

コロンビア共和国ピエドランチャ地域  
資源開発協力基礎調査報告書

(第2年次)

JICA LIBRARY



1030007E7J

昭和57年5月

金属鉱業事業団  
国際協力事業団

國際協力事業団	
船名 87. 87245	705
登録No. 1 13815	66.1
	MPN

## は し が き

日本政府はコロンビア共和国政府の要請に応え、同国の南西部に位置するビエドランチャ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質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。本調査は昭和55年度を第1年次とする第2年次にあたり、金属鉱業事業団は7名の調査団を編成して、昭和56年8月10日から昭和57年1月14日まで、現地に派遣した。

現地調査は、コロンビア共和国政府関係機関、特に鉱山動力省地質鉱山調査所の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第2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をいただいたコロンビア共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在コロンビア日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和57年3月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

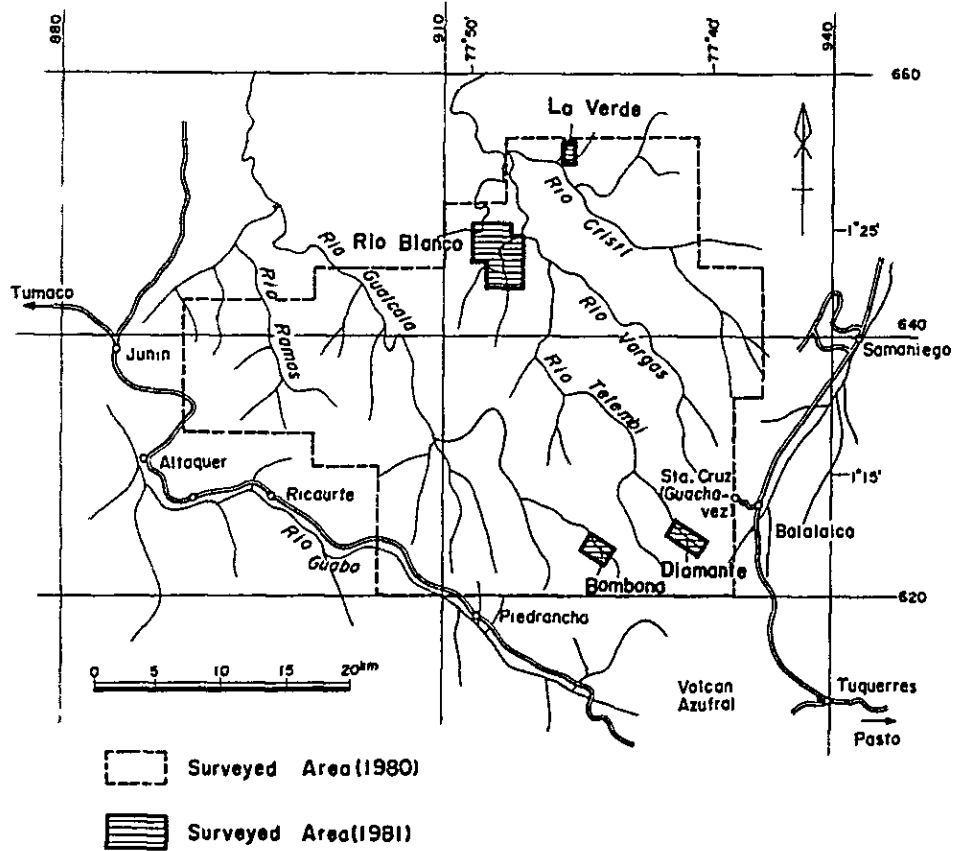
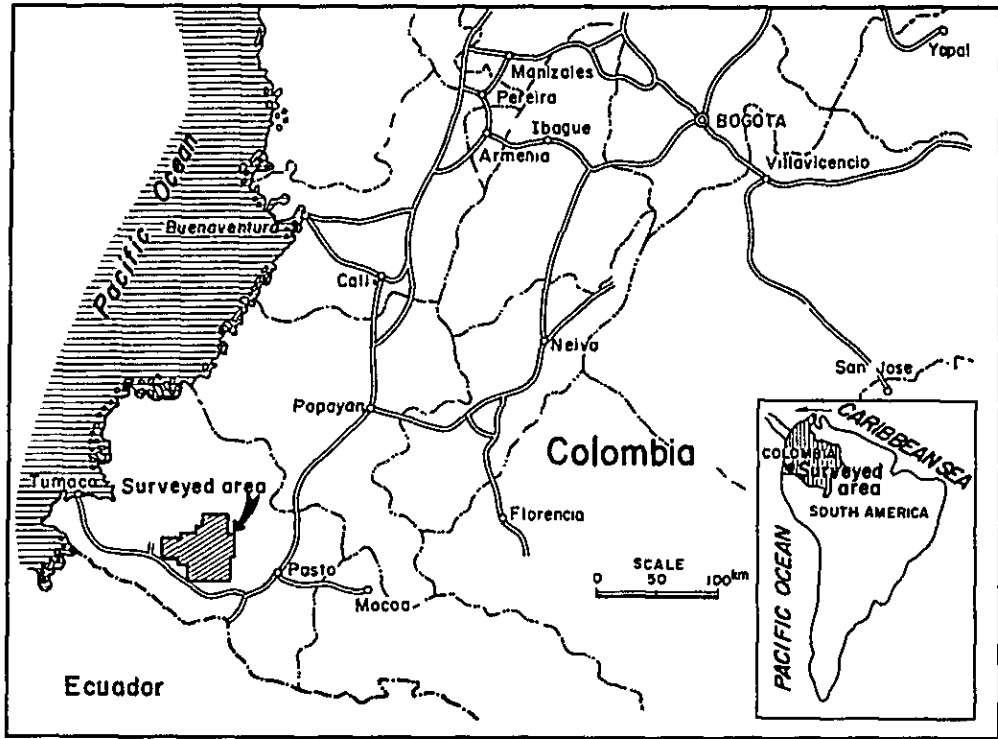


Fig. 1- Location map of the surveyed area

# 目 次

は し が き

調 査 位 置 図

要 約 ..... 1

序 論 ..... 1

各 論

第 I 部 地質調査・地化学探査 ..... I-1

第 II 部 ボーリング工事 ..... II-1

Appendices

Geological and Geochemical Data

Drilling Data

## 要 約

本年次調査は第1年次の広域地質調査により抽出された鉱徴地のうちから優先度の高い4地区(Rio Blanco, La Verde, Diamante および Bambona)を選び、地質調査・地化学探査、ボーリング工事を実施した。調査の目的は、地質構造の解明および鉱床の賦存が期待される地質環境や鉱床胚胎状況を把握し、次段階の探査指針を得ることである。

調査の概要は次のとおり

現地調査期間	:	自昭和56年8月10日	至昭和57年1月14日
人 員	:	日本側技師	7名
		コロンビア側技師	3名
調査面積	:	4地区合計	26.5 Km <sup>2</sup>
踏査総延長	:		163.1 Km
ボーリング掘進長	:	7孔	757.2 m

地区別の調査結果の概要は以下のとおりである。

Rio Blanco地区：本地区の地質は、白亜紀の緑色火山岩類、堆積岩類とこれらに貫入する第三紀の閃緑岩からなる。閃緑岩は径5 Km程度の岩株状を呈し、中心部は粗粒完晶質、周縁部は細粒斑岩質である。本岩の北部周縁部にあたる Dorada 沢では ENE-WSW 方向および NNW-SSE 方向を示す2方向の裂罅が発達し、鉱化帯およびそれに伴う変質帯が分布し、その規模は東西1,000 m 南北500 m の楕円状を呈する。

鉱化帯は母岩中の細脈充填および鉱染状の黄鉄鉱化作用で、所により少量の黄銅鉱が観察される。

変質帯は中心部が珪化作用、周辺部は緑れん石化作用に特徴づけられる帯状分布を示している。

上述の鉱化作用の様式および母岩の変質作用の特徴からみて、本鉱徴地は斑岩銅鉱床型鉱化作用によるものとみられる。

土壌試料による地化学探査の結果、銅・モリブデンの異常帯が上記鉱化・変質帯と同じ範囲に分布することが判明した。本地区に見られる鉱化帯は下部に探鉱余地を残しているものの、谷底に分布し、遠隔地に所在するという不利な立地条件であり、次段階の探鉱は他の同種鉱徴地と充分比較検討の上取組むべきだと考えられる。

La Verde地区：本地区の地質は、白亜紀の緑色火山岩類および砂岩・頁岩互層よりなり、地層は走向南北方向、東に急傾斜する。両者の境界部には第三紀の閃緑岩が貫入している。本貫入岩は南北方向に伸長し、規模は南北2,000 m、東西平均400 m であり、南端は舌端状に閉じている。この閃緑岩中には筋理沿いおよび母岩中に鉱染状を呈する鉱化作用

が見られ、これは黄鉄鉱を主とし、黄銅鉱を伴うものである。

土壌試料による地化学探査の結果、銅・モリブデンの異常が、上記閃緑岩およびこれと接する西側の緑色火山岩分布地帯にかけて抽出され、その広がりには東西300m南北800～1,200mに達している。

本地区に見られる鉱化作用、変質作用も、Rio Blanco 鉱徴地のそれらに類似するが、絹雲母化やカリ長石化を受けた母岩も認められ、鉱化帯の大部分がすでに露出している可能性も考えられる。露出が少なく、まだ調査予地はあるが、全体的に低品位鉱床と思われるため当面の調査対象とはならない。

**Diamante 地区：**本地区には緑色火山岩類が広く分布し、地区の東南隅に花崗閃緑岩の小岩株が貫入している。

本地区内に観察される鉱化作用は全て裂罅充填型の鉱脈鉱床である。鉱化帯はDiamante 主脈鉱化帯、Marina 鉱化帯、及びGitana 鉱化帯の三帯に分けられ、各鉱化帯の中で鉱脈群は雁行状の配列を示している。

鉱脈の一般走向・傾斜はN60°W・70°Nであるが、脈幅は30～900cmと膨縮に富んでいる。

鉱脈の鉱物組成は、鉱石鉱物として黄鉄鉱・硫砒鉄鉱 閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄銅鉱、脈石鉱物は主として石英より成る。

金銀鉱物として、エレクトラム・輝銀鉱・濃紅銀鉱 ポリバサイト・フライバーナイト等が鏡下およびX線マイクロアナライザーにより認められた。

土壌試料による地化学探査の結果、砒素・亜鉛の異常帯は既知鉱脈および地質調査から予想される鉱脈賦存地と良く調和している。

本地区内には、金を対象とする小規模稼行鉱山が6ヶ所に存在する。

**Diamante 地区 ボーリング工事：**本工事はDiamante 主脈鉱化帯に対して実施され、7孔のボーリングのうち4孔で含金鉱脈を捕捉した。捕捉した鉱脈群は、大凡共通した走向・傾斜の内にまとめられ、同一鉱化帯をなすと考えられる。しかしながら、個々の鉱脈は、脈幅およびAu/Ag比の変動が大きく、鉱物組成も異なっており、同一鉱脈が単純に連続しているものかどうかには、なお疑問がある。

ボーリングで捕捉した鉱化帯の水平延長は300m強、脈幅は50～900cm、4孔の着鉱部の脈幅加重平均品位は、平均脈幅278cm品位 Au 89g/t Ag 60g/t Cu 0.14% Pb 0.09% Zn 4.58% As 5.12%である。これらの品位はDiamante 坑内の鉱況とほぼ等しい値を示している。

Bombona 地区：本地区の地質は、第三紀の貫入岩である花崗閃緑岩からなる。鉍化作用は、Diamante 地区と同じく裂隙充填型の鉍脈鉍床である。

鉍化帯は地区内上流部 (Bombona alto) と下流部 (Bombona bajo) との2地帯に観察される。

鉍脈は一般走向  $N60^{\circ}W, 60-90^{\circ}NE$  に傾斜し、雁行状配列を示している。鉍脈の脈幅は、数 *cm* から数十 *cm*、水平延長は  $100-300m$  である。

鉍脈の鉍物組成は、鉍石鉍物として黄鉄鉍・硫砒鉄鉍を主とし、少量の閃亜鉛鉍・方鉛鉍・黄銅鉍を伴ない脈石鉍物は石英より成る。

亜鉛・砒素を指示元素とする土壤地化学探査の結果、既知鉍脈およびその水平延長部に異常帯を抽出し、更に既知鉍脈の平行脈と予想される2地帯に異常帯を抽出した。本地区でも Bombona alto, bajo の2地点で小規模に金鉍脈が稼行されている。高品位部もあるので旧採掘鉍脈の下部および下流部鉍脈群の北西延長に探鉍余地がある。

本年次調査を検討した結果、次年次には下記に述べる調査の実施が望まれる。

#### 1. Diamante 主脈鉍化帯のボーリング探鉍

本調査の目的は、Diamante 主脈鉍化帯の鉍化規制要因を解明し、鉍化作用の連続性、規模等を把握することにより本鉍化帯の開発可否の検討を容易にすると共に、周辺の類似鉍化帯を探査する際の指針を得ることとする。

#### 2. Diamante, Paraiso, Bombona 地区一帯の地質精査

Diamante 地区およびその北西延長地区並びに Bombona 北部一帯に対し、本年次調査により既知鉍脈の延長部探査に極めて有効であった亜鉛・砒素を指示元素とする土壤地化学探査と地質精査とを併用して、鉍脈探査を行い、周辺鉍床のポテンシャルティに関する情報を得ることとする。

#### 3. Ramos 地区地質精査

第1年次調査により斑岩銅鉍床型の鉍徴地として、Rio Blanco, La Verde, Ramos, Sta Rosa, Gualcala-E の5地区が抽出された。本年次は鉍化作用の強さ、地区への接近の容易さ等を考慮して上記5地区中より Rio Blanco, La Verde の2地区を選び調査を行なった。その結果両地区とも閃緑岩に伴なわれる銅鉍化帯が広く分布し、母岩の変質作用、細脈裂隙も発達するが、露頭品位は銅0.3%以下と未だ低品位であり、深部における鉍化作用の好転が、両地区の将来を決める鍵となっている。深部予測の手段としては強制分極法その他による物理探査、ボーリング調査が考えられるが、調査地区への機材搬入に相当の準備作業および費用を必要とする。

従って、斑岩銅鉍床型鉍徴地については、比較的容易な探査手段である地質精査・土壤地



化学探査を行ない、各鉱徴地についての優先順位を定めて、次段階の深部探査に移行すべきであると考えられる。かゝる観点から、次年度の対象地区としてRio Blanco, La Verdeと並んで第1年次に抽出された鉱徴地であるRamos地区に於いて土壌地化学探査を併用した地質精査を行うことを勧告したい。

# 序 論

# 序 論

第 1 章 第一年次調査 .....	2
1-1 調査概要 .....	2
1-2 調査結果 .....	2
第 2 章 本年次調査概要 .....	3
2-1 調査目的 .....	3
2-2 調査方法及び調査内容 .....	3
2-3 調査地域の概要 .....	3
2-4 調査団の編成 .....	4
2-5 調査日程 .....	5

## 第 1 章 第 1 年次調査

### 1-1 調査概要

調査地は、コロンビア共和国の最南端である Nariño 県のほぼ中央部に位置し、調査面積は 1,000Km<sup>2</sup>である。

調査内容は、写真地質解析・地質調査・川砂試料による地化学探査を実施した。調査目的は広域地質構造を解明し、鉱床の賦存が期待される地質環境や、鉱床示徴地を把握することにより、次段階の探査活動の指針を得ることにある。

### 1-2 調査結果

第一年次の調査結果は以下の如くに綜括される。

- (1) 本地域の地質は、白亜紀とされる緑色火山岩類、推積岩類及び第三紀の花崗閃緑岩質貫入岩から構成されている。地域の西部には下位の緑色火山岩類、東部には上位の推積岩類が分布しており、推積岩類は強く褶曲作用を受け広域変成作用を蒙り、更にその後の花崗閃緑岩貫入によるホルンフェルス化を受けている。
- (2) 地化学探査により斑岩銅鉱床型鉱徴地区 5 箇所、金鉱床鉱徴地区 2 箇所が抽出された。
- (3) 写真地質解析により、地質構造線の分布が明らかとなり、特に銅鉱徴地区 5 箇所が N E - S W 系断層群の発達した線上に配置する。
- (4) 全鉱床は北東部に分布する乳白色石英質鉱脈と、南東部の硫化鉱物に富む鉱脈鉱床の 2 群に分かれる。前者は、不規則な鉱脈で、残存鉱量も少ないが、後者は、十分に探鉱の可能性を有して居る。

## 第 2 章 本年次調査概要

### 2-1 調査目的

本年次調査は、前年次調査により抽出された鉱徴地を含む地区に対して、地質調査・地化学探査、ボーリング工事を実施し、地質構造の解明及び鉱床の賦存が期待される地質環境や鉱床胚胎状況を把握することにより、次段階の探査指針を得ることを目的として実施された。

### 2-2 調査方法及び調査内容

本年次の調査は、各地区共に精査段階であり、地質調査・土壌試料による地化学探査が実施された。更に Diamante 地区では、ボーリング工事が実施された。

調査項目の概要は以下の通りである。

地質調査、4 地区の面積合計 265 km<sup>2</sup>、踏査ルート長合計 161km 以上、土壌試料採取数 920 ケ、ボーリング工事 7 孔 757.2 m。

### 2-3 調査地域の概要

本年次の調査地 4 地区は夫々以下の通りである。

#### (1) Rio Blanco 地区：斑岩銅鉱床型鉱徴地

面積 17 km<sup>2</sup>。前年次調査地域内の中央部北端に位置し、調査基地の Guachavez 村から、徒歩行程 3 日間で到達する。

Telembi 川の支流である Rio Blanco 流域を占める。

#### (2) La Verde 地区：斑岩銅鉱床型鉱徴地

面積 2 km<sup>2</sup>。前年次調査地域内の東部図幅のうち北端に位置する。Samaniego 町から徒歩行程 2 日間要す。

Cristal 川の支流である Q. Sergia と Q. La Verde に開析された山間地帯である。

( Q. Quebrada 小川・沢の略語、以下同じ )

