.95	2.45	3.03	2.93	0.19	0.06	2.27
8	D1045	ditto	Gd	granodiorite	66.43	0.45	15.45	2.02	2.17	0.07	1.92	3.80	3.56	3.06	0.12	0.06	0.71
9	E1026	ditto	Dp	diorite porphyry	69.82	0.21	16.37	1.22	0.64	0.06	0.63	1.23	4.76	2.28	0.10	0.06	2.30
10	E1027	ditto	Qp	quartz porphyry	70.04	0.12	15.65	0.40	0.64	0.22	0.37	1.34	5.15	3.35	0.10	0.08	1.97
11	C1030	Cuellaje area	Dp	diorite porphyry	63.80	0.46	15.11	3.99	0.19	0.05	1.86	4.03	3.87	1.81	0.15	0.05	4.42
12	C1033	ditto	Gd	granodiorite	63.47	0.42	16.16	3.80	0.95	0.06	1.60	5.16	3.69	2.22	0.15	0.06	2.08
13	C1035	ditto	Qp	quartz porphyry	77.35	0.08	13.08	0.67	0.13	0.05	0.20	0.13	1.59	2.86	0.07	0.03	3.24
14	D1046	ditto	Gd	granodiorite	63.90	0.44	16.52	3.93	1.14	0.08	2.16	5.04	3.85	1.95	0.16	0.06	0.47
15	D1057	ditto	Ap	andesite porphyry	61.03	0.49	15.83	3.85	1.66	0.12	4.48	3.35	4.34	1.88	0.14	0.03	2.56
16	F1008	ditto	Ap	andesite porphyry	70.05	0.25	15.36	1.69	0.89	0.03	1.02	2.14	4.71	1.60	0.13	0.07	1.92
17	B1025	Pululahua area	An	andesite	62.34	0.53	16.92	2.96	2.74	0.09	2.55	5.82	4.48	1.12	0.16	0.05	0.01
18	C1059	ditto	An	andesite	61.96	0.57	16.41	3.52	2.42	0.09	2.99	5.68	4.32	1.16	0.16	0.06	0.35
19	C1069	ditto	Do	dolerite	50.04	0.62	17.32	5.70	5.67	0.17	3.32	9.89	3.20	0.30	0.07	0.01	3.35
20	D1092	ditto	An	andesite	63.01	0.55	16.40	2.86	2.93	0.08	2.58	5.48	4.52	1.12	0.18	0.05	0.05

Sample No.	A1003	A1016	C1002	C1022	C1027	D1015	D1028	D1045	E1026	E1027	C1030	C1033	C1035	D1046	D1057	F1008	B1025	C1059	C1069	D1092
q	25.54	26.87	27.36	22.18	13.31	16.55	28.71	23.00	30.95	24.24	24.44	21.78	59.02	21.06	15.55	31.48	16.48	17.11	5.86	17.43
c	1.74	2.05	0.99	0.00	0.00	0.00	4.18	0.00	4.19	1.37	0.00	0.00	7.58	0.00	0.91	2.34	0.00	0.00	0.00	0.00
or	18.14	25.00	16.43	16.37	7.80	11.23	17.79	18.26	13.83	20.33	11.23	13.41	17.55	11.64	11.40	9.63	6.62	6.91	1.83	6.62
ab	47.30	22.93	43.58	32.32	33.59	32.32	26.32	30.38	41.38	44.76	34.35	31.99	13.96	32.83	37.82	40.70	37.99	36.81	28.09	38.33
an	2.17	12.48	7.35	18.36	29.39	23.19	11.20	17.33	5.60	6.19	19.41	21.46	0.24	22.22	16.20	10.02	22.84	22.12	33.27	21.24
ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ns	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ks	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
divo	0.00	0.00	0.00	0.64	0.20	1.51	0.00	0.39	0.00	0.00	0.22	1.57	0.00	0.81	0.00	0.00	2.12	2.18	7.19	2.03
dien	0.00	0.00	0.00	0.46	0.14	0.95	0.00	0.27	0.00	0.00	0.19	1.35	0.00	0.70	0.00	0.00	1.50	1.74	4.26	1.39
difs	0.00	0.00	0.00	0.12	0.05	0.46	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.18	2.57	0.49
lyen	2.12	4.66	1.77	4.22	7.36	6.25	4.98	4.57	1.62	0.95	4.67	2.73	0.52	4.73	11.48	2.59	4.88	5.75	4.34	5.07
hyfs	0.76	1.61	0.13	1.08	2.55	3.11	2.76	1.65	0.00	1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	0.60	2.70	1.81
olfa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
olfa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
at	1.62	3.32	1.83	3.07	4.09	3.06	2.73	2.96	1.68	0.59	0.00	2.07	0.38	2.69	4.45	2.28	4.31	5.15	8.58	4.16
ha	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	4.19	2.46	0.44	2.11	0.89	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
il	0.38	0.85	0.34	0.89	1.12	1.08	0.91	0.85	0.42	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
tn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pf	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
rn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ap	0.23	0.25	0.21	0.30	0.44	0.35	0.46	0.28	0.23	0.23	0.37	0.35	0.16	0.37	0.32	0.30	0.37	0.37	0.16	0.42
cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.01	100.02	99.98	100.02	100.03	100.06	100.04	100.05	99.99	100.02	100.18	99.99	100.01	99.99	99.99	99.99	100.03	100.01	100.03	100.03