#### (3) Diamante 地区：含金多金属鉱脈型鉱床

面積 4.5 km<sup>2</sup>。最寄りの町 Guachavez の西方約 4 km、徒歩 3 時間要す。

前年次調査地域の東部図幅、最南端部に位置し、標高 2,400 m から 3,100 m の山岳地帯を占める。Telembi 川の最上流地である。

#### (4) Bombona 地区：含金多金属鉱脈型鉱床

面積 3 km<sup>2</sup>。最寄りの町 Guachavez の西北西方 12 km、徒歩 7 時間にて到着する。

Gualcalia 川の水源地帯を成す標高 2,400 m から 3,000 m の急峻な山岳地帯に在る。

## 2-4 調査団の編成

### 日本側調査計画及び折衝

Kyuzo	Tadokoro	
田 所	久 造	金属鉱業事業団
Shozo	Sawaya	
沢 谷	勝 三	”
Toshio	Koizumi	
小 泉	俊 夫	金属鉱業事業団

### コロンビア側調査計画及び折衝

Alfonso Lopez Reyna	INGEOMINAS
Hernan Duque-Caro	”
Francisco Zambrano	”
Pedro Antonio Marin	”

### 日本側調査団員

Junnosuke	Oikawa	団長	三井金属エンジニアリング㈱
及 川	準之助		
Yoshihiro	Nagumo	団員(地質)	”
南 雲	義 広		
Norio	Ikeda	”	”
池 田	則 生		
Shigehisa	Fujiwara	”	”
藤 原	茂 久		
Kiyotaka	Obase	団員(試錐)	”
尾 場 瀬	清 孝		
Masao	Kimura	”	”
木 村	正 雄		
Kiyoshi	Sakashita	”	”
坂 下	清		

### コロンビア側調査団員

Pedro Antonio Marin	INGEOMINAS
Abigail Orrego Lopez	”
Raul Muñoz	”

## 2-5 調査日程

日順	月日	曜日	地質班 行程	地質班 調査内容	試錐班 行程	試錐班 調査内容
1	8/10	月	団長, 地質調査団員3名 東京発	移動		
2	11	火	Bogota着	"		
3	12	水	Bogota	表敬, 作業打合せ, 日本大使館, JICA INGEOMINAS		
4	13	木	Bogota発 Calí 経由 Popayan着	移動		
5	14	金	Popayan	調査用品準備		
6	15	土	Popayan発 Pasto着	移動, 食料調達		
7	16	日	Pasto発 Guachavez着	移動		
8	17	月	"	人夫, 馬手配, 入山準備		
9	18	火	Rio Blanco及び Diamante, Bombona	地質調査, 地化学探査		
36	9/14	月	地区内調査, 4調査班 編成	"	試錐団員3名 東京発	移動
37	15	火			Bogota着	"
38	16	水			Bogota	表敬, 作業打合せ, 日本大使館, JICA INGEOMINAS
39	17	木			Bogota発 Popayan着	移動
40	18	金			Popayan発 Guachavez着	"
41	19	土			Guachavez	入山準備
42	20	日			Guachavez発 Diamante着	ヘリポート準備, 仮設 小屋, 試錐座設定等
45	23	水				ヘリコプターによる運搬
48	26	土				
52	30	水	地質班ベースキャンプ へ搬送			
53	10/1	木	Guachavez	調査整理, 次期調査準備	Diamante	試錐掘進作業開始
54	2	金	"	"		
55	3	土	"	"		
56	4	日	"	"		

日順	月日	曜日	地 質 班		試 錐 班	
			行 程	調 査 内 容	行 程	調 査 内 容
57	5	月	入山, La Verde, Diamante, Bombona	地質調査, 地化学探査		
58	6	火				
59	7	水	団長, Bogota発	一時帰国		
60	8	木				
96	11/13	金	地質班ベースキャンプ 掃選	移 動		
97	14	土	Guachavez	調査整理		
98	15	日	・	・		
99	16	月	Guachavez発 Popayan	移 動		
100	17	火	団長 東京発	・	調査整理, 解析作業	
101	18	水	団長	Bogota着	・	
108	25	水	地質班3名 Popayan発	Cali着	移 動	・
109	26	木	Cali発	Bogota着	・	
110	27	金	Bogota着	表敬, 作業報告, 大使館, JICA INGEOMINAS		
111	28	土	地質班3名	Bogota発	移 動	
112	29	日			・	
113	30	月	地質班3名	東京着	・	
139	12/26	土		団長, 試錐班3名 Diamante発 Guachavez着	試錐工事現場作業終了	
140	27	日		Guachavez発	Pasto着	移 動
141	28	月	・	Pasto発	Popayan着	・
142	29	火		Popayan	作業報告 INGEOMINAS	
143	30	水		Popayan発	Cali着	移 動
144	31	木		Cali発	Bogota着	・



日順	月日	曜日	地 質 班 行 程	試 錐 班 行 程
			調 査 内 容	調 査 内 容
145	1/1	金		試錐班3名 Bogota発
146	2	土		・
147	3	日		試錐班3名 東京着
155	1/11	月		作業終了挨拶 中間報告会 ( INGEOMINAS )
156	12	火	団長	Bogota発 移 動
157	13	水		・
158	14	木	団長	東京着

# 各 論

## 第 I 部 地質調査・地化学探査

## 第 I 部 地質調査・地化学探査

第 1 章 調査作業概要 .....	6
1-1 調査地域 .....	6
1-2 調査方法及び調査内容 .....	7
1-2-1 地質調査 .....	8
1-2-2 地化学探査 .....	8
第 2 章 広域地質概要 .....	9
第 3 章 調査地区各論 .....	10
3-1 Rio Blanco 地区 .....	10
3-1-1 地質及び地質構造 .....	10
3-1-2 地化学探査結果 .....	12
3-1-3 鉍化作用 .....	13
3-1-4 考察 .....	15
3-2 La Verde 地区 .....	15
3-2-1 地質及び地質構造 .....	15
3-2-2 地化学探査結果 .....	17
3-2-3 鉍化作用 .....	17
3-2-4 考察 .....	18
3-3 Diamante 地区 .....	19
3-3-1 地質及び地質構造 .....	20
3-3-2 地化学探査結果 .....	21
3-3-3 鉍化作用 .....	22
3-3-4 周辺の鉍床可能性 .....	27
3-3-5 考察 .....	27
3-4 Bombona 地区 .....	28
3-4-1 地質及び地質構造 .....	28
3-4-2 地化学探査結果 .....	29
3-4-3 鉍化作用 .....	30
3-4-4 考察 .....	31

第4章 検討及び結論 .....	I-32
4-1 地質と鉍化作用についての考察 .....	I-32
4-2 結論及び将来への展望 .....	I-36
4-2-1 結          論 .....	I-36
4-2-2 将来への展望 .....	I-38
参 考 文 献 .....	I-40

## LIST OF FIGURES

- Fig. I-1 Location Map of the Surveyed Area
- Fig. I-2 Generalized Stratigraphic Section in the Surveyed Area
- Fig. I-3 Normative Plagioclase (Anorthite) - Alkali Feldspars (Orthoclase + Albite) - Quartz of Granitic Rocks
- Fig. I-4 ACF Diagram (Molar Ratios,  $A=Al_2O_3-Na_2O-K_2O$ ;  $C=CaO$ ;  $F=FeO+MgO$ ) for Granitic Rocks
- Fig. I-5 Variation Diagram of Granitic Rocks (Piedrancha Area 1980, 1981)
- Fig. I-6 Statistic Analysis of Geochemical Data (Cu, Mo), Rio Blanco
- Fig. I-7 Profile Showing Tectonic History in La Verde Area
- Fig. I-8 Statistic Analysis of Geochemical Data (Cu, Mo), La Verde
- Fig. I-9 Statistic Analysis of Geochemical Data (Zn, As), Diamante
- Fig. I-10 Map of the Paraiso Area, Showing Locations and Results of Samplings for Chemical Analysis
- Fig. I-11 Statistic Analysis of Geochemical Data (Zn, As), Bombona
- Fig. I-12 Compiled Map of Rio Blanco Area
- Fig. I-13 Compiled Map of La Verde Area
- Fig. I-14 Compiled Map of Diamante Area
- Fig. I-15 Compiled Map of Bombona Area

## LIST OF TABLES

Table I-1	Age Determination of Granitic Rocks
Table I-2	Chemical Analysis of Rock Samples
Table I-3	Calculation of Normative Minerals of Rock Samples
Table I-4	Statistic Analysis of Soil Samples (Cu, Mo), Rio Blanco
Table I-5	Statistic Analysis of Soil Samples (Cu, Mo), La Verde
Table I-6	Statistic Analysis of Soil Samples (Zn, As), Diamante
Table I-7	Statistic Analysis of Soil Samples (Zn, As), Bombona
Table I-8	Description of the Ore Veins in Bombona Area

## LIST OF PLATES

PL. I-1	Geologic Map of the Surveyed Area (Rio Blanco)	1 : 5,000
PL. I-2	Geologic Map of the Surveyed Area (La Verde)	1 : 2,000
PL. I-3	Geologic Map of the Surveyed Area with Cross Section (Diamante)	1 : 5,000
PL. I-4	Geologic Map of the Surveyed Area with Cross Section (Bombona)	1 : 5,000
PL. I-5	Cross Section (Rio Blanco)	1 : 5,000
PL. I-6	Cross Section (La Verde)	1 : 2,000
PL. I-7	Results of Geochemical Survey for Cu, Mo (Rio Blanco) in Soils	1 : 5,000
PL. I-8	Results of Geochemical Survey for Cu, Mo (La Verde) in Soils	1 : 2,000
PL. I-9	Results of Geochemical Survey for Zn, As (Diamante) in Soils	1 : 5,000
PL. I-10	Results of Geochemical Survey for Zn, As (Bombona) in Soils	1 : 5,000
PL. I-11	Location Map of Soils and Rock Samples (Rio Blanco)	1 : 5,000
PL. I-12	Location Map of Soils and Rock Samples (La Verde)	1 : 2,000
PL. I-13	Location Map of Soils and Rock Samples (Diamante)	1 : 5,000
PL. I-14	Location Map of Soils and Rock Samples (Bombona)	1 : 5,000
PL. I-15	Main Part of the Diamante Mining Area with Longitudinal Section and Results of Chemical Analysis	1 : 2,000

## 第1章 調査作業概要

### 1-1 調査地域

本年次の調査対象地区は以下に記す4地区である。

- (1) Rio Blanco 地区
- (2) La Verde 地区
- (3) Diamante 地区
- (4) Bombona 地区

これらの地区は、いずれも第1年次の調査により抽出された鉱床又は鉱賦賦存地区であって、(1)、(2)には斑岩銅鉱床型鉱賦地が、(3)、(4)には含金多金属鉱脈型鉱床の存在が判明している。

所在地は、コロンビア共和国の太平洋沿岸最南端に位置するNariño 県の略中央部に在り Sta. Cruz, Samaniego, Piedrancha 各郡に属する。

調査地区は、アンデス山脈の一部を成す西部山脈(Cordillera Occidental)中に所在し、急峻な山岳やこれを深く刻む急流地帯に在り、地区毎の標高は500mから3,100mと大きく変化する。

植生は低標高地に繁茂する熱帯樹林帯から灌木、竹類の卓越する高山地帯へと変化し、又降雨量、平均気温も高度に応じて低地の熱帯多雨地帯から高地の冷涼寡雨地帯と地区毎の変化が大きい。

本地域への交通は、Nariño 県の県都Pastoより調査地区の東部にある最寄りの町Guachavez(人家200軒余りの集落)及びSamaniego(人口5千人)へ車道が通じており、定期バスも運行されている。

Pasto, Guachavez間は距離109km, 車による所要時間3時間, 又Guachavez, Samaniego間は距離27km, 車による所要時間1時間である。

しかし、調査地区への道は全て馬、又は徒歩による小道しかない。



各調査地区の説明を下表にまとめて表示する。

調査地区説明表

地区名	対象面積	調査項目	所在地・交通等
(1) Rio Blanco	17km <sup>2</sup>	地質調査 地化学探査	Telembi川支流のBlanco川流域に位置する。標高500m~1,200m。 Guachavezより徒歩3日間の行程で現地に着する。
(2) La Verde	2	同上	Cristal川支流の2沢 Sergia・La Verdeに開析された地に在り、 標高450m~700m。 GuachavezよりSamaniego経由し、徒歩 2日間の行程で現地に着する。
(3) Diamante	4.5	地質調査 地化学探査 ボーリング工事	Telembi川の水源地を成す。 標高2,400m~3,100mの山岳地帯に在る。 Guachavezより、人・馬道が通っており、 徒歩3時間要す。
(4) Bombona	3	地質調査 地化学探査	Gualcala川の水源地を成す。 標高2,400m~3,000mの山岳地帯を占める。 Guachavezより徒歩7時間にて現地に着する。

## 1-2 調査方法及び調査内容

本年次調査は、地質調査及び土壌試料による地化学探査を実施した。調査員は、地質技師4名とカウンターパートのコロンビア側地質技師3名である。現地調査期間は昭和56年8月10日より昭和57年1月11日までの155日間であり、調査結果の解析作業は、現地調査期間中に一部実施したが、採取試料の分析・室内研究等を含めて、その大半は日本で実施した。

### 1-2-1 地質調査

前年次調査で作成した5万分の1地形図を基礎として、調査地区毎に調査基点を定め、縮尺2千分の1の地形測量を実施し、これに地質調査結果を記載した。測量には、牛方製トランシット・コンパス、測距はナイロンテープを使用した。調査測線密度を最大500m、平均300m間隔となるように河川・沢、道を選び必要に応じて測線の一部の刈払いを実施した。

調査要員は、技師1名、助手1名、雑夫2乃至3名、計4乃至5名を1班とする調査班を編成し、各地区の調査面積により、1班乃至3班の調査班を派遣した。

尚、Guachavez に仮事務所を設け、ジープを常時待機させ 又無線機を設置して、INGEOMINASのPopayan, Bogota 事務所との連絡、及び調査地区への食料補給、緊急連絡に供した。

### 1-2-2 地化学探査

本調査は、地形図のない未踏査地域であること、熱帯樹林帯が含まれること等を考慮して、尾根沿いの土壌試料採取を実施した。採取線の間隔は300m乃至500mとし、採取地点間隔を50mとした。

採取土壌は黒色腐蝕土を十分掘り下げ、岩盤が土壌化している所謂B層から採取した。採取深度は、Rio Blanco, La Verde 地区で50乃至100cm、平均80cm、又Diamante, Bombona 地区では100乃至200cm、平均150cm程度である。

採取試料は現地にて乾燥縮分して、INGEOMINAS用と日本向試料とし、分析は日本にて原子吸光法によりRio Blanco, La Verde 両地区は、銅・モリブデン、Diamante, Bombona 両地区は垂鉛・砒素の2元素を実施した。

分析結果の解析は、MESCOのプログラムによる統計的処理を電算機により行った。

## 第2章 広域地質概要

本年次の調査4地区を含む広域の地質は以下の如くにまとめられる。(前年次調査結果)  
地域を構成する岩石は、白亜紀上部とされている緑色火山岩・黒色頁岩、砂礫岩からなる緑色火山岩類である。緑色火山岩類を貫き、第三紀中新世の底盤状花崗閃緑岩体(Piedrancha花崗閃緑岩と呼ばれている)が貫入している。この貫入岩体の周辺には岩株、岩脈状の同質貫入岩が多数存在する。地域の外側南東部には第四紀の安山岩質火山活動産物が、火山地形を残して分布している。

緑色火山岩類は、下位から上位へ、火山岩卓越相から堆積岩卓越相へと岩相変化しており、その分布は西部が火山岩、東部が堆積岩、一部火山岩である。地層の一般走向はNNE-S SWを示している。構造的に大凡南北方向を軸とする一大複合向斜構造を呈しており、その中央部に南北方向に伸長する花崗閃緑岩の貫入岩が出現する。構造線はNW-SE, NE-SW, N-Sの3系統が発達し、前二者は共役せん断面、N-S系は圧縮による破断面を形成すると考えられる。

本年次調査の各地区は上記地質構造中の下記位置を占めている。

Rio Blanco 地区： 緑色火山岩中に小貫入岩体が分布する地帯。

La Verde 地区： 緑色火山岩相と堆積岩相との境界附近で、小貫入岩体が分布する地帯。

Diamante 地区： Piedrancha 花崗閃緑岩の貫入岩体の東部に分布する緑色火山岩地帯。

Bombona 地区： Piedrancha 花崗閃緑岩の東縁部に当る地帯。

一方、本年次の地質精査により判明した調査各地区の層序を取りまとめて、Fig. 1-2 に示す。各地区の詳細は、後出の各論に記述するが、Rio Blanco, La Verde はほぼ同一層準の緑色火山岩類中に入るものとする。

又調査地の各所に底盤、岩株、岩脈状に貫入する花崗質岩の放射年代測定、全岩分析結果から判明した事項は次の通りである。放射年代は  $20.7 - 571 \times 10^6$  年を示し、第三紀中新世～始新世の貫入時期を示している。(Table 1-1)

全岩分析結果の三角ダイアグラム、分化指数(differentiation index, Thornton & Tuttle 1960)によれば、La Verde地区(D-2)は石英モンゾ閃長岩、Rio Blanco地区(R-253)は、石英モンゾニ岩、La Verde地区(V-22)、Diamante地区(ND-52)およびBombona地区(B-22)は花崗岩の領域に図示される。(Fig. 1-3)