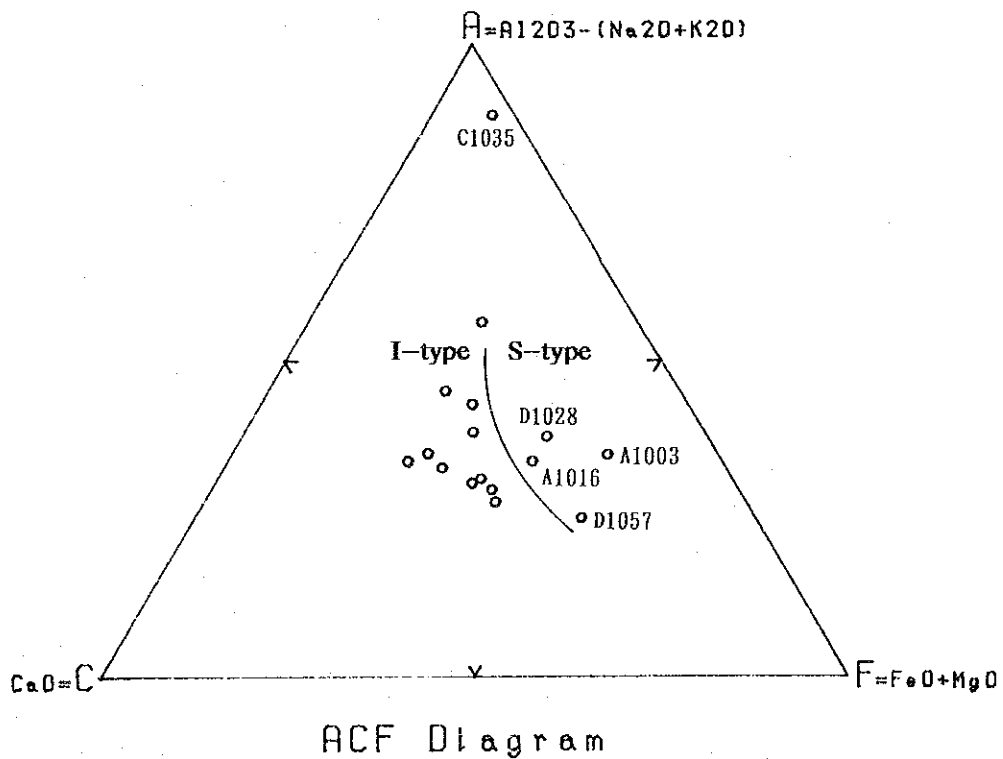






Geotimes(1973)

Fig.II-1-2(1) Chemical variation diagram: normative quartz(Q)  
-orthoclase(Or)-plagioclase(Ab+An)



Takahashi, M. et al (1980)