又、V-22を除く全試料がI-typeに属する。(Chappel & White 1974, 1977の分類による。Fig. 1-4)

本地域の花崗質岩を同一マグマから分化したと仮定すれば、生成順序は、Canellera岩体→La Verde, Rio Blanco, Diamanteの諸岩体→Piedrancha底盤となる。(Fig. 1-5)



Table I - 1 Age Determination of Granitic Rocks

Sample No.	Locality	Rock Name	Mineral	<sup>40</sup> Ar ppm	<sup>40</sup> K ppm	40ArR/40K	Age M.Y.	Remarks
R-253	Rio Blanco	Micro diorite	Biotite	0.001841	0.542	0.003391	57.1 ±4.3	Biotite very chloritized
ND-52	Diamante	Granodiorite	Biotite	0.000939	0.391	0.002398	40.5 ±3.0	Biotite very chloritized
B-22	Bombona	Granodiorite	Biotite	0.01015	8.340	0.001217	20.7 ±0.8	

$$\lambda e = 0.585 \times 10^{-10} / \text{year}$$

$$40k/k = 1.22 \times 10^{-4} \text{ g/g}$$

$$\lambda \beta = 4.72 \times 10^{-10} / \text{year}$$

$$40ArR : \text{Radiogenic argon } 40$$

Table I -2 Chemical Analysis of Rock Samples

Sample No.	B-002 DIORITE	D-002 DIORITE	ND-052 DIORITE	R-253 DIORITE	V-022 DIORITE
Weight %					
SiO <sub>2</sub>	64.53	57.59	60.12	56.37	61.09
TiO <sub>2</sub>	0.40	0.55	0.50	0.73	0.52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.32	18.50	16.63	18.40	18.08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.71	3.48	1.03	3.07	1.82
FeO	2.74	2.94	4.37	2.70	3.49
MnO	0.10	0.15	0.14	0.10	0.02
MgO	1.77	3.49	2.30	3.62	3.35
CaO	5.37	4.71	6.43	6.62	4.77
Na <sub>2</sub> O	2.91	3.48	1.91	4.30	2.36
K <sub>2</sub> O	1.59	3.21	1.63	1.17	1.33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.14	0.24	0.17	0.83	0.24
CO <sub>2</sub>	0.0	0.0	0.93	0.0	0.0
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0.50	1.45	2.24	1.15	3.15
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.14	0.83	0.61	0.48	0.61
total	99.22	100.62	99.01	99.54	100.83
FeO + MnO	42.22	29.10	54.09	27.37	38.19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub>	31.38	38.00	18.34	37.22	25.42
MgO	26.39	32.90	27.57	35.41	36.39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Na <sub>2</sub> O-K <sub>2</sub> O	37.37	30.14	33.08	28.67	36.60
CaO	33.72	27.75	32.99	34.31	24.89
FeO + MgO	28.90	42.11	33.93	37.02	38.51

Table I-3 Calculation of Normative Minerals of Rock Samples

Sample No.	B-022	D-002	ND-052	R-253	V-022	
Weight %						
Q	26.72	9.75	27.20	9.20	26.66	
C	1.40	1.33	2.76	0.01	4.80	
OR	9.53	19.29	10.24	7.06	8.10	
AB	24.98	29.94	17.18	37.16	20.57	
AN	26.09	22.16	26.49	28.00	22.76	
Sal. total	88.72	82.47	83.87	81.43	82.89	
EN-HY	4.47	8.84	6.09	9.21	8.59	
FS-HY	3.19	1.93	7.03	1.43	4.21	
MT	2.52	5.13	1.59	4.55	2.72	
IL	0.77	1.06	1.01	1.42	1.02	
AP	0.33	0.57	0.42	1.96	0.57	
Fem. total	11.28	17.53	16.13	18.57	17.11	
Color index	11.28	17.53	16.13	18.57	17.11	
Weight percentage	Q	30.60	12.02	33.53	11.30	34.14
	OR+AB	39.52	60.67	33.81	54.31	36.71
	AN	29.88	27.31	32.66	34.39	29.15

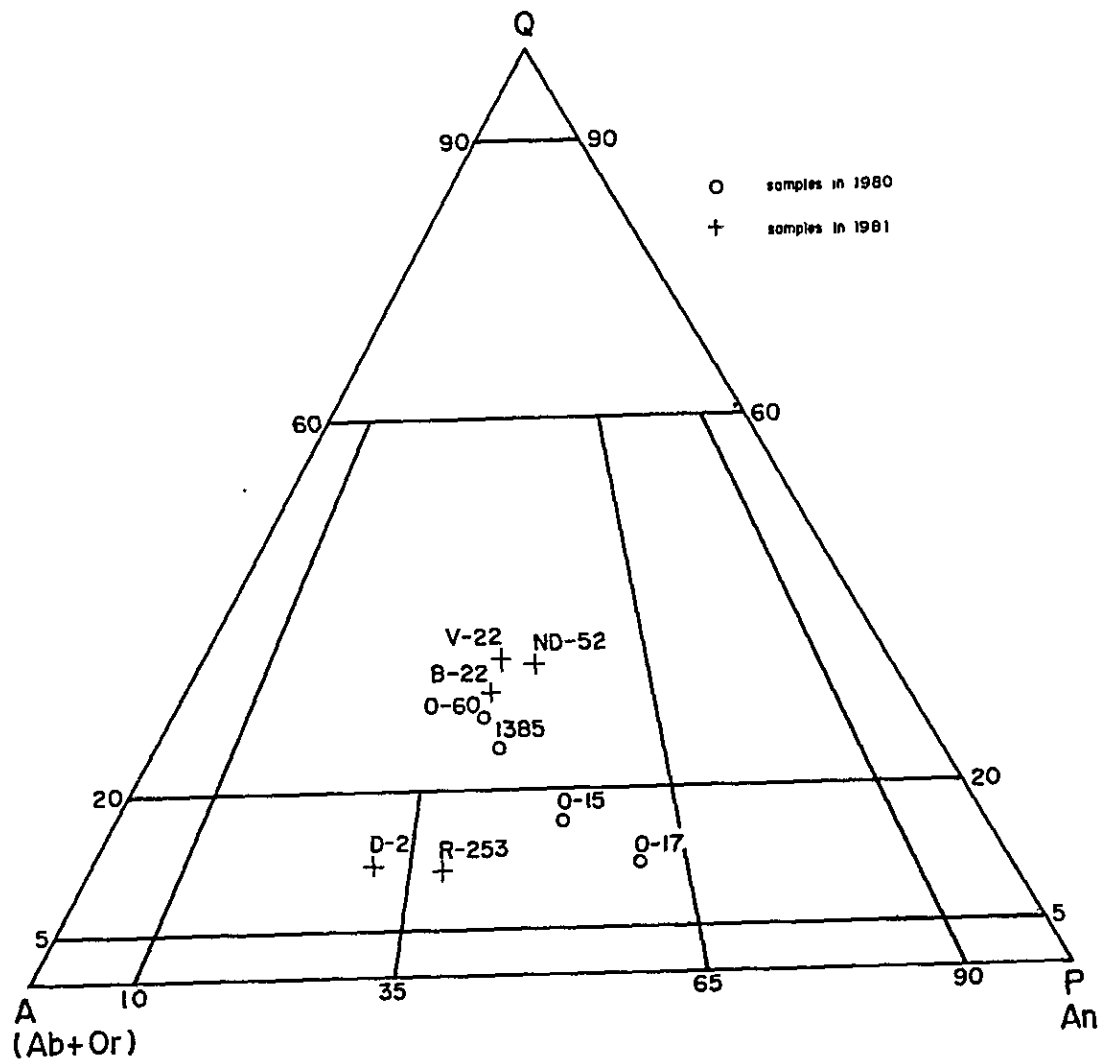


Fig. I-3 Normative plagioclase (anorthite) — alkali feldspars  
 (orthoclase + albite) — quartz of granitic rocks (Geotimes, 1973)



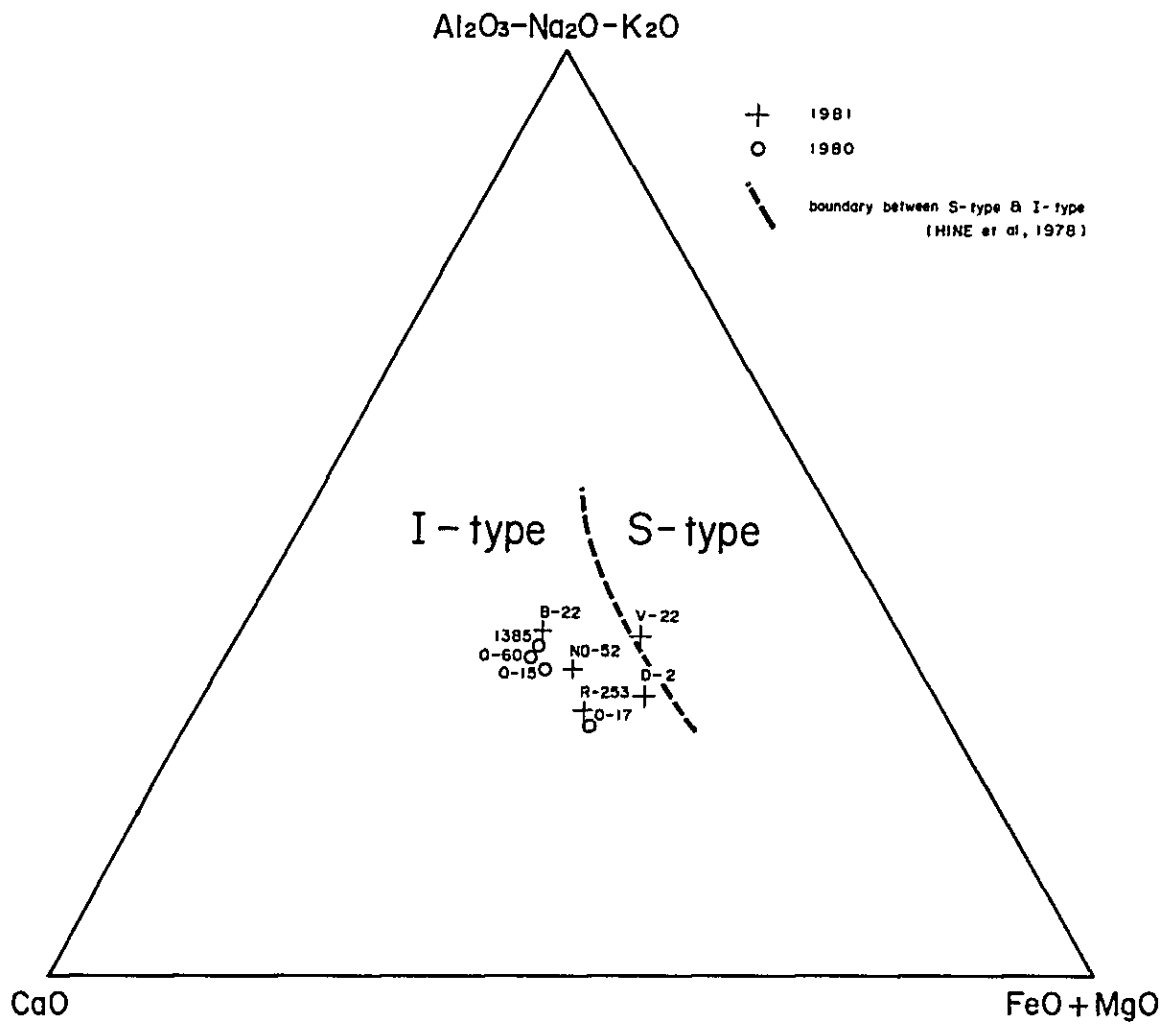


Fig I-4 ACF diagram ( molar ratios, A =  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O}$ ,  
C = CaO, F = FeO + MgO) for granitic rocks

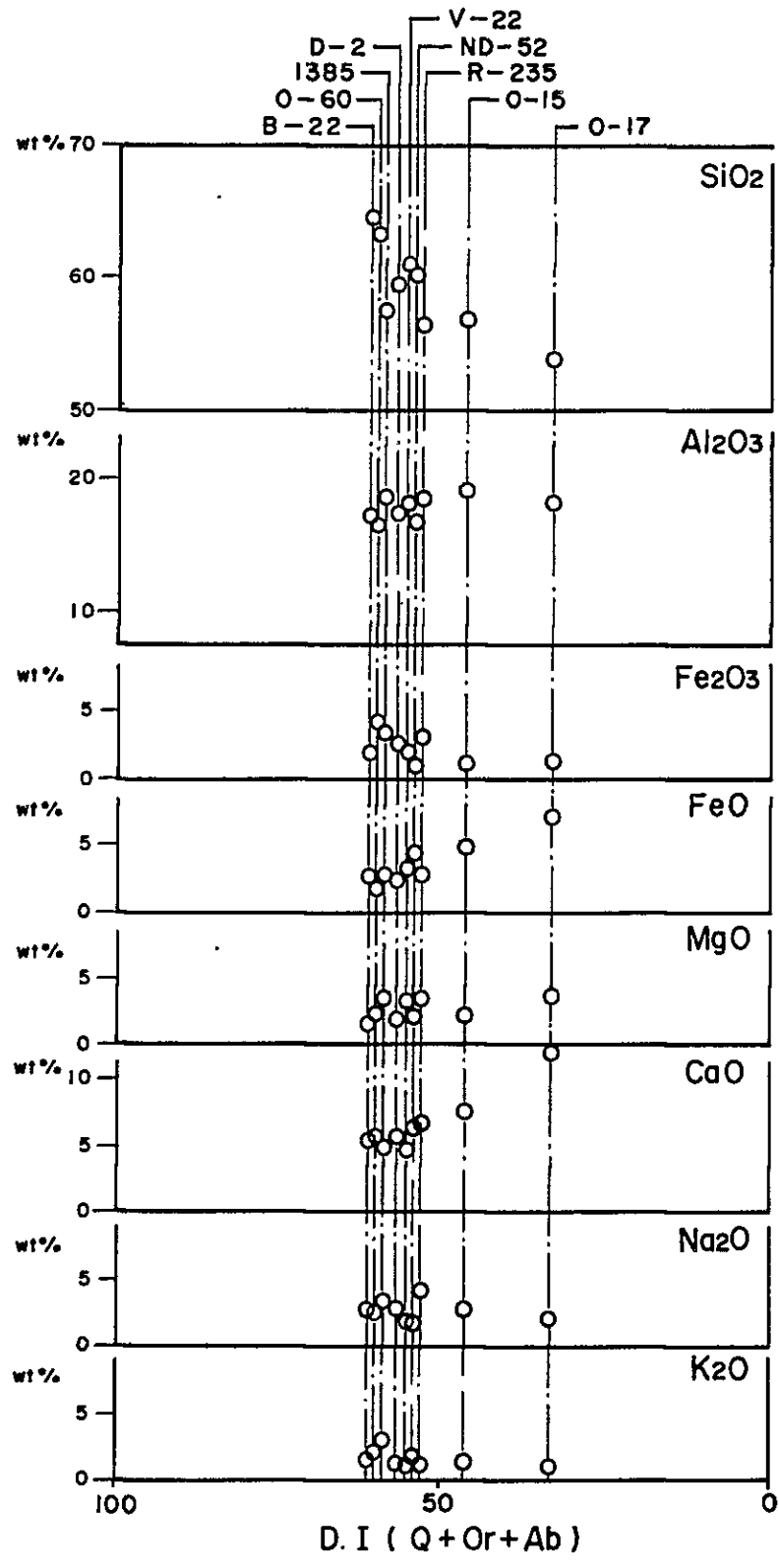


Fig. I - 5 Variation diagram of granitic rocks ( Piedrancha area 1980,1981 )

## 第3章 調査地区各論

### 3-1 Rio Blanco 地区

本地区は第一年次調査地域の中央部北端に位置し、Rio Telembi の支流である Rio Blanco 下流域を占める。

地区の広がり、Rio Telembi と Rio Blanco との合流点を基点とする北に 1 km、南に 4 km、西に 4 km のほぼ長方形をなし、面積は 17 km<sup>2</sup> である。

北端部に Rio Telembi の支沢 Q. Naya、南端部に Rio Blanco の支沢 Q. Chapilal を含む。

地区内の標高は、Rio Blanco 右岸のベースキャンプ地を 600 m と定め、500 m ~ 1,200 m に及んでいる。調査基地の Guachavez 部落より北西方直距 25 km、馬を利用して 3 日間の行程である。

植生繁茂したジャングルであるが、数軒の開拓農家が点在する。

#### 3-1-1 地質及び地質構造

##### (1) 地 質

本地域の地質は、Diabasa 層群と考えられる白亜紀の堆積岩類と、それに貫入した第三紀貫入岩類から構成される。

##### 堆 積 岩 類

本岩類は北西部の Q. Naya 流域、中央北部の Q. Dorada 及び南西部の Rio Blanco 上流に分布する。

岩相は下位から上位へ、珩質凝灰岩、黒色頁岩と砂岩との互層である。

##### 珩質凝灰岩：

本岩は緑色の緻密堅硬岩で、層厚 20 cm ~ 50 cm の層理を示す。これは細粒緻密層と結晶質凝灰岩（斑晶は角閃石の外形を保った緑泥石が目立つ）との互層である。全般に緑泥石化、緑れん石化を受けており、緑泥石中に黄鉄鉱を晶出している。

磁性は無いが、あっても微弱である。

鏡下 (R-242) では、破碎状組織を呈する。細粒 (0.2 mm) の石英・斜長石・角閃石および方解石などの鉱物間を微細なフェルシック鉱物の集合体が充填している部分と、粗粒 (1.5 mm) の斜長石および角閃石を主とし少量の石英・安山岩岩片を含む部分が認められる。全体に緑泥石化・緑れん石化作用を受け不透明鉱物も散在する。

##### 黒色頁岩：

本岩は黒～灰色を呈する泥質岩である。砂岩と厚さ数 cm ~ 数 10 cm 単位の互層を作る所もある。

Q. Dorada では、ルーフ・ペンダント状の産状を示し、黒色～灰褐色のラミナが顕著で、全般に珪化作用をうけている。

又、Q. Naya 支沢では、方解石細脈が不規則方向に発達する。同沢上流の貫入岩近傍では、Q. Dorada と同様に珪化作用を受け、更に緑泥石化作用も受けている。

#### 砂 岩：

本岩は灰白色、中～細粒の凝灰質砂岩である。粘板岩との薄互層部では弱い級化層理が観察される。又、Q. Nayaの本岩には、径 2 cm 大の粘板岩角礫を含む多孔質堅硬岩層があり、構造解析の key-bed となる。

#### 貫入岩類

本岩類は地区の大半を占める細粒閃緑岩と小岩脈状の優白質花崗岩、閃緑岩・岩脈とから成る。

#### 細粒閃緑岩：

本岩は緑色～淡灰緑色塊状岩であり、岩質は花崗閃緑岩～閃緑岩である。粒径 2 mm 以下の細粒岩が大部分を占めるが、分布地域の中央部西寄り Rio Blanco 上流地には、粒径 3～4 mm の粗粒完晶質部を芯として、中粒部（3 mm 前後）が粗粒部を取巻く、粒度による同心円状の構造が認められる。本岩の主要構成鉱物は、角閃石・斜長石・石英で、しばしば多量の磁鉄鉱を含有する。

鏡下では（R-253）、等粒状（0.2～0.3 mm）の角閃石・斜長石を主成分とし、カリ長石・石英を少量伴う。副成分としてせつ石・不透明鉱物が点在する。

角閃石は他形で弱い緑泥石・緑れん石化を受けており、斜長石は累帯構造・双晶が発達し、全体に汚濁している。本岩は放射年代測定の結果  $5.71 \times 10^6$  となり第三紀始新世を示した。

#### 優白質花崗岩岩脈：

地区東部の Q. Liza に脈幅 5 m の岩脈として出現する。

#### 閃緑岩岩脈：

Q. Naya, Rio Blanco 上流, Q. Chapilal 等に、NW-SE, NE-SW, E-W 方向の岩脈として出現する。

角閃石の 5～7 mm 大の斑晶を持つことが特徴的である。

#### 岩石相互関係

堆積岩類の走向・傾斜を切って、細粒閃緑岩が分布する。又、Q. Naya 流域に分布する頁岩-粘板岩、砂岩層の傾斜は細粒閃緑岩近傍で乱れ、かつ急傾斜となることが観察される。岩脈類は、堆積岩類、細粒閃緑岩を切っている。

## (2) 地 質 構 造

堆積岩類の一般走向・傾斜は、Q. Naya では、ほぼ E-W・10°N、Q. Dorada 支沢の細

粒閃緑岩地帯に小露出する砂岩頁岩互層は、走向 $N40^{\circ}-70^{\circ}E$ 、急傾斜を示し、北側境界は、走向 $N85^{\circ}E$  傾斜 $85^{\circ}S$ である。

Rio Blanco 上流左岸では、珪質凝灰岩の走向・傾斜は $N25^{\circ}-30^{\circ}E \cdot 40^{\circ}-50^{\circ}NW$ を示す。

細粒閃緑岩体は中心部粗粒、外周部細粒の粒度変化を示し、全体としては径約5kmのボス状構造を形成する。

岩脈類は、NE-SW, NW-SEの2方向が多く、細粒閃緑岩の外形に調和的な方向と、これに直交する方向として注目される。

本地区の線構造として、① NE-SW~ENE-WSW, ② NNW-SSE~NW-SE, ③ N-Sの三方向が顕著である。

①は、Rio BlancoからQ. Doradaを通る構造線、Q. Chapilal 上流の鉍化帯方向

②は、Q. Nayaから、Q. Doradaに向う断層、Rio Blanco 上流にて、堆積岩類と細粒閃緑岩を分つ断層。

③は、Rio Blanco 中流の川の流路方向として認められる。

又、細粒閃緑岩は、ボス状構造を示すが、北部にて、②の方向、西部にて①の方向に伸びる突出部を形成しており、上記線構造は、貫入岩の貫入方向も一部規制していたと考えられる。

### 3-1-2 地化学探査結果

本地区の地化学探査は、斑岩銅鉍床の探査を目的として、指示元素、銅・モリブデン(以下Cu, Moと記す)を選び、尾根沿いの土壌試料を採取した。分析試料数は657個である。分析結果は巻末A-I-1に示した。統計処理は分析値の常用対数を取り、地区全体を1集団として計算した。解析結果(Fig. I-6, Table I-4 参照)は以下の通りである。

累積度数曲線は、Cuについてはほぼ直線的であるが、Moは、2つの屈折点が認められ、2つの母集団の存在を示している。分布の形は、Cu, Moともに負のskewnessを取り、やや右歪みとなる。又、kurtosisは、Cuがほぼ正常の形、Moは尖度が大きくなる。

Cu, Mo間の相関関係は弱い正相関である。

Cuの分析値は範囲：max, 2501 ppm min. <1 ppm. 平均値：49.5 ppmを示し、Moは範囲：max. 14 ppm, min, <1 ppm, 平均値：1.9 ppmである。

各々の元素につき、平均値+標準偏差を弱異常値、平均値+2×標準偏差を強異常値として異常値が集中的に分布するところを異常帯として抽出した。

Cu 異常帯は、①~⑤の5帯、Mo異常帯は⑥~⑧の3帯となる。(PL. I-7 参照)

各異常帯の記述は、以下の如くである。

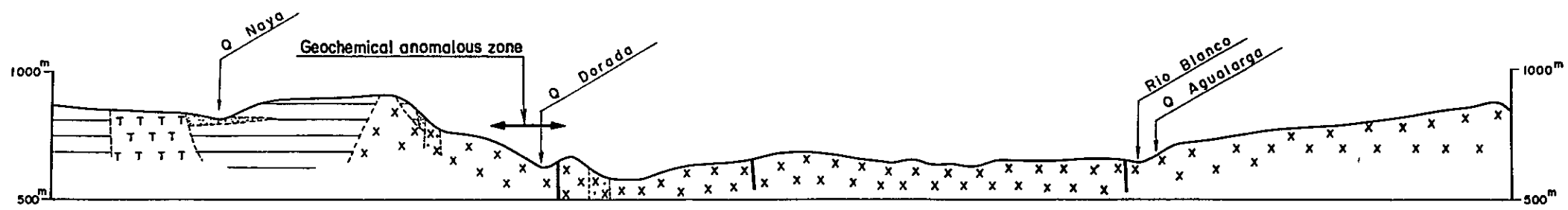
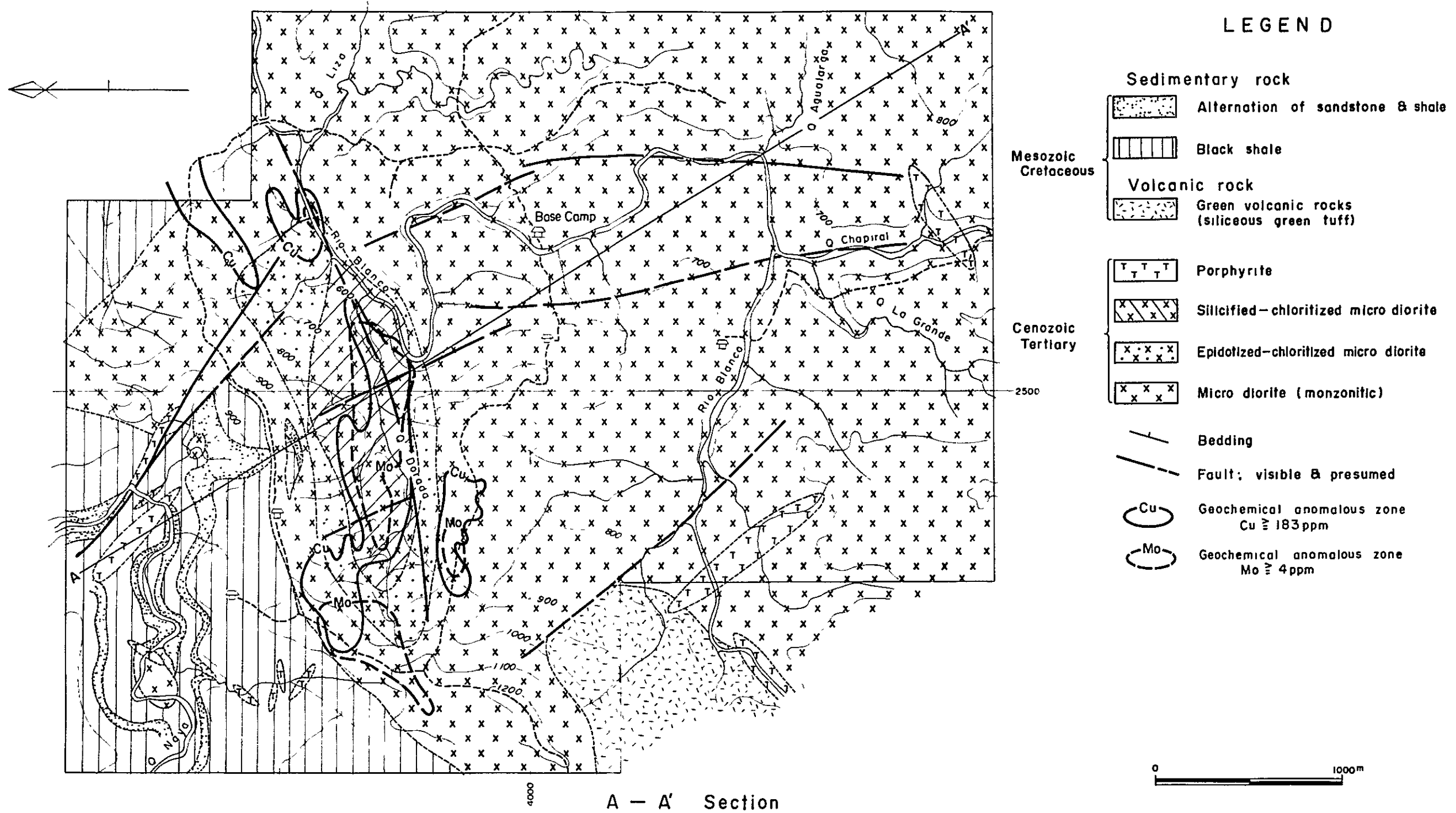


Fig.I-12 Compiled map of Rio Blanco area

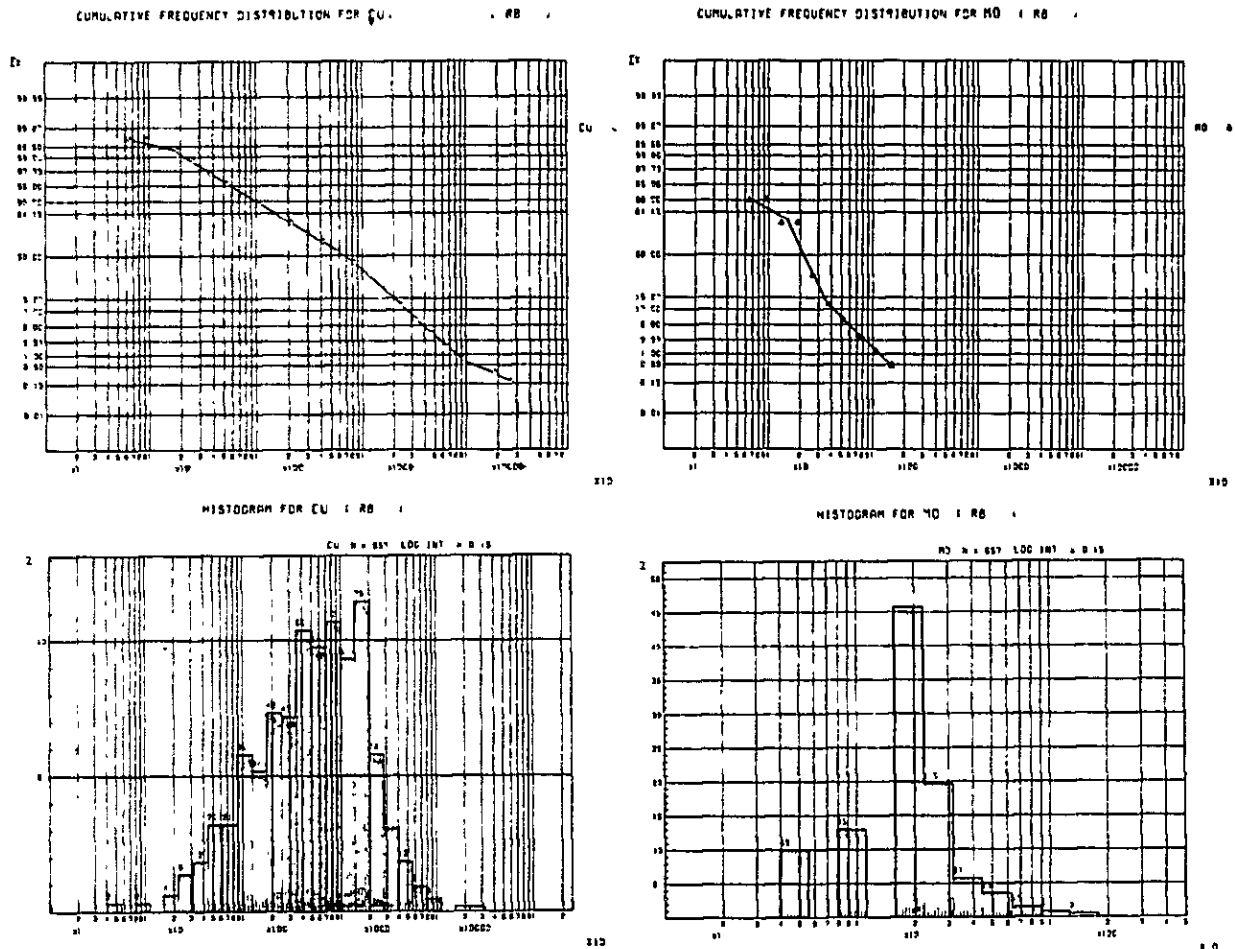


Fig. I-6 Statistic Analysis of Geochemical Data (Cu, Mo), Rio Blanco

Table I-4 Statistic Analysis of Soil Samples (Cu, Mo), Rio Blanco

Area	Element	b	b+s	b+2S	Skew	Kurtosis	Number of Samples	Correlation Coefficient
Rio Blanco	Cu	49.5	182.8	674.5	-0.400	0.013	657	-0.128 (Cu, Mo)
	Mo	1.9	3.7	6.9	-0.403	0.554	657	

b: mean background value, ppm

s: standard deviation, ppm

b+2S: threshold value, ppm

Cu異常帯① Dorada 沢を中心とする地帯：本地区に於ける最大の異常帯であり、Mo異常帯の⑩を内部に包含する。

異常帯は沢と同一のENE-WSW方向に伸長し、強異常帯 $100m \times 400m$ 、これを包み弱異常帯 $300m \times 1,900m$ の広がりをもつ。強異常帯中には連続する3採取地点にて、990、1698、2501ppmの高品位部が存在する。

本帯は、地質調査でも閃緑岩が珪化作用を受け、かつcm単位の節理が発達し、強い黄鉄鉱化作用を受けている地帯に一致する。

① Dorada 沢の左岸支沢：①の北東方 $500 \sim 800m$ に在り、2帯に分かれる弱異常帯である。大きさは、 $100m \times 700m$ 、 $150m \times 400m$ 程度であり、①の外縁帯と考えられる。

② Dorada 沢南側の分水嶺：前と同じく①の南外縁帯を成し3~4帯に分れる弱異常帯である。大きさは最大の異常帯が $150m \times 600m$ 程度である。

③ Rio Blanco 中流右岸の尾根：点在する弱異常帯の集合で広がり的大小、異常値の大きさは、ともに小さい。

④ Rio Blanco 上流右岸：③よりも更に小さい弱異常帯である。

Mo異常帯⑩ Dorada 沢を中心とする地帯：Cuと同じく、本地区の最大の異常値である。強異常帯 $200m \times 500m$ を包み弱異常帯 $250m \times 1,000m$ が広がっている。

⑩ Dorada 沢西方の尾根：⑩の西方 $500m$ の尾根に分布する弱異常帯で大きさは $200m \times 700m$ 程度である。

①、⑩の外縁を作る異常帯と考えられる。

⑪ Rio Blanco 中流左岸の尾根：点在する弱異常帯で大きさは $100m \times 200m$ 程度である。

以上の異常帯を検討すると、本地区に於いて取り上げるべき異常帯は、①、⑩を中心とし、①①、⑩ 迄含めたDorada 沢を中心とする地帯となり、その他の地帯の重要度は低い。

### 3-1-3 鉍化作用

本地区で観察される鉍化作用は、細粒閃緑岩中の節理沿い及び同岩中へ鉍染する黄鉄鉍化作用であるが、所により少量の黄銅鉍及び輝銅鉍を伴う。

磁鉄鉍は閃緑岩体中に脈状或いは鉍染状にかなり普遍的に見られる。本地区内における主要鉍化帯は、Dorada 沢の流域一帯であるが、北部のNaya 沢流域を除く全地区内で、閃緑岩中に割れ目充填の弱い黄鉄鉍化が観察される。Chapital 沢の上流域では、割れ目沿いの焼けを追跡した小規模坑道探鉍跡が2、3ヶ所発見された。