Fig.II-1-2(2) Chemical variation diagram: ACF diagram

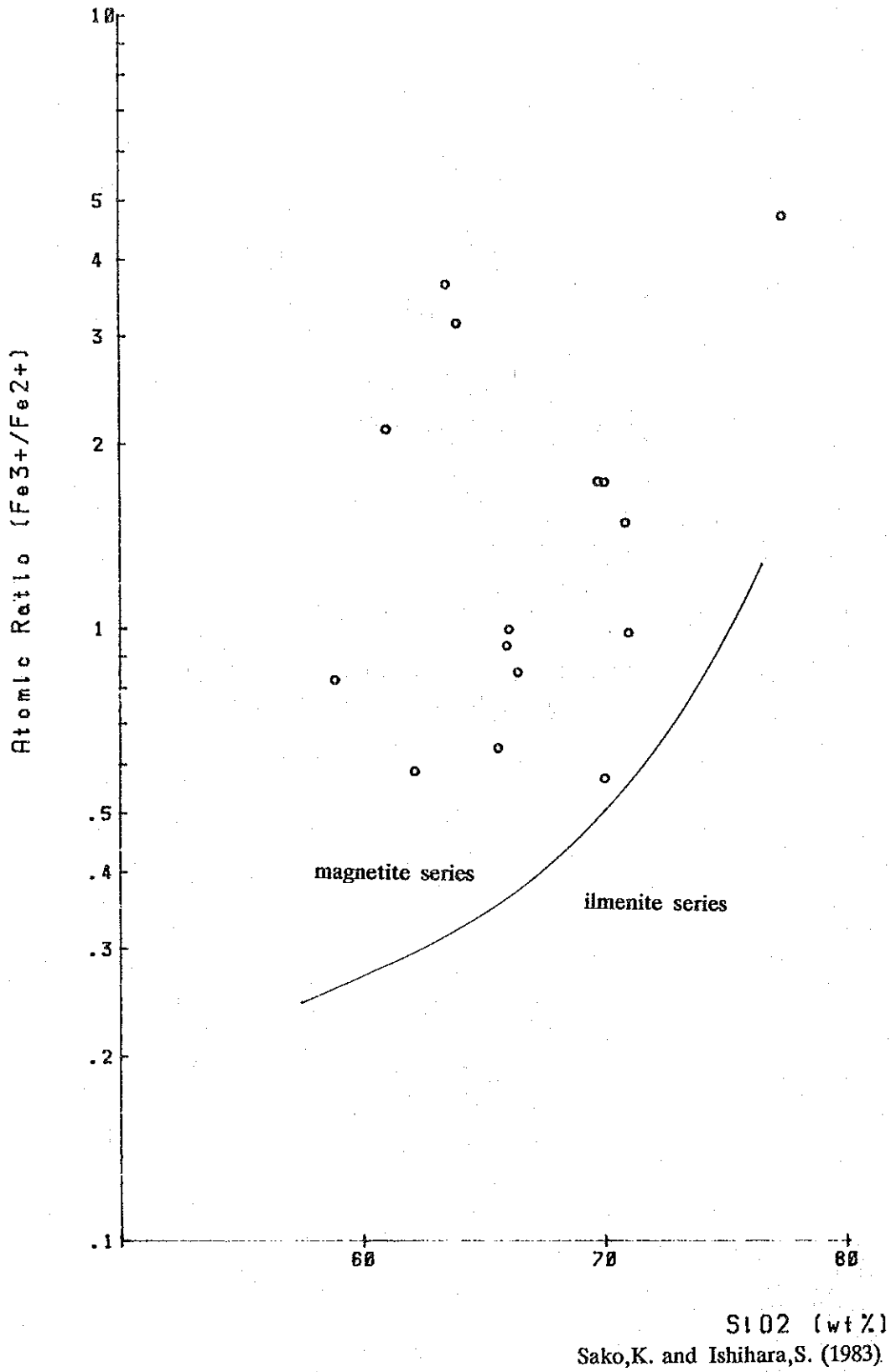


Fig. II-1-2(3) Chemical variation diagram: SiO₂-(Fe³⁺/Fe²⁺)

Tab. II-1-2 Results of isotopic age determination(K-Ar method)

Ser. No.	Area	Sample No.	Rock Name	Sample Type	Potassium (wt%)	Radiogenic $^{40}\text{Ar}$ ( $10^{-8}\text{cc/g}$ )	K-Ar Age (Ma)
1	Junin (C)	A1003	quartz porphyry	whole rock	2.30	49.9	$5.6 \pm 0.2$
2	Junin (S)	C1022	granodiorite	hornblende	0.60	33.9	$14.5 \pm 0.2$
3		E1026	diorite porphyry	whole rock	1.95	55.0	$7.3 \pm 0.3$
4		E1027	quartz porphyry	whole rock	2.60	61.0	$6.1 \pm 0.2$
5	Cuellaje	C1033	granodiorite	biotite	4.10	20.8	$13.0 \pm 0.6$
6		C1035	quartz porphyry	whole rock	1.99	6.8	$8.8 \pm 0.4$
7		D1057	andesite porphyry	whole rock	1.50	6.5	$11.1 \pm 0.6$
8		F1008	andesite porphyry	whole rock	1.22	4.9	$10.4 \pm 0.5$
9	Pululahua	C1059	andesite	hornblende	0.32	<1	<0.8
10		D1092	andesite	hornblende	0.31	<1	<0.8

C : Central zone, S : Surrounding zone.

### 1-1-3 鉍化作用及び変質作用

本地区中央区域の鉍化変質帯は、産状から次の3種類に分類される。

- ① タイプⅠ：リモニタ沢下流及びベルデ沢下流～中流の鉍染状鉍 (>網状鉍) からなる鉍化帯で、フィリック変質帯を伴う。
- ② タイプⅡ：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の脈状鉍からなる鉍化帯で、脈際でフィリック帯～ポタシク帯に属する変質帯を伴う。
- ③ タイプⅢ：網状石英脈を伴う酸性変質帯。

これら3種類の鉍化変質帯の性状及び規模が判明し、これらのうちタイプⅠ及びタイプⅢの鉍化変質帯の分布域はほぼ中央区域に限られ、タイプⅡの鉍化帯は同区域から北西方及び南東方のフニン地区周辺区域にまで広がることが明かとなった。

Tab. II-1-3にタイプごとの鉍物組み合わせを、Fig. II-1-3に鉍化変質帯分布図を示す。

#### (1) タイプⅠの鉍化変質作用

タイプⅠの鉍化帯は、石英斑岩近傍の花崗閃緑岩中に認められ、それらのうち顕著なものはリモニタ沢下流(リモニタ沢鉍化帯, Fig. II-1-4)及びベルデ沢中～下流(ベルデ沢鉍化帯)のもので、沢沿いに200m～10mのものが6か所分布する。リモニタ沢鉍化帯では網状の輝水鉛鉍-黄銅鉍が局部的に発達するが、主体は鉍染状鉍である。ベルデ沢鉍化帯では鉍染状鉍及びフィルム状鉍が認められる。その他、フニン川上流(フニン川鉍化帯)及びコントロールベルシア下流(コントロールベルシア沢鉍化帯)にも認められる。

鉍石鉍物は硫化鉍として黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍(2次鉍物)及び黄鉄鉍が、部分的に輝水鉛鉍が認められ、酸化鉍物として珪孔雀石、赤銅鉍-黒銅鉍及び褐鉄鉍が認められる。鉍石研磨片の観察結果をAppendix 2に示す。

各鉍化帯の中心は肉眼的には中～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、ベルデ沢鉍化帯、リモニタ沢鉍化帯及びフニン川～コントロールベルシア沢鉍化帯では石英-絹雲母-緑泥石(フィリック帯)であり、鉍化帯周辺では石英-緑泥石-緑レン石(プロピライト帯)である(Tab. II-1-3, Appendix 3)。

鉍石分析の結果、リモニタ沢鉍化帯では最高Cu 1.35% (A1001)、ベルデ沢鉍化帯では最高Cu 1.44% (C1001)の鉍石品位であった(Appendix 4)。平均すると、Cu 0.7%～0.8%である。フニン川鉍化帯及びコントロールベルシア沢鉍化帯では、それぞれ平均Cu 0.3%と0.6%である。

#### (2) タイプⅡの鉍化変質作用

タイプⅡの鉍化帯は、タイプⅠのそれと同じ組み合わせの鉍石鉍物を伴う脈状鉍からなり、さらに脈質の違いにより①鉍石鉍物に富み脈石鉍物が粘土主体のもの(タイプⅡA)、②石英脈に鉍石鉍物を伴うもの(タイプⅡB)に分けられる。タイプⅡAには、リモニタ沢上流鉍化帯・クリソコラ沢鉍化帯が含まれ、タイプⅡBにはフニン川鉍化帯・リカ沢鉍化帯・フニン山