(1) Dorada 沢流域一帯： 本沢は ENE-WSW 方向の断層に沿って発達したものと考えられ、同方向に深く刻まれた谷を形成している。

流域は、西にある南北方向の主尾根と、これから派生し東北東方向に伸びる平行な 2 本の支尾根で限られており、主沢との比高は、北側支尾根が 250 m 強、南側支尾根は若干低く 200 m 強となっている。

南北支尾根間は約 1,000 m、主尾根と沢の本流への合流点との直距離は 2,000 m である。

主沢の合流点から 1,500 m 上流迄、黄鉄鉱化した閃緑岩が続いている。本岩は数 cm 単位の割目が発達し、割目沿いに黄鉄鉱のフィルム及び母岩中に鉱染状の黄鉄鉱が見られる。黄鉄鉱の量は 3-5% に達する。又、少量の黄銅鉱も黄鉄鉱と共生して存在している。同時に本岩は珪化作用、緑泥石化作用を受け、有色鉱物は結晶外形から角閃石、又は輝石であったと推定できるに過ぎない。特に強く珪化した露岩では二次鉱物として、輝銅鉱及び磁鉄鉱の小結晶が見られることがある。

本沢より採取した露岩試料品位は下記の如くである。

試料番号	採取長 m	分析値	
		Cu %	Au g/t
R-206	10	0.04	tr
R-210	3	0.07	tr
R-213	10	0.25	tr
R-214	20	0.07	tr

前述した珪化・緑泥石化帯は Dorada 沢より分岐する多数の支沢中にも拡がり、全体として ENE-WSW 方向に伸びる楕円状（長軸 1700 m、短軸 500 m）を呈している。

本変質帯は沢の合流点より更に 400 m 北東方向へ延びている。この珪化・緑泥石化帯の外側は、有色鉱物がはっきりと見分けられる閃緑岩となり、緑れん石を細脈、又は斑点状に含む緑れん石化作用が特徴的な変質帯となっている。母岩中の割れ目も数 10 cm 単位となり、黄鉄鉱化作用も若干低くなる。

本鉱化帯は、ENE-WSW 方向の裂罅を中心として中心部、珪化・緑泥石化、その外縁部、緑れん石・緑泥石化の帯状変質をする斑岩銅鉱床型の変質を示している。

(2) Chapilal 沢上流域： 閃緑岩中の焼けを追いかけたもので、往時の金探鉱跡と考えられる。NE-SW に伸長する割れ目充填型の鉱微であるが、粘土化を受けた母岩が見られるだけである。

川岸の露頭から 1-2 m の深さまで試掘された後、放置された。

### 3-1-4 考 察

#### (1) 地質と鉍化作用

本調査地区の最大鉍徴である Dorada 沢流域の鉍化帯は、

- ① 細粒閃緑岩体の北部周縁部
- ② ENE-SWS 系および NNW-SSE 系の線構造の交会部

に位置している。即ち、ほぼ円形を成す閃緑岩体の北部周縁に近いため、貫入境界線とほぼ平行な方向 (NE-SW) とそれに直交する放射状方向の裂罅が出来易い環境にあり、それに地域的な構造線生成力が加って、局部的に割れ目の発達した地区を生じたと解される。

鉍化帯は Dorada 沢を形成する ENE-SWS の割れ目を主要通路として、楕円状に伸長する黄鉄鉍化帯 (少量の黄銅鉍を伴う) を作っている。

川岸露頭試料 (4ヶ) の含銅量は、0.04%~0.25% と低品位である。

母岩の変質作用は、主要通路を中心とする珪化・緑泥石化帯 - 緑れん石・緑泥石化帯の果帯構造を示しており、黄鉄鉍化の最強部は珪化・緑泥石化帯に略一致している。

#### (2) 地化学探査結果と鉍化作用

地化学探査の異常帯も Dorada 沢流域が最強かつ最大の異常を作っており、黄鉄鉍化帯と極めて良く一致する分布を示している。

#### (3) 以上から Dorada 沢流域は斑岩銅鉍床の示徴であることは明らかであり、黄鉄鉍化帯変質作用も広範囲に広がることから要探鉍地区の1つとして考えられる。

### 3-2 La Verde 地区

調査地は、Samaniego の北西約 2.7 km に位置し、Rio Cristal の支流である、La Verde 沢の下流域を占める。地区の大きさは La Verde を西端、Sergia 沢を南端とする、南北 2 km、東西 1 km の面積 2 km<sup>2</sup> の地域である。

地区内の標高は、La Verde と支沢との合流点を基準点 (標高 500 m) とし、450 m~700 m に亘る。

調査地への交通は、Samaniego より車で 1 時間半の Terminal から Decio Buena Vista, Betaña を経て、馬上 2 日間要する。

#### 3-2-1 地質及び地質構造

##### (1) 地 質

本地区の地質は、Rio Blanco 同様 Diabasa 層群の堆積岩類と玄武岩溶岩及びそれらに貫入した閃緑岩から構成される。



## 玄武岩溶岩

本岩は、調査地区南西部に分布する。層厚150m+, 暗緑色～黒色を呈する粗粒玄武岩溶岩で、枕状構造、自破砕構造、流理構造等がしばしば観察される。

緑泥石化変質を受けており、風化面では、砂岩状を呈する部分も観察される。

鏡下では(V-1)ドレライト組織を呈し、主要構成鉱物は、普通輝石(0.3-4.0mm)、斜長石(0.1-1.0mm)であり、輝石は緑泥石・粘土鉱物に交代された仮像を示している。

## 堆積岩類

本岩類は調査地区の東半部に広く分布する。層厚450m+。岩相は黒色頁岩及び明灰色～紫灰色の細、中粒砂岩よりなる。頁岩が優勢に分布し、地質図上の砂岩層は砂岩と頁岩薄互層及び砂岩卓越層を含めて表示している。

黒色頁岩は、層理面にほぼ平行の細い剝離面が発達する。砂岩は石灰質でしばしばブーディン構造が観察される。頁岩と砂岩の互層は数cm～数10cm単位の薄互層である。

## 閃緑岩

本岩は地区中央部にて、南北方向に伸長する分布を示し、南部で幅100m、北部では700m以上となる。

本岩は灰色～緑色を呈し、色指数は10-20%の割れ目の多い岩石である。

主要構成鉱物は角閃石・斜長石から成り、角閃石は殆んど全て緑泥石に変わり、結晶外形を残すだけである。有色鉱物の粒径は1-2mmと細粒である。

本岩と玄武岩との接触部付近では、斜長石4mm大の斑晶を伴う斑状組織が認められる。

鏡下では(V-22)、弱い斑状組織を呈し、斑晶の斜長石は、カリ長石・緑泥石・絹雲母化を受けていることが観察された。

## (2) 地質構造

玄武岩溶岩には枕状構造が観察されるその構造は、球顆状残留部の配列によれば走向・傾斜N10°-23°W・35°NEを示す。

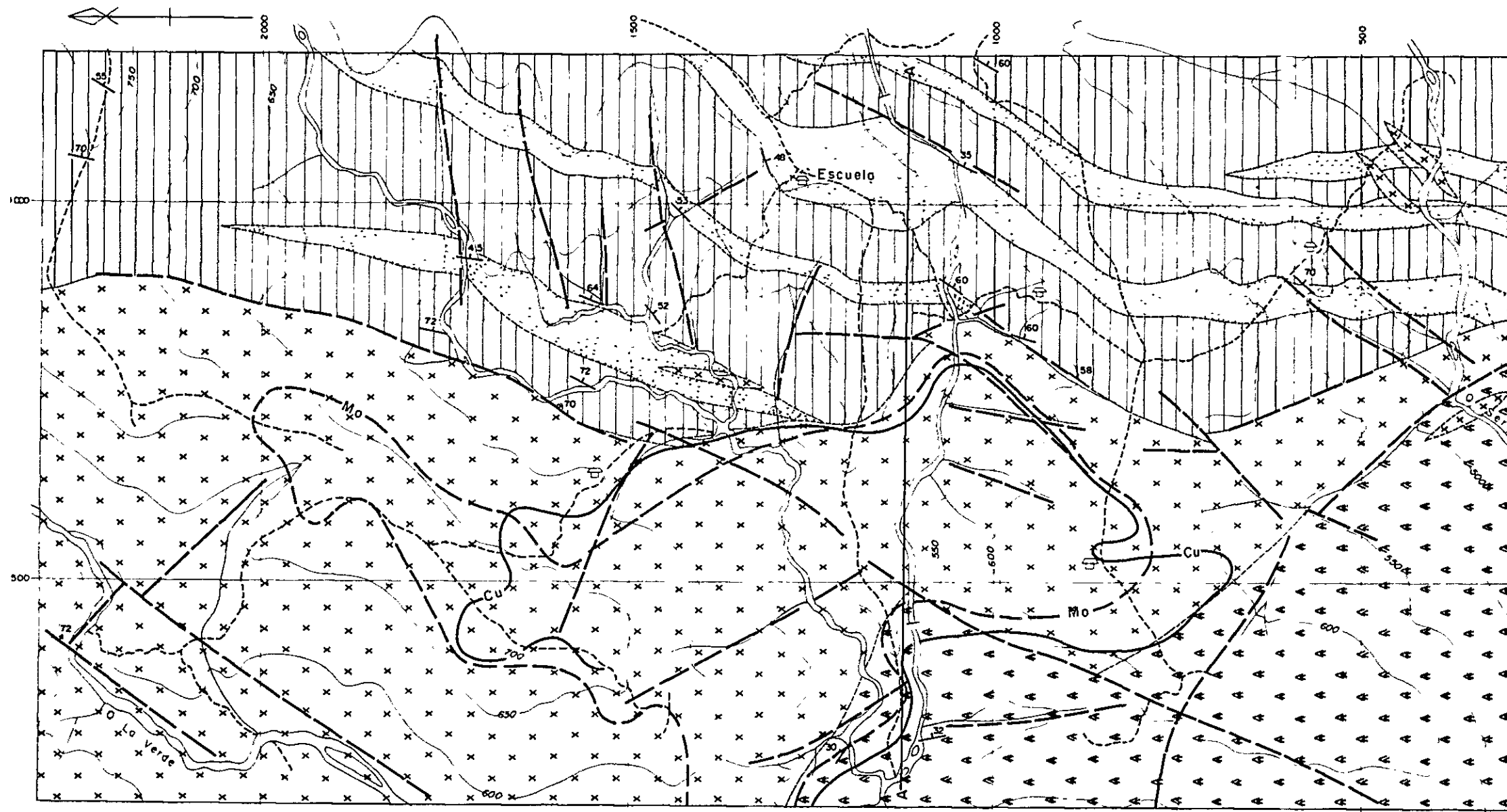
又、堆積岩類の一般構造は走向・傾斜N30°-50°E・50°-70°Eの同斜構造である。

従来の調査結果から玄武岩が下位に堆積岩が上位になる。

閃緑岩の伸長方向は大凡N-S方向で、堆積岩類の走向・傾斜を切っている。両岩の接触部付近はミロナイト化作用を受けている。

断層は、NE-SW, NW-SE, N-S, E-Wの4系統が発達しており、特にNE-SW, NW-SE両系統の断層の組合せにより、N-S方向に伸びる閃緑岩の岩体が規制されている。また、E-W系統は堆積岩分布地域に発達する。

本地区の構造発達史をモデル化して、Fig. 1-7に示す。



**LEGEND**

- |                        |  |  |   |
|------------------------|--|--|---|
|                        |  | Sandstone ~ alternation of sandstone & shale |   |
| Mesozoic<br>Cretaceous |  | Black shale                                  |   |
|                        |  | Basalt lava                                  |   |
| Intrusive              |  | Micro diorite                                | Geochemical anomalous zone<br>Cu $\geq$ 447 ppm |
|                        |  | Bedding                                      | Geochemical anomalous zone<br>Mo $\geq$ 2 ppm   |
|                        |  | Fault, visible & presumed                    |   |



**A - A' Section**

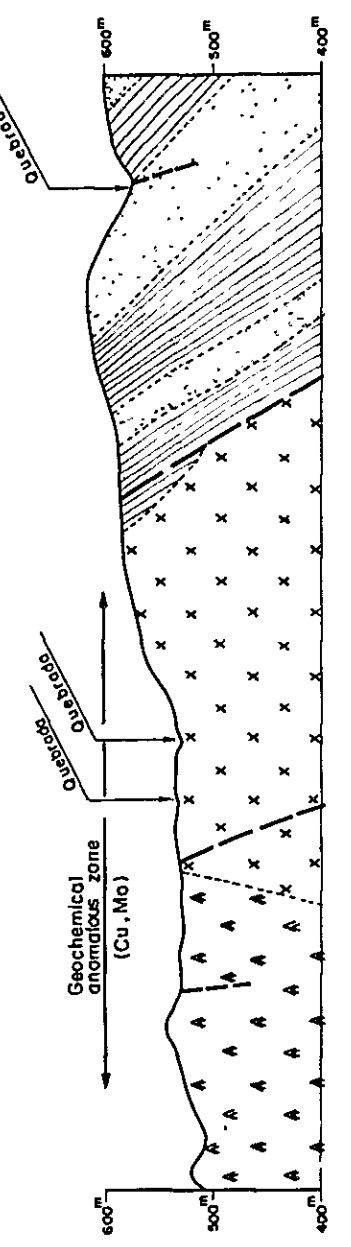


Fig. I-13 Compiled map of La Verde area

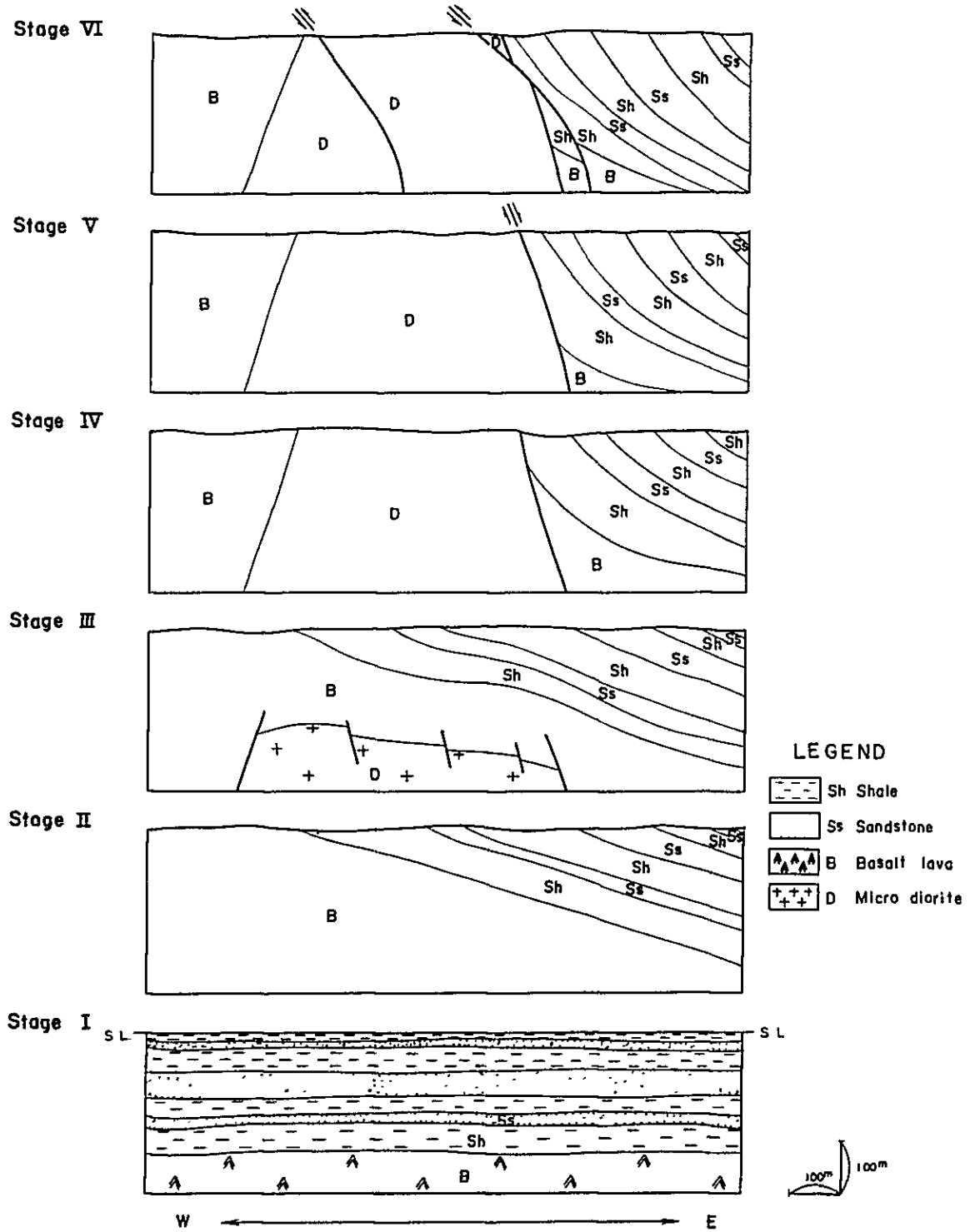


Fig. 1-7 Profile showing tectonic history in La Verde area

### 3-2-2 地化学探査結果

本地区の土壌分析結果をA. 1-1に示す。分析元素はRio Blanco地区と同じく、Cu, Mo, 試料数は122箇である。これらのコンピューターによる統計処理を1集団として実施した。(Fig. 1-8)