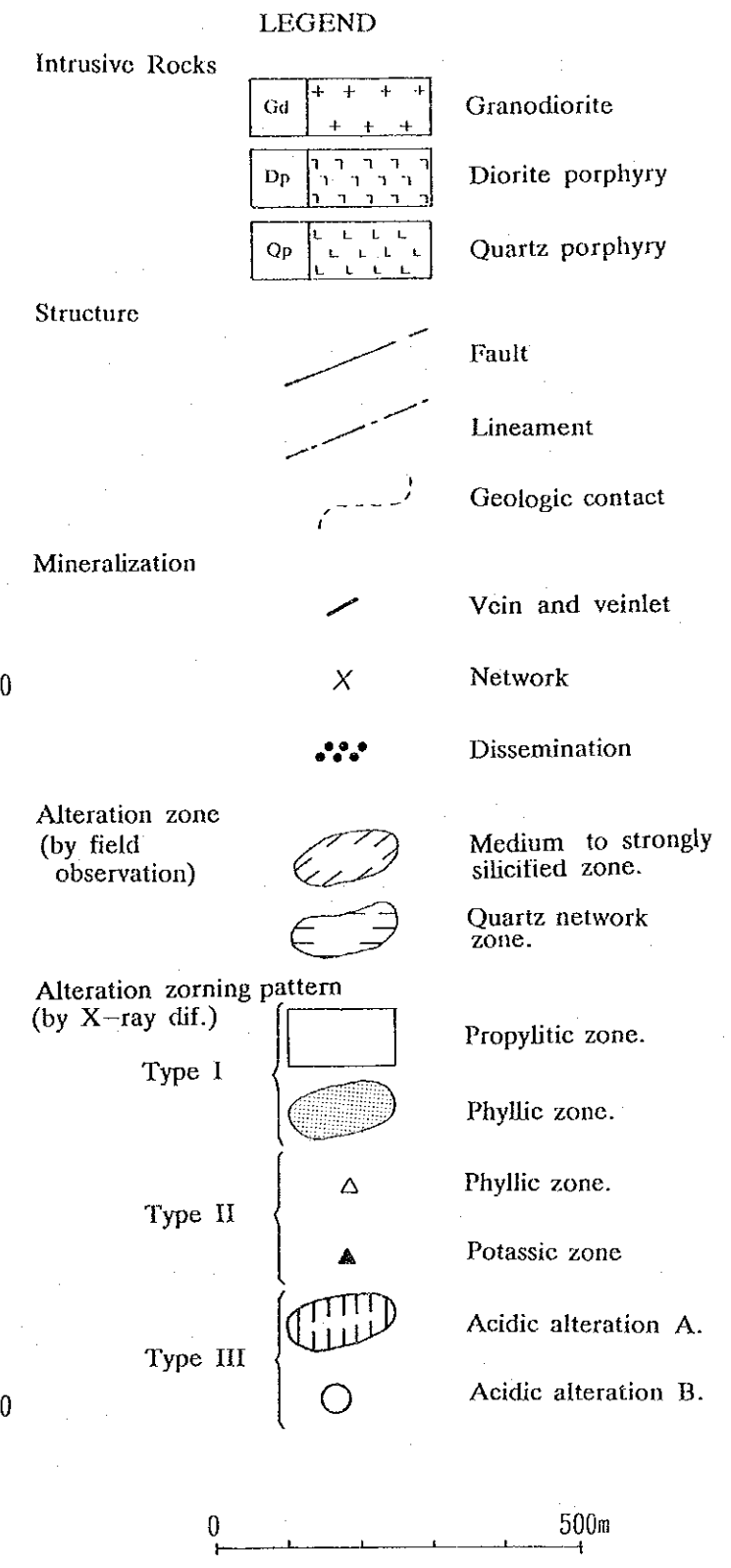
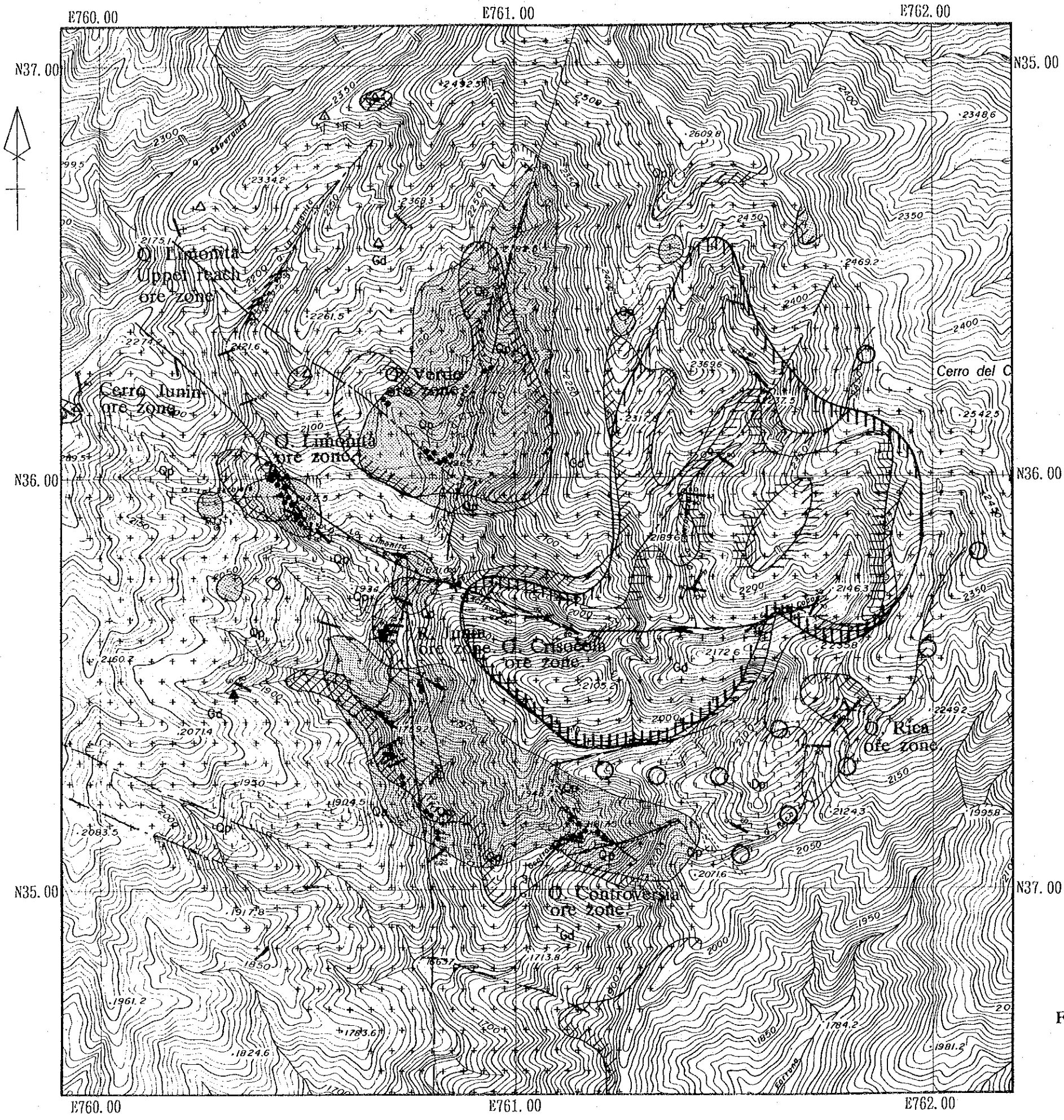