Cuの累積度数曲線は3回の屈折が認められ、3つの母集団の存在を示唆している。これは、地域を構成する三岩相(閃緑岩、玄武岩および堆積岩類)を反映しているものと思われる。Moの累積度数曲線は負の方に屈折し、母集団の低い値側に分析値の片寄りがあることを示している。

分布の形は、Cuがやや右に歪み尖度は正常であるが、Moは左に歪んで頂部が丸くなっている。統計数値をTable 1-5に示す。

Cu分析値は範囲: max. 997 ppm min. 17 ppm, 平均値: 204.2 ppm, Moは範囲: max. 7 ppm, min. 0.5 ppm, 平均値: 0.9 ppmを示す。

各々の元素につき、平均値+標準偏差を弱異常値、平均値+2×標準偏差を強異常値として異常帯を抽出した。

Cu/Moの相関係数は0.538となり、正相関が認められる。

#### 異常帯の抽出

本地区の異常帯は一地域にまとめられる。この異常帯は数点の強異常値を含む、Cu, Moの弱異常帯であり、明瞭に閃緑岩の分布と調和している。その広がりは大凡NS×EW 800m×300m Cu, 1200m×300m Moである。

この異常帯は西部で未閉鎖で、閃緑岩の伸びとともに更に広がる可能性がある。(PL. 1-8 参照)

### 3-2-3 鉍化作用

本地区で観察される鉍化作用は、(1) 閃緑岩中の格子状細脈裂罅を充填する黄鉄鉍-少量の黄銅鉍及び孔雀石、(2) 裂罅充填型の黄鉄鉍-黄銅鉍-粘土脈、(3) 漂砂金である。

(2), (3)の鉍化作用は小規模のものである。

(1)は地区中央部の二本の支沢中に露出しており、母岩は緑泥石化・粘土化を受けた閃緑岩である。この鉍化閃緑岩とこれに質かれる玄武岩溶岩中に白色細脈網目状に石英・沸石脈が観察される。

鉍化帯は東西方向に約300m、南北方向に300m+の広がりを有する。NE, NW, E-W系の節理・小裂罅が発達しており黄鉄鉍が割れ目充填及び母岩中へ鉍染状に入っている。銅鉍物の含有が認められる学校南の沢中の露岩では、3m間中にNE-SW~ENE-WSW系の細脈(2~10mm幅)の黄銅鉍-孔雀石-黄鉄鉍・石英脈が5~6条観察される。

露岩試料の分析結果は次の通り。

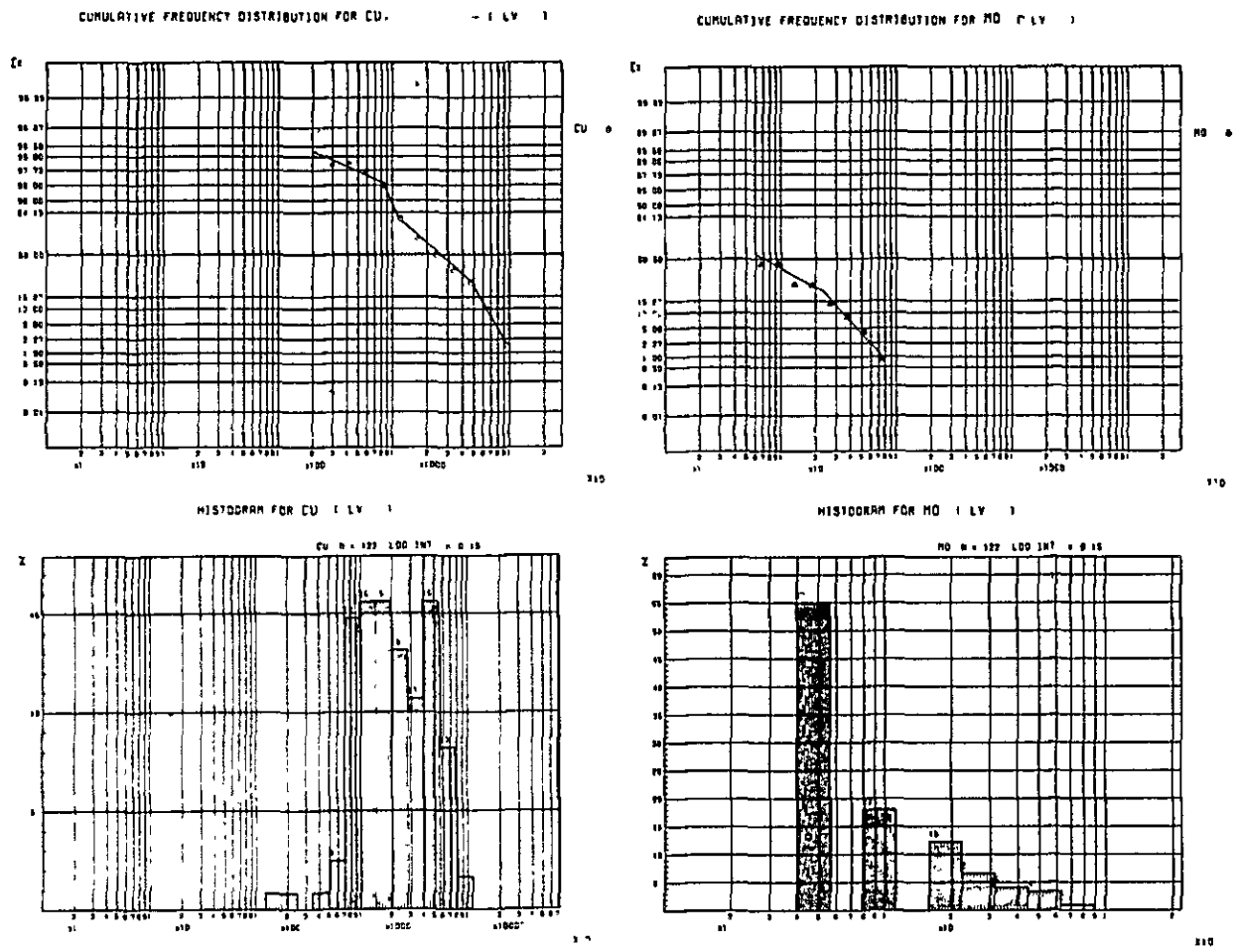


Fig. I-8 Statistic Analysis of Geochemical Data (Cu, Mo), La Verde

Table I-5 Statistic Analysis of Soil Samples (Cu, Mo), La Verde

Area	Element	b	b+S	b+2S	Skew	Kurtosis	Number of Samples	Correlation Coefficient
La Verde	Cu	204.2	446.7	977.2	-0.293	-0.006	122	0.538 (Cu, Mo)
	Mo	0.9	2.0	4.3	0.969	-0.381	122	

b: mean background value, ppm

s: standard deviation, ppm

b+2S: threshold value, ppm



試料番号	採取長 m	分析値	
		Cu %	Au g/t
V-13	20	0.07	tr
V-18	30	0.05	tr
V-21	20	0.13	tr
V-55	3	0.00	tr
V-58	3	0.03	tr
V-60	3	0.05	tr

一方同一地区にて1年次は次の分析値を得ている。

	採取長	Cu %	Mo ppm
1013-2 (V-21の下流50m)	3 m	0.27	9
1357 (V-13, V-21の中間)	3	0.29	60
1362 (V-60の上流40m)	3	0.16	5

以上の分析値から、Cu 0.1%以上の部分は、閃緑岩の東半分には片寄るものと推察される。

(2)は調査地最北端のLa verde沢右岸に見られる。

ここでは、走向・傾斜N36°E・72°Eの黄鉄鉱・黄銅鉱の鉱染を含む粘土脈(脈幅0.7~0.8m)が観察される。

母岩は、著しく緑泥石・緑れん石化を受けた閃緑岩である。

(3)は、調査地南部のSergia沢、La Verde沢間の東西方向尾根に見られ、地元民により漂砂金が発見されている。場所は尾根より40~50m下った南斜面の溜沢中で露岩は見られない。パンニングにより金粒2~3粒発見している。

### 3-2-4 考 察

#### 地質と鉱化作用

本地区の主要鉱化作用は、細脈裂隙充填した黄鉄鉱と少量の黄銅鉱鉱化作用である。この鉱化作用は、閃緑岩の分布する域内に限られ、銅品位の良好部は岩体東半部に片寄る傾向を示している。母岩の変質作用は、有色鉱物の緑泥石化を主とし、弱い珪化作用及び銅品位良好部の西から北西にかけて、石英-沸石の白色細脈群が観察される。鏡下では斜長石の一部カリ長石化、絹雲母化も見出されている。

裂罅系は三方向の節理・裂罅が発達している。

鉍化の規模は小さく、強度は低いきらいはあるが、斑岩銅鉍床型の鉍微であると考えられる。

#### 鉍化作用と地化学探査異常

地化学探査異常帯は、Cu, Mo の複合帯として鉍化露頭を含む、東西300m, 南北800~1200mの広がりをもつ。

以上を勘案して、本地区に対して、次に述べるような探鉍が勧告される。

- (1) 対象地区 地化学探査異常帯
- (2) 方法 格子状精密地化学探査、深度300m程度の強制分極法及び磁力探査等による物理探査、その結果が良ければ、3~4本の検証試錐

### 3-3 Diamante 地区

Diamante 鉍山は、Santa Cruz 郡 Guachavez 町の南西、直距約4kmにあり、Telembi 川の最上流 Diamante 沢の右岸に位置する。標高2500mから2700mまでの間に多数の旧坑が分布し、近年の金・銀の価格上昇に伴い、それらの旧坑の内、6ヶ所が取開けされ、夫々数人の作業員により手掘り採掘が行われている。

地形は、西コルディレラ山脈の尾根線に近いため、非常に急峻で傾斜30度を越す地形も珍しくない。赤道に近いが高度のため気温は10°-20°Cでしのぎ易い。但し、4-5月と10-12月には降雨が多く、湿気が強い。上流部分は気温低く笹や低い灌木のみであるが、下流には15m前後の樹木繁茂し、熱帯林の様相を呈する。

本地区には自動車道路がなく、Guachavez 町からは徒歩又は馬背(約3時間)による他ないが、30数年前に造りかけた自動車道路の跡が残っており、それを利用すれば道路工事を比較的容易に行うことができる。

本地区に対する第1年次調査では、最も旧坑が多いDiamante 脈を中心として坑内外の概査が行われた。その際13ヶの鉍石分析試料が採取され、分析・検討の結果、砒素鉍物を多量に含む難点があるものの、含金・銀品位は比較的高く、少量ながら亜鉛・銅・鉛を随伴する上、鉍脈規模も延長数百米、脈幅数米に達する部分もあるので、更に調査を加えるべき価値があるものと評価された。

その結果、本年次の調査作業として、次の調査が計画され実施された。

- (1) Diamante 主脈に対するボーリング工事7本、延長合計740m
- (2) 主脈を中心とする4.5km<sup>2</sup>の地質精査および土壌地化学探査

ボーリング工事の結果、7本のボーリング孔中4本が金・亜鉛鉍脈に着鉍し、更に地表の地質調査・地化学探査によって主脈の構造の他、主脈とほぼ平行なMarina鉍化帯の存在が明らか

かとなってきた。又、鉍石試料の顕微鏡的研究およびX線による鑑定試験によって、鉍物組成や共生関係も明らかとなった。

調査ルートは谷川沿い、道路(山道)沿い、および尾根沿いなど曲線ルートではあるが、調査地区全域をほぼ250m間隔の格子でカバーするように設定し、間縄・簡易コンパス使用により、地形をマッピングしながら地質記載を行った。地化学探査はほぼ500m間隔の尾根線上に鉍脈一般走向(NW-SE)と交叉する方向(NE-SW)のサンプリングラインを設定し、そのライン上で50m毎の土壌サンプリングを行い、計80ヶの試料を採取した。

なお、調査地区外南部に花崗閃緑岩の露出が発見されたことと、未完成自動車道路の測量を兼ね、調査面積を約30%拡大した。

ボーリング工事の詳細と各孔毎の地質・鉍化作用については第II部に記載してあり、以下には地質調査・地化学探査結果について報告するが、本項末尾3-3-4考察の項では、ボーリング結果も併せて総合的な評価を行った。

### 3-3-1 地質及び地質構造

地形急峻のため、谷川の河床や両岸に岩石の露出は比較的良好である。本地区の地質は全般的に単調で、塊岩状凝灰角礫岩が分布し、場所による変化も乏しい。外観は緑色塊状で内部の礫は歪円礫ないし円礫状をなし、直径5ないし20cmの礫が不規則に分布し、成層面は見られない。マトリックス部分にも3ないし10mmの細かい礫が見られる。礫中にもマトリックス部分にも、緑泥石化作用又は緑泥石化作用を受けた大きさ2-4mmの短柱状暗緑色鉍物および方解石化作用又は絹雲母化作用を受けて白色となった2-3mm大の斜長石が斑晶状に観察される。顕微鏡下では、自形ないし半自形の斜長石が絹雲母化、珪化、緑泥石化、方解石化作用を受けているのが観察され、又単斜輝石にあったと推定される有色鉍物が透角閃石、絹雲母、方解石、緑泥石によって交代されているのが認められる。又、比較的頻繁にSpherulitic構造が見られ、緑泥石・方解石、絹雲母等が充填しているのが観察される。透角閃石の存在はボーリングコアから採取された試料のX線回析によって確認されている。本岩体は、第1年次に行った全域調査に於ける「緑色火山岩類」に相当し、広域的には塩基性火山砕屑岩、同質岩床、岩脈等から構成されているものであるが、本地区には明瞭な岩脈は認められていない。

調査地区の南縁には30数年前造りかけて放置された自動車道路跡があり、その南東部に花崗閃緑岩が東西幅約300mにわたって露出している。南北約500mの小さい岩株状貫入岩体で、年代測定結果は $40.5 \times 10^6$ 年を示し、1年次に実施したCanellera, Ramosの同質花崗岩類より古く第三紀始新世を示している。岩質は黒雲母・角閃石・斜長石・石英を主とする等粒状・中粒(3-4mm)の花崗閃緑岩で、約10%存在する有色鉍物は鏡下では緑泥石化及び方解石化を受け、斜長石はカリ長石化、絹雲母化を受けている。周辺の花崗閃緑岩類に対

しては軽度の珪化作用と黄鉄鉱化作用を与えているが、約100 m離れた位置では変質作用の影響は認められない。

緑色火山岩類の構造は、層理面が観察されないため明瞭でないが、裂隙はよく発達している。一般的裂隙の傾向としてはN-S系、E-W系、およびNW-S E系の3方向があり、鉍脈はNW-S E系である。Gualquilia Norte坑内には、鉍脈がN-S系断層によって転移されているのが観察されるので、NW-S E系の裂隙はN-S系のそれより以前に形成されたものであることが明瞭である。鉍脈の地表露出が表土に覆われているため、実際の確認は出来ないが、Diamante-Gualquilia-San Sebastianの坑内にある鉍脈は、N-S系の断層群によって東側が若干つつ南へ転移しているものと考えれば同一鉍脈として連続しているものと考えることが出来る。又、その北西延長方向に対し、川沿いに南北に通る断層を想定することにより、主脈がHormiga坑と連続し、Auxiliadora坑の鉍脈構造がHormiga W坑に連続するものと解釈することが出来る。

### 3-3-2 地化学探査結果

本地区にはDiamante主脈の他Marina, Gitana 1号, Gitana 2号等の鉍徴地があり、それらの延長および新脈の探査を行うため、約500 m毎のサンプリングラインを設定したが、これらの鉍化帯の分布するDiamante 沢左岸の他、右岸にも昔旧坑があったとの情報にもとづき、Auxiliadora坑対岸付近および下流のQ. Agua Claraで右岸にもサンプリングラインを設定、試料採取した。

分析対象元素は、本地区の鉍脈中に比較的多量且つ普遍的に含有されている。亜鉛、砒素、(Zn, Asと記す)の2成分とした。分析結果は、A. I-1その統計処理結果はTable I-6、およびFig. I-9に示す通りで、試料数が少ないこと、および極端に高い異常値が存在することから、分布は正常の正規分布を示していない。Znの分析値は、最大431 ppm, 最小29 ppm, 平均値74.5 ppmであり、Asの分析値は、最大635 ppm, 最小1 ppm, 平均値9.0 ppmである。ZnとAsの相関係数は0.535となり、正相関が認められる。各々の元素につき平均値+標準偏差、平均値+2×標準偏差を弱異常帯および強異常帯のしきい値として異常帯の抽出を行った。その結果、次の地点が抽出された。

#### 強異常帯

- |                               | 略 称 |
|-------------------------------|-----|
| (1) Diamante坑坑口付近 .....       | ①   |
| (2) Gitana 1号坑西方500 m付近 ..... | ②   |

#### 弱異常帯

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| (1) Diamante坑北東400 m地点 .....   | ③ |
| (2) Gitana 1号坑と北方400 m付近 ..... | ④ |

- (3) San Sebastean坑北東800m付近 …………… ㉞
- (4) San Sebastean坑東方500m付近 …………… ㉟
- (5) San Sebastean坑東方300m付近 …………… ㊱

上記の解釈については、3-3-5考察の項に記述する。

### 3-3-3 鉍化作用

Diamante 鉍山地帯には、小規模稼行中若しくは探鉍中の坑道が数ヶ所あり、それらの坑道内地質調査および分析試料採取を行った。PL-I-15に坑道位置、坑内図、試料採取位置を示し、PL-I-15, A. 1-2に分析結果を示した。又、岩石および鉍石試料について、薄片・研磨片の顕微鏡鑑定、X線回折による鉍物決定、X線マイクロアナリシスによる鉍石鉍物組成研究が行われた。夫々の結果はAppendicesに示されている。

本地区の鉍床は鉍脈型で、Diamante 主脈帯、Marina鉍化帯、及びGitana鉍化帯の3つの鉍化帯が知られており、前2者は約500mの間隔でほぼ平行に走るMW系の裂隙鉍脈鉍床である。

Diamante 主脈帯には、北から南へHormiga, Hormiga W, Auxiliadora, Diamante, Gualquilia Norte, Gualquilia Sur, San Sebastean坑があり、入坑可能である。この他崩落して入坑不可能となっている旧坑坑口が多数Diamante 坑の上部に分布している。坑内の一部は第1年次にも調査が行われており、一部記載が重複するが、坑内地質状況以下の通りである。

Hormiga 坑： 延長20m, 走向N40°W, 傾斜65°NE, 坑口から10mまでは酸化しており、その奥部での硫化鉍の分析品位は採取幅25cmに対し、Au17.0g/t, Ag143g/tを示した。但し、硫砒鉄鉍に富みAs23%を含有している。

Hormiga W坑： 走行N50°W, 傾斜50°NE, 粘土質の酸化鉍鉍脈, 脈幅20-30cm。坑道延長12m。脈勢やや弱い。

Auxiliadora 坑： N60°W方向を主とする。多数の細脈が複雑に交り合った一種の網状鉍染状の鉍体で黄鉄鉍, 硫砒鉄鉍の鉍染を伴う。比較的鉍化の強い部分120cmの分析結果は、Au15.7g/t, Ag13g/tであった。また、南東引立部ではAu3.3g/t, Ag9.0g/tを示した。閃亜鉛鉍を少量伴っている。一部漂白化し、石英斑岩状の外観を呈する所があるが、検鏡結果、母岩はすべて珪化および絹雲母化作用を受けた集塊岩質角礫凝灰岩であることが判明しており、本坑から20m北方で垂直に実施されたボーリングPD-1でも角礫凝灰岩以外の岩石は認められていない。

Diamante 坑： 本地区で最も生産量の多い坑道(2-3t/day)で、且つ長期に亘り継続的

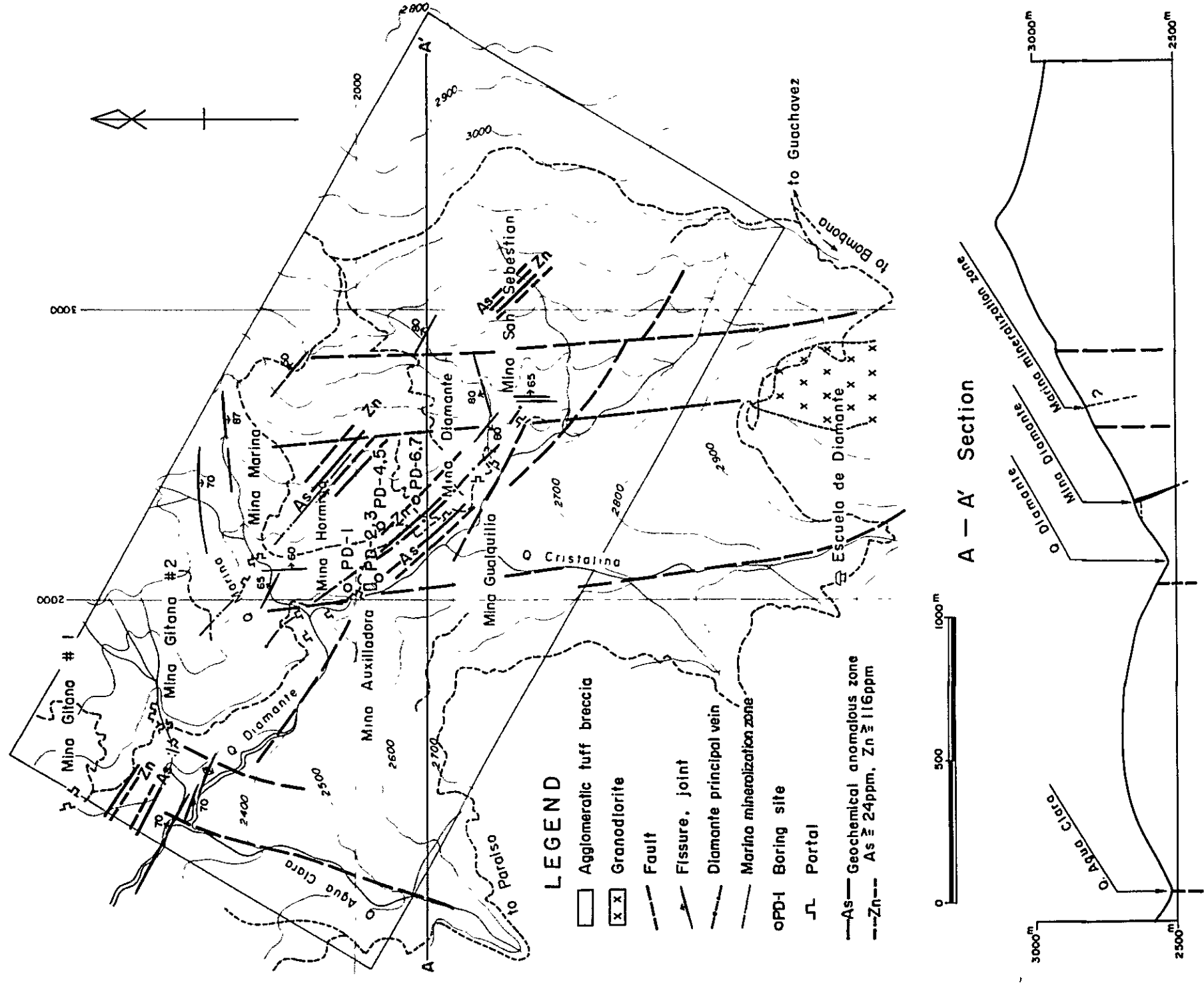


Fig.I-14 Compiled map of Diamante area

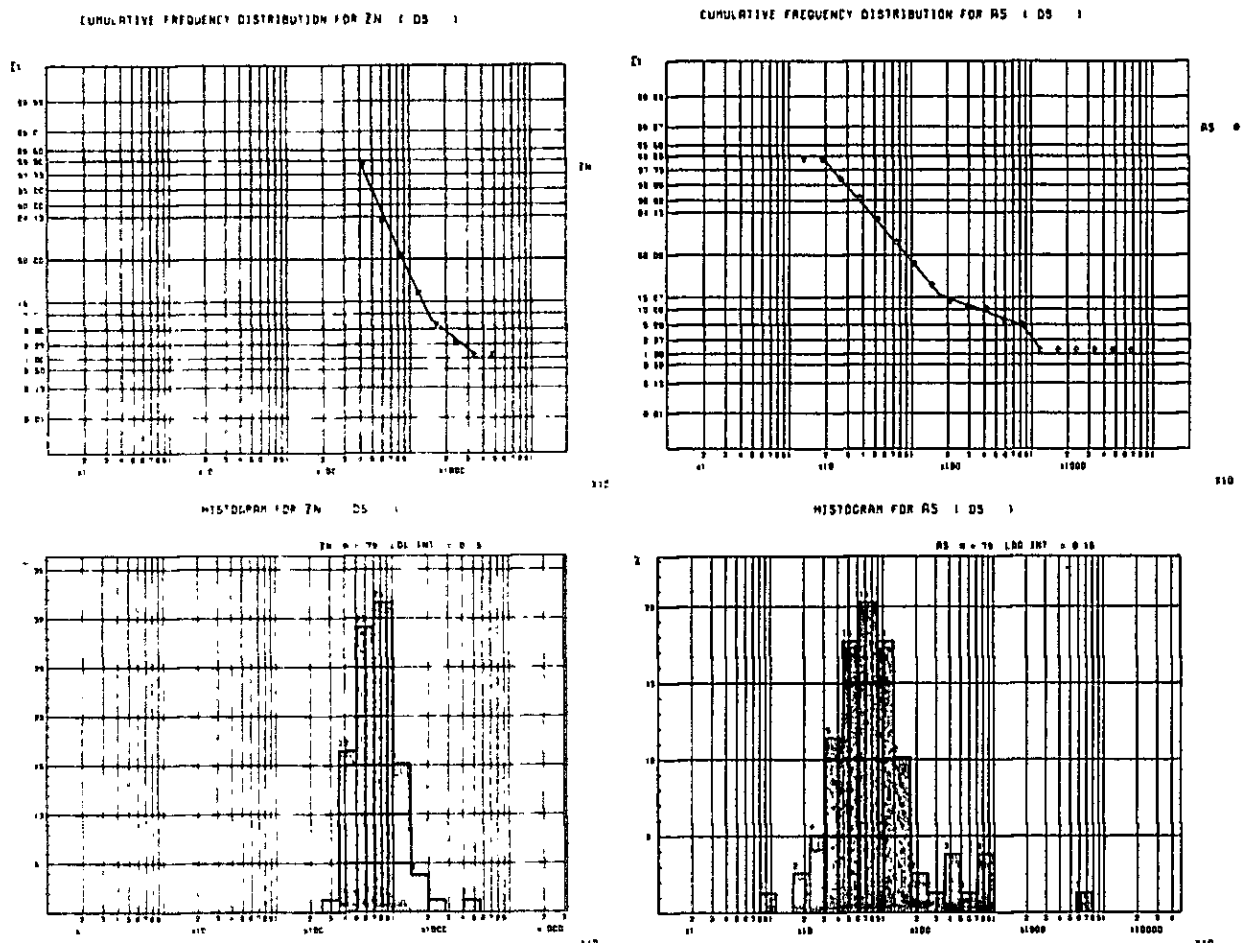


Fig. I-9 Statistic Analysis of Geochemical Data (Zn, As), Diamante

Table I-6 Statistic Analysis of Soil Samples (Zn, As), Diamante

Area	Element	b	b+S	b+2S	Skew	Kurtosis	Number of Samples	Correlation Coefficient
Diamante	Zn	74.5	116.4	182.0	0.941	2.156	80	0.535 (Zn, As)
	As	9.0	24.0	64.4	1.313	3.787	80	

b: mean background value, ppm  
s: standard deviation, ppm  
b+2S: threshold value, ppm

に採掘されている。ほぼ北向延長100mの坑道の最奥部約20mが幅の広い鉍化帯となっており、高品位部を追跡採掘した旧坑が縦横に通っている。岩盤軟質のため全面的に支柱されており、鉍化帯の全様子は観察出来ないが、一部新採掘中の坑道があつて鉍化状況を観察することが出来る。(PL. I-15 参照)

特に中央部北向きの壁にはPL. I-15に示したように延長5mの露出があつてサンプリングが出来、又、その下盤に入った西向き坑道および掘り下がり立坑内でも試料採取することが出来た。夫々の品位以下の通り。(尚、Sbについても分析したがすべて0.00%であつたので省略した。)

(1) 北側壁面

Sample No.	採取幅	Au g/t	Ag g/t	Cu%	Pb%	Zn%	As%
D1A-1	200cm	20	3	0.1	0.0	0.1	0.6
D1A-2	200	7.6	122	0.4	0.1	1.1	1.6
D1A-3	100	25.5	76	0.1	0.2	1.5	6.0
平均値	(500)	8.9	65	0.2	0.1	0.9	2.7

(2) 下盤坑道側壁

2-D-10	300	24	59	0.1	0.1	0.9	2.9
2-D-11	300	16.3	64	0.1	0.1	1.4	1.1
2-D-12	300	4.6	80	0.1	0.2	1.6	2.6
平均値	(900)	7.8	68	0.1	0.1	1.3	2.2

(3) 掘り下がり立坑内

2-D-2	120	5.3	134	0.6	0.2	3.0	7.4
2-D-3	100	9.3	46	0.3	0.1	2.9	2.2
平均値	(220)	7.1	94	0.4	0.2	3.0	5.0

(4) 上記品位の単純平均 ( (1)+(2)+(3) )  $\times \frac{1}{3}$  )

7.9      76      0.2      0.1      1.7      3.3

すなわち、試料採取した付近の鉍体は、Au 8g/t、Ag 75g/t 前後の品位があるものと見られる。鉍石帯の幅はこれらサンプリング位置よりも更に西側から始まつており、採掘すみなので鉍況はうかがえないが、かつては高品位部のみを採掘したと言われ、それらの幅も含めた約10mを鉍石帯として考えてよいであろう。この幅と品位は本年次のボーリングPD-6による着鉍部の規模・品位(9m, Au 9.0g/t, Ag 59g/t)と非常に近似している。

鉍質は大別して次の3種類に分けられる。

- (1) 珪質硫化鉍鉍石： D1A-3のサンプリング位置に見られる幅30-60cmの緻密な石英脈中に黄鉄鉍、硫砒鉄鉍、閃亜鉛鉍を比較的が多量に伴うもので少量の黄銅鉍、方鉛鉍が肉眼



的にも認められる。金の含有は一般的に高い。

(2) 細脈状硫化鉍鉍染鉍石： D1A-2のサンプリング位置に見られる。黄鉄鉍，硫砒鉄鉍，閃亜鉛鉍等の硫化鉍物が0.5-2cm程度の細脈で，粘土化した母岩中に10-20cmの間隔を以って平行あるいは不規則網状に入っているもので，夫々の細脈中の金含有は高いが，全体的には品位がやや落ちる。D1A-2の場合には，やや方向に規則性を持ち，走向N60°W，傾斜45°-65°NEの傾向を有する。本鉍体の最東端盤際には，N40°W，80°前後NE落ちの断層性裂罅の鏡肌がみられ，西側盤際の構造も比較的立っていることから，これらの傾斜のゆるい細脈は，2つの強い断層性裂罅には含まれた secondary shearing fracture に相当する。

(3) 塊状硫化鉄鉍鉍石： D1A-1の部分に該当するが，内部構造が判定し難い程強く硫化鉄鉍化（黄鉄鉍・白鉄鉍）した部分で，少量の金を含む。珪化作用を伴っているが，閃亜鉛鉍や黄銅鉍はほとんど見られない。

これらの鉍質の相違の原因や規模についてはまだ不明の点が多いが，鉍石の顕微鏡観察の結果，少くとも鉍化作用が一度に行われたものではないことが明らかになってきた。これについては3-3-4考察の項で説明を加えたい。

#### Gualquilia Norte 坑

上述の鉍質分類に於ける塊状硫化鉄鉍鉍石が引立付近に出て居るが，南北系の新しい断層によって錐先が見失われている。脈幅も広そうに見られるが支柱により観察がよく出来ない。調査時上部を採掘中であつた。

#### Gualquilia Sur 坑

脈幅50-80cmと思われるが，古い支柱があり充分な観察，サンプリングが出来ない。

#### San Sebastian 坑

南向き引立に脈幅30-40cmの珪質硫化鉍鉍石が見られる。走向N70°W，傾斜約80°NE落である。天盤にも鉍脈が見られ，緑色酸化銅鉍のしみ出しが付着している。分析品位以下の通り。

サンプルNo.	採取幅	Au g/t	Ag g/t	Cu%	Pb%	Zn%	As%
ND-47	40 <sup>cm</sup>	4.6	350	0.67	0.40	0.10	2.18
2D-5	30	7.7	263	(ND-47と同一脈，但2m西)			

銀，銅，鉛の含有が他より高いのが特徴である。

以上の鉍脈は，Diamante 主脈鉍化帯中に存在するが，Diamante 坑内富鉍部の北方延長はHormiga 坑と連続し，Auxiliadora 坑の鉍脈は比較的小規模でHormiga W坑と連続する関係にある。

本地区には上記の坑道その他、Hormiga 坑東方約500m上流にMarina 鉱山、更にその北西方向に1981年から新たに探鉱されているGitana 1号坑とGitana 2号坑がある。

Marina 鉱山： Auxiliadora 坑の北々東約1km付近に位置し、標高2570mである。鉱脈は左岸に1本、右岸に3本分布する。水車スタンプ小屋があり、小規模に稼行されている。左岸の鉱脈は2570mレベルにて20m開坑され、10mまでは脈幅60-80cmの酸化鉱脈、その奥が硫化鉱となっており、脈幅縮小しているが、第1年次の分析結果次の通りであった。

試料番号	採取幅	Au g/t	Ag g/t	Cu%	Pb%	Zn%	As%
D-02	25cm	17.0	143	0.31	0.19	1.30	2.30

この坑道から約10m上部には露天掘りおよび旧坑坑口が2-3あるが崩落し荒廃しているため状況不明である。

右岸の鉱脈3本の走向傾斜は、夫々N30°W, 80-90°NE, N55°W, 75°NEおよびN70°W, 75°Nであり、南方に向かい上記左岸の鉱脈に収斂、連続する関係にある。この内、中央の鉱脈は、約40m北西に開坑された立入坑道により着鉱、北向きに錘押し探鉱されているが、脈勢弱く引立に於けるサンプリング40cmの分析結果、Au痕跡、Ag30g/tのみであった。

但し、付近の母岩は、やや珪化の強い凝灰角礫岩であって黄鉄鉱鉱染がある。左岸の鉱脈の鉱質はやや硫化鉱物の多いものであるが、右岸では珪質な鉱石である。

Gitana 1号坑： Marina 坑の北西方約500mの地点、標高2500mにあり、10mの立入にて着脈し、S70°Eへ16m錘押されている。傾斜70°NEで、脈幅20cm前後の細い石英脈で硫砒鉄鉱を多量に含む。分析品位以下の通りである。

試料番号	採取幅	Au g/t	Ag g/t	Cu%	Pb%	Zn%	As%
ND-8	20cm	1.2	40	0.0	0.0	0.1	11.7

Gitana 2号坑： 1号坑から更に北西へ約500m、標高2500m、小規模に探鉱中である。脈幅20-80cmにて、北側に3脈、南側に約50m離れて同じく3脈分布する。夫々に10-20mの坑道があり、珪質の鉱脈幅50-120cmあるが、試料採取、分析の結果はA:II-15の通りで最も北側の鉱脈が30cmの採取幅に対し、Au4.8g/t、Ag32g/tを示したのみで他は極めて低品位である。鉱脈走向にはNNW系とNW系とがある。母岩は他と同様凝灰角礫岩である。