Fig.II-1-3 Mineralized and alteration zone map of the Central zone, Junin area



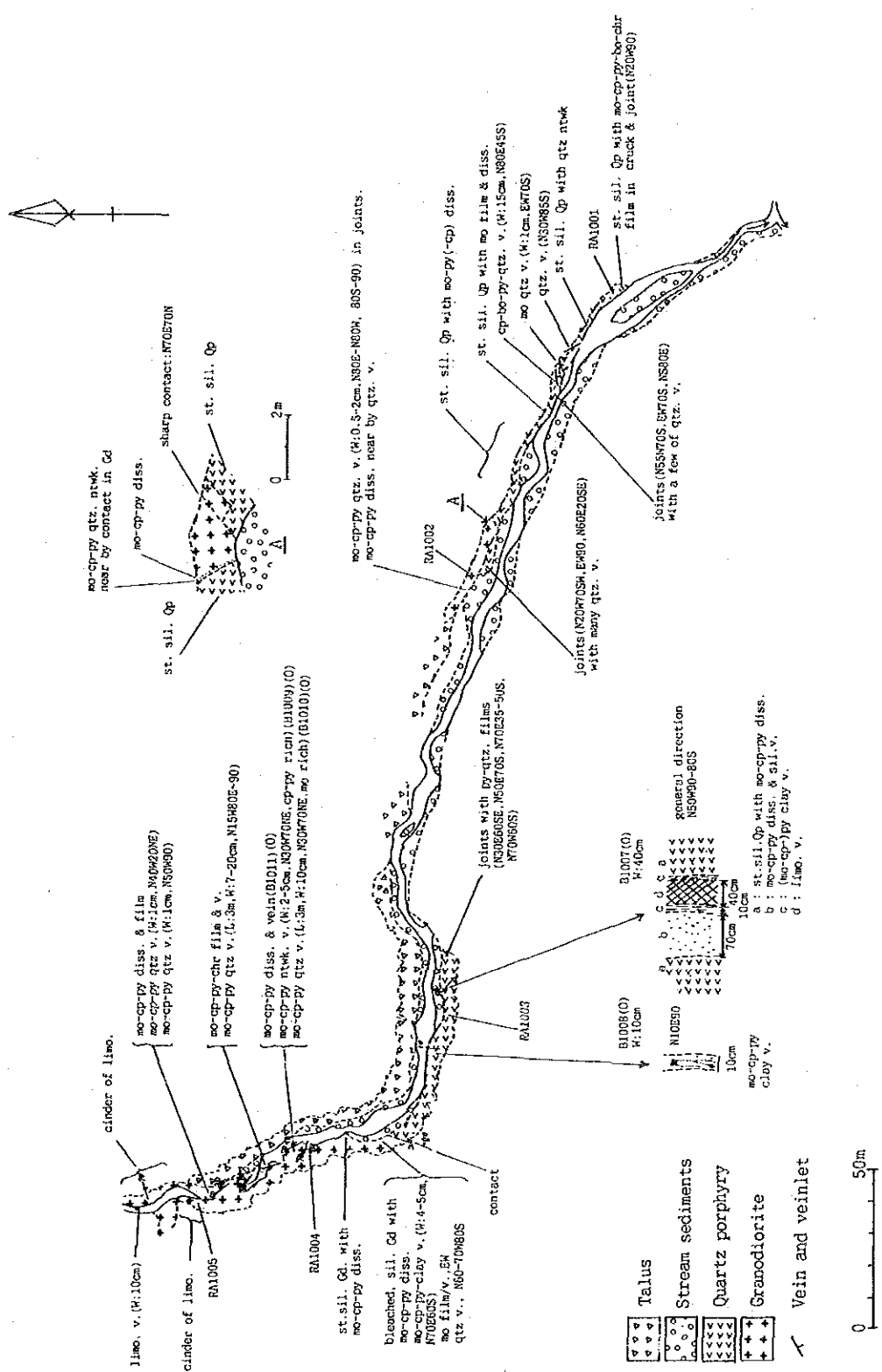


Fig. II-1-4 Sketch of the mineralized outcrop along the Quebrada Limonita



Tab.II-1-3 Mineral assemblages of each alteration zone

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					-----	

(Cerro Junin) 鉍化帯が含まれる。両方の脈質を有するものにはリモニタ沢鉍化帯・コントロールベルシア沢鉍化帯が含まれる。脈幅は5 cm~3 mに達する。

リモニタ沢上流鉍化帯は、NE-SW系のリニアメントにほぼ平行して、エシェロン状に200 m間発達する。クリソコラ沢鉍化帯では、赤銅鉍-黒銅鉍、輝銅鉍及び自然銅の含有量が高い。フニン川鉍化帯は、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1 m以上のものが5本発達する。コントロールベルシア沢下流のものはNW-SE系の石英斑岩の周囲に平行に発達する。リモニタ沢鉍化帯・フニン川鉍化帯・コントロールベルシア沢鉍化帯では、タイプIにタイプIIが重複して分布する。

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2 mから3 mに亘る。脈際変質鉍物として、石英、カリ長石及び絹雲母が存在する (Tab. II-1-3, Appendix 3)。