鉱物共生関係： 上記坑内から得られた鉱石試料およびボーリングコアからの試料について、顕微鏡観察を行った結果は巻末の表に記載してあるが、主要構成鉱物毎の産状は次のごとく

纏められる。

黄鉄鉱：最も多く、半自形ないし他形をなし、自形はごく稀である。一部の黄鉄鉱は方鉛鉱、黄銅鉱、時にはエレクトラムを内部に包有しているのが観察される。(ND-42(C) D6073)

硫砒鉄鉱：黄鉄鉱と共に最も多量に存在し、半自形ないし他形であるが、黄鉄鉱よりも自形結晶面を示すことが多い。結晶内部は比較的均質緻密であるが、ごく稀に方鉛鉱、エレクトラムを含有しているものが見られる。(ND-49, D7144(D))

閃亜鉛鉱：黄鉄鉱、硫砒鉄鉱間を充填した他形および両者を溶蝕・交代した形状を示し、(D6083, D6065, D6073)ほほとんどの場合、黄銅鉱を微粒点滴状(5-10 $\mu$ m)に多量に含有している。(ND-17, ND-42(B), D6083)

黄銅鉱：0.2-2.0 mm大の他形結晶をなして、石英、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、閃亜鉛鉱などの結晶間を充填する形や、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱を侵蝕・交代した形状を示す。(ND-46(A), ND-46(B), D6073(B), D6086(D))又、点滴状に閃亜鉛鉱中に散在する他、黄鉄鉱、四面銅鉱中の結晶中に割れ目(50 $\mu$ m土)を細脈状に充填しているものも観察される。(D7145)

方鉛鉱：非常に少ないが、50-300 $\mu$ mの大きさを持つ他形結晶で硫砒鉄鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱の間に晶出しており、閃亜鉛鉱、黄銅鉱とはほぼ同時期と思われる密接な共生関係を示す。(D6073(B), D-SP-2)

一部微細結晶で黄鉄鉱、硫砒鉄鉱中に包有されたように見られる小さな結晶(30 $\mu$ m)もあるが、付近には小さい割目があり、方鉛鉱が後で入りこんで生成したと考えても差支えない状況を示している。(D6065, D6073(I))

四面銅鉱 Tetrahedrite  $(\text{Cu, Fe})_{12}(\text{SbS}_3)_4\text{S}_{0-10}$ ：特に、San Sebastian坑からのサンプルに認められる。硫砒鉄鉱と共生し、半自形を示し、硫砒鉄鉱と同様に閃亜鉛鉱および黄銅鉱による溶蝕を受けている。(D-SP-1, OD-A, OD-B)又、黄銅鉱に包有されている。

輝安鉛鉱 boulangelite  $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$ ：第1年次の調査により発見されているが、今回のサンプルD6073に於いて、方鉛鉱中に幅1-2 $\mu$ m、長さ150 $\mu$ mの包有物として認められた。(D6073(G), D6073(H), 同XMA)また、同一試料中に黄銅鉱と共生している輝銀鉱(Argentite:  $\text{Ag}_2\text{S}$ )(20 $\mu$ m)、輝安銅銀鉱(Polybasite:  $(\text{Ag, Cu})_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$ )(50 $\mu$ m)、濃紅銀鉱(Pyrargyrite:  $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$ )(30 $\mu$ m)および銀ゆう銅鉱(Freibergite: Ag rich tetrahedrite)(50 $\mu$ m)の存在もX線マイクロアナリシスにより確認された。

### 3-3-4 周辺の鉱床可能性

Diamante 鉱山地帯の北西約7km付近には Paraiso, Desquite, Delicia 等の小規模稼行中の金鉱床群がある。Diamante 鉱床のボーリングが一応の成果を挙げつつあったので、将来の開発を考慮した場合、これら周辺の鉱山開発可能性を検討する事は重要な問題であるので、短時日であるが Paraiso 鉱山地区の概査を行った。

調査は既知主要露頭を視察、一部試料採取すると共に、間縄とポケットコンパスで測量を行い、露頭間の関係を把握することに重点を置いた。調査結果に第1年次作成の地形図をコンパイルしたものを Fig. 1-10 に示した。

鉱床は、Piedrancha 花崗閃緑岩体中に生じた裂罅充填鉱脈鉱床でNW系の4本の鉱脈露頭を調査することが出来た。いずれも露頭のみで坑道はない。Fig. 1-10に示したように4ヶ所でサンプリングを行った結果、Paraiso 小学校西約800m、標高2100mに所在する San Antonio 露頭および更に西へ約1kmの地点に露出する San Luis露頭の試料が分析結果夫々4.6g/t (300cm)、4.8g/t (170cm)を示した。San Luis 露頭では、簡単なパンニングテストにおいても金粒を認めており、この脈構造が約1200m南東に発見されているOso谷の露頭と関係すると見られることから、探鉱対象として興味深い。又、San Antonio 露頭は露天掘り跡が直径約15mの凹地を作っており、主脈の両側に細い枝脈を伴っており、それらを合わせると約8mの厚い破砕帯を形成している。Ruidosa 沢、Lulo 沢の両露頭には金は検出されなかったが、更に若干掘下げてサンプリングする必要がある。

San Antonio 掘り場の近傍に水車砕鉱場が建てられているが、牧場経営の合間に稼行されているのみである。本鉱山の東方約3km付近には Desquite 鉱山があり、小規模稼行中といわれ、又南方約4km付近には Delicia 鉱山と呼ばれる旧坑が若干存在し、取明け採掘準備中である。この地区と今年次調査した Bombona 鉱山との間には、まだ未探鉱の鉱脈露頭があるとの情報もあるので、Diamante 鉱山地帯開発の衛星鉱山群として期待し得るか否か地質的可能性を調査すべき地域である。

### 3-3-5 考 察

今年次の Diamante 鉱山地帯に於ける地質調査・地化学探査によって Diamante 主脈鉱化帯と Marina 鉱化帯とが約700mの間を措いてNW-SE方向にほぼ平行に走っていることが判明してきた。またボーリング調査によって、Diamante 主脈の北部延長が Hormiga 鉱脈と連続するらしいことも判明してきた。

併しながら土壌地化学探査ラインの間が開きすぎているためと、地化学探査異常値がほとんど単体であって隣接地点を含む複数の異常帯でないことから、真に鉱化帯を反映したものかどうか疑問がある。

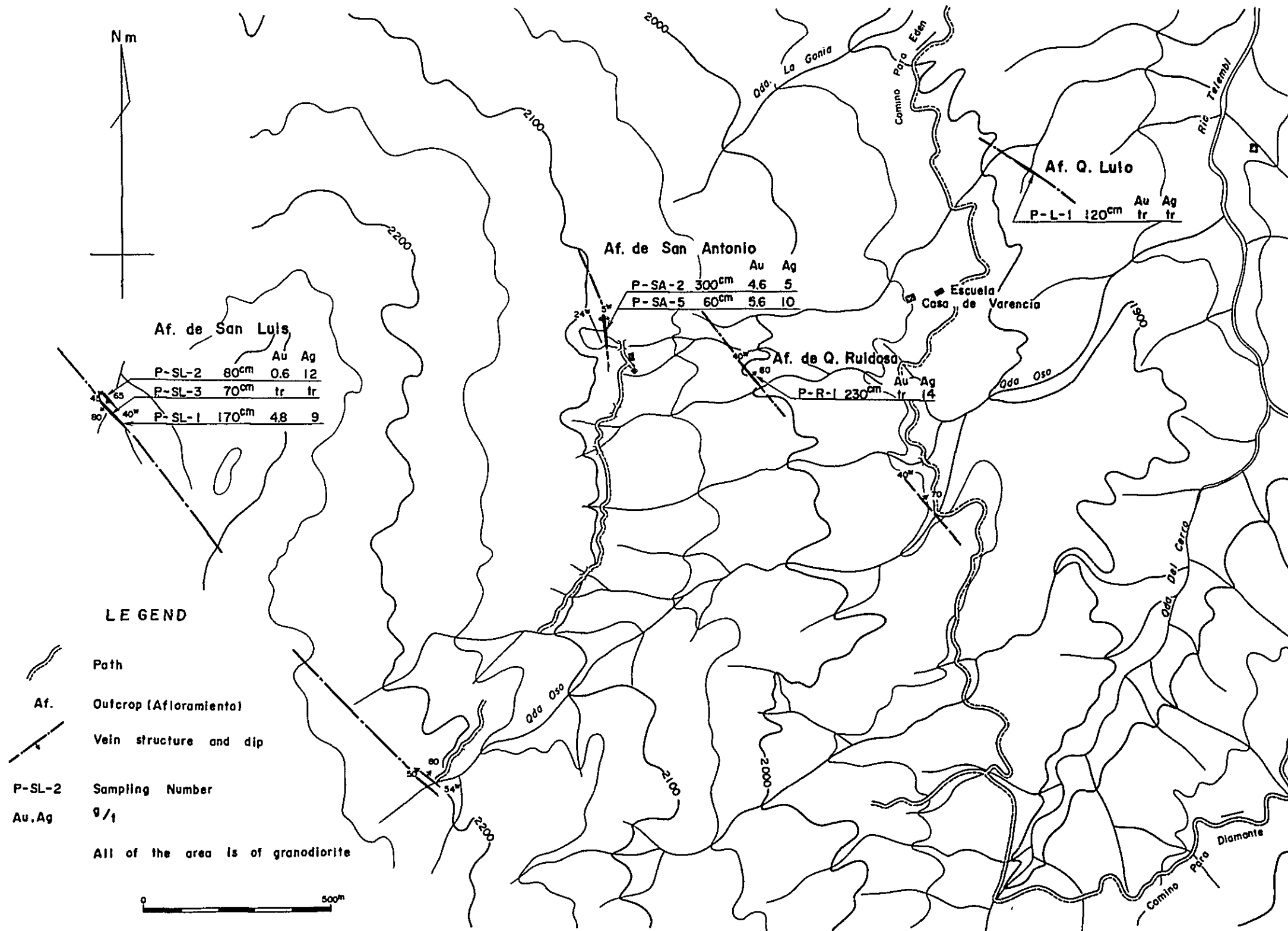


Fig.I-10 Map of the Paraiso area, showing location and results of samplings for chemical analysis

又、北部のGitana No. 1, Gitana No. 2 鉱徴地は主脈鉱化帯が断層でずれながら連続しているものなのか、Marina 鉱化帯が延長しているものなのか、あるいは又、雁行配列的な連なり方をしているものなのか現時点では不確定である。

これらの疑問点を解明するには、より間隔のせまい地化学探査ライン(例えば200m間隔)を設定し、そのライン内で更に短距離(例えば25m)で試料採取を行うべきであろう。更に異常帯付近の谷川では剝土を行って直接鉱脈又は変質帯の存在を確認することが必要である。

又、Diamante 主脈は、ボーリング調査により品位的に良好な鉱脈であることを示したが、鉱脈の膨縮が激しい徴候があるので今年次ボーリング着鉱地点の中間部及び、Diamante坑から南部でのボーリング調査を続行することが重要である。又、それらのコア試料を研究することにより、鉱脈構成鉱物分布の傾向を把握し、鉱床規模についての見透しを得ることも重要である。

即ち、今年次の調査によって、本鉱山地帯の有望性について肯定的な結果は得られたものの依然調査密度が粗く、不確定要素が多い。鉱床の内容である鉱質についても、各種の硫化鉱物を含有し、大変複雑である。顕微鏡観察により、エレクトラムは、大部分脈石石英中ないし硫化鉱物結晶間に多く、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱中に包有されているものは少ない利点が見られるものの、閃亜鉛鉱、硫砒鉄鉱等の青化法による金抽出工程に不利と考えられる鉱物も共存する。含有金・銀が経済的に回収出来るか、随伴する有価金属鉱物(特に閃亜鉛鉱並びに含銅・銀鉱物)の分離回収が可能な性質のものであるかどうかは本鉱床の探鉱を進める上で重要な問題である。

更に、本地区の近代的な開発を目標と考える場合には最小限数十万tの埋蔵鉱量の存在が基礎となるので、Diamante 主脈について十分に調査すると共に、他の鉱脈の可能性についても或る程度の見透しを得るよう、周辺の鉱床調査も強化すべきである。

### 3-4 Bombona 地区

本地区は、Guachavez 部落の西南西直距約12kmに位置し、Gualcala 川上流であるBombona 川上流流域を占めている。調査は、西北西-東南東方向に伸びる2km×1.5km; 3km<sup>2</sup>の範囲で実施した。

標高基準として稼行鉱山Bombona altoの水車磨鉱小屋所在地を2400mとした。本地区は標高2200m~2800mに亘る急峻な山岳地形を呈し、植生は熱帯広葉樹と竹類が繁茂する。

本地区への入山は、Guachavezより標高3,100m前後の尾根を経て馬上約7時間要する。

#### 3-4-1 地質及び地質構造

地 質 本地区の構成岩石は花崗岩類を主とし、一部堆積岩よりなる。

花崗岩類： 本岩類は岩相から細粒花崗閃緑岩・中粒花崗閃緑岩及びアブライトに分類され、

灰色ないし灰白色の塊状岩及び岩脈状を呈する。

前二者の構成鉱物による差異は乏しく、角閃石・黒雲母を35-40%程度含むが、中粒花崗閃緑岩は粒径10mmを越える角閃石、黒雲母の斑品を有することが特徴である。又、中粒花崗閃緑岩中に細粒花崗閃緑岩のセノリスが含まれている。

アブライトは乳白色の脈幅10cm程度の小岩脈産状を呈する。

鏡下では(B-4, B-10, B-11, B-20, B-22)等粒状ないし斑状組織を有し、主要構成鉱物は、角閃石・黒雲母・斜長石・カリ長石・石英であり、副成分はせつ石・緑れん石・燐灰石・不透明鉱物である。

放射年代測定結果によると(B-22)  $207 \times 10^6$  年を示す。

堆積岩類： チャート、本岩は調査地、北東端のGuachavezへ通じる馬道に分布し、花崗閃緑岩の進入のため、弱い黄鉄鉱染を受け酸化して灰～褐色を呈している。

走向・傾斜はN-S,  $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$ E と急傾斜である。

地質構造 調査地は、Piedrancha 花崗閃緑岩体(33km $\times$ 2~13km)の中央部南東縁にあり、貫入岩体の伸長方向が北部で南北方向であるものが南部で南西方向へ曲がる変曲点付近に位置している。

地区内には、下記4系統の裂罅構造が発達する。

- (1) N $60^{\circ}$ - $70^{\circ}$ W 急傾斜 鉍脈
- (2) N $50^{\circ}$ - $70^{\circ}$ W 緩傾斜 鉍脈
- (3) N $10^{\circ}$ - $30^{\circ}$ E,  $55^{\circ}$ - $80^{\circ}$ W 節理
- (4) N-S,  $55^{\circ}$ E 節理

(1)は本調査地区内で最も一般的、かつ最大の鉍脈形成裂罅である。

(1)および(2)の関係は、ほとんどの場合(1)の鉍脈が(2)の鉍脈を切っており、その場合(1)に対して(2)の北側の部分が数mm~数cm単位で上昇していることが認められる。又、一部では(2)の鉍脈が低角逆断層的に(1)の鉍脈をずらしている。即ち、(1)、(2)は切りつ切れつの関係にある。

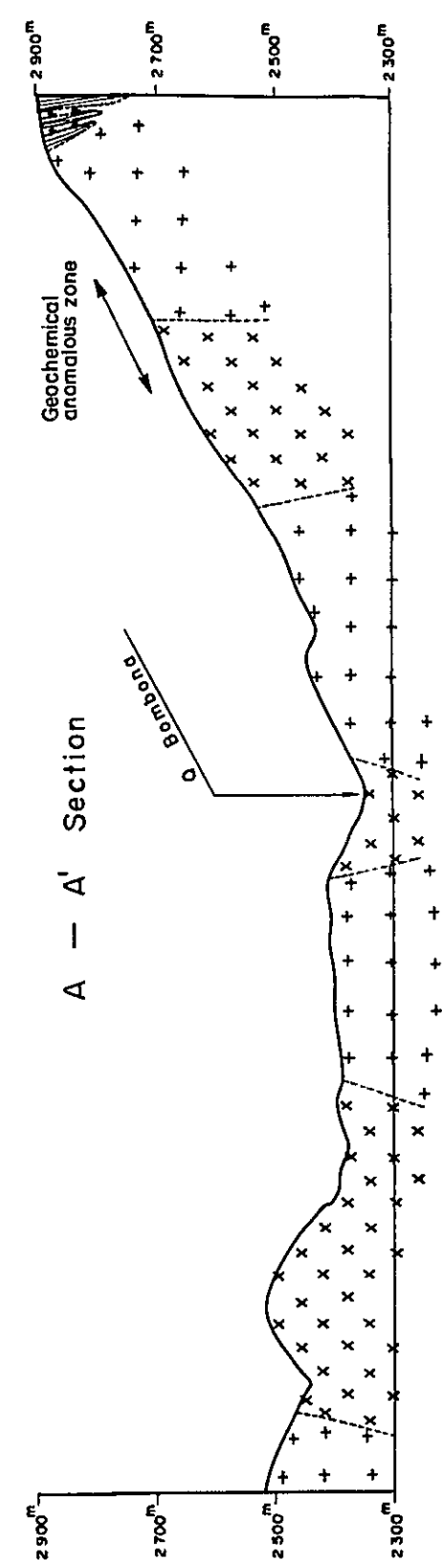