鉍石分析の結果、タイプII Aでは、リモニタ沢鉍化帯の試料 (A1012) は、Cu 42.42%、Au 0.3g/t及びAg 137.2g/tの鉍石品位で、クリソコラ沢鉍化帯の試料 (E1002) は、Cu 41.62%、Pb 0.03%、Zn 0.07%、Mo 0.39%の鉍石品位であった (Appendix 4)。タイプII Bでは、フニン川鉍化帯の試料 (C1015) は、Cu 2.17%、Au 0.1g/t、Ag 4.6g/t、及びMo 0.97%の鉍石品位で、リカ沢鉍化帯の試料 (E1012) は、Cu 6.23%、Au 0.2 g/t、Ag 32.0g/t、Mo 1.14%の鉍石品位であった。

ここで、特にAgの分析値が高い試料 (A1008, A1012, C1008) について、EPMAによる面分析を行い、Cu、Fe、Ag及びSの分布状態を調べた。その結果、不鮮明ではあるが、Agは斑銅鉍に極微量含まれるようである。

なお、鉍石試料採取方法に関しては、A1012はチャンネル・サンプリングであり、ほかの脈の試料も極力チャンネル・サンプリングに近い採取を心掛けた。また、上記のタイプIの鉍石試料採取はチップ・サンプリングではあったが、鉍化露頭を平均化するように小片をいくつか採取した。

### (3) タイプIIIの変質作用

タイプIIIの変質帯はタイプIII A及びタイプIII Bに分けられる。

タイプIII Aの変質帯はクリソコラ沢~コントロールベルシア上流の東西1 km、南北500 mに亘って認められる。肉眼的には網状の石英脈を伴う珪化帯で幅50 cm~1 mの石英脈が部分的に認められる。X線回折結果では石英の他に絹雲母、カオリン及びハロイサイトが検出され、酸性熱水の関与が推定される。クリソコラ沢鉍化帯の赤銅鉍を主とする鉍脈を除くと、鉍石鉍物は珪孔雀石以外認められない。

タイプIII Bの変質帯は、主として南東部閃緑斑岩上に分布し、肉眼的には珪化が、X線回折結果では石英-絹雲母の組合わせが認められる。

局部的に岩石地化学探査のAu-Ag異常が抽出されている。

## 1-2 地化学探査

### 1-2-1 探査目的

地化学探査の目的は、本区域の岩石における鉱化・変質作用に関連する元素の抽出とそれらの分散を調べることである。

### 1-2-2 探査方法

#### (1) 試料採取及び試料調整

地質調査と平行して、本区域全体の沢及び尾根の露頭から、ほぼ均等に計で305個の岩石試料を採取した(Pl. II-1-4)。採取点の間隔は平均約100mであるが、沢での二次銅鉱物の極端な濃集が認められる箇所と、尾根での風化が進んでいる箇所での採取を避けたので、そのような箇所では採取点の間隔は100m以上である。

採取方法としては、同一露頭の約1~2m四方の範囲から、少量ずつ数点から計約500グラムを採取した。また、各試料の採取点情報として、地質状況、変質のタイプ・強度等を記録した。

採取した試料は二次鉱物があればそれを除去し、300グラムに秤量した。さらに、粉碎・調製後、四分法により1試料につき50グラムを分析用とし、50グラムを予備として保存した。

#### (2) 化学分析

試料は、現地にて300グラムの秤量後に、大手開発地科学研究所で化学分析を行った。対象元素は、252件がCu, Pb, Zn, Au, Ag及びMoの6元素で、52件がTotal-Cu, Soluble-Cu, Pb, Zn, Au, Ag及びMoの7元素である。

各元素の化学分析法と検出限界値を、後述する河川堆積物試料のそれと合わせてTab. II-1-4に示す。化学分析の結果は、Appendix 5に示す。

#### (3) データ処理

##### (i) 単変量解析

得られた分析値をコンピュータに入力し、統計処理を行った。この際、処理の都合上検出限界値に満たないものは、検出限界値の半分の値を用いた。また、Soluble-Cuを除いた6元素については、試料を一括して処理した。基本統計量を、Tab. II-1-5に示す。

次に、各元素間の関連性を明かにするために、相関係数を算出した(Tab. II-1-6, Fig. II-1-5)。これによれば、PbとMoの相関がやや強く、他の相関はない。

異常を求めるしきい値の決定には、Kurzul, II. (1988) のExploratory Data Analysis (EDA) 法を使用した。各成分について分析値のヒストグラム及びboxplot を作成した (Fig. II-1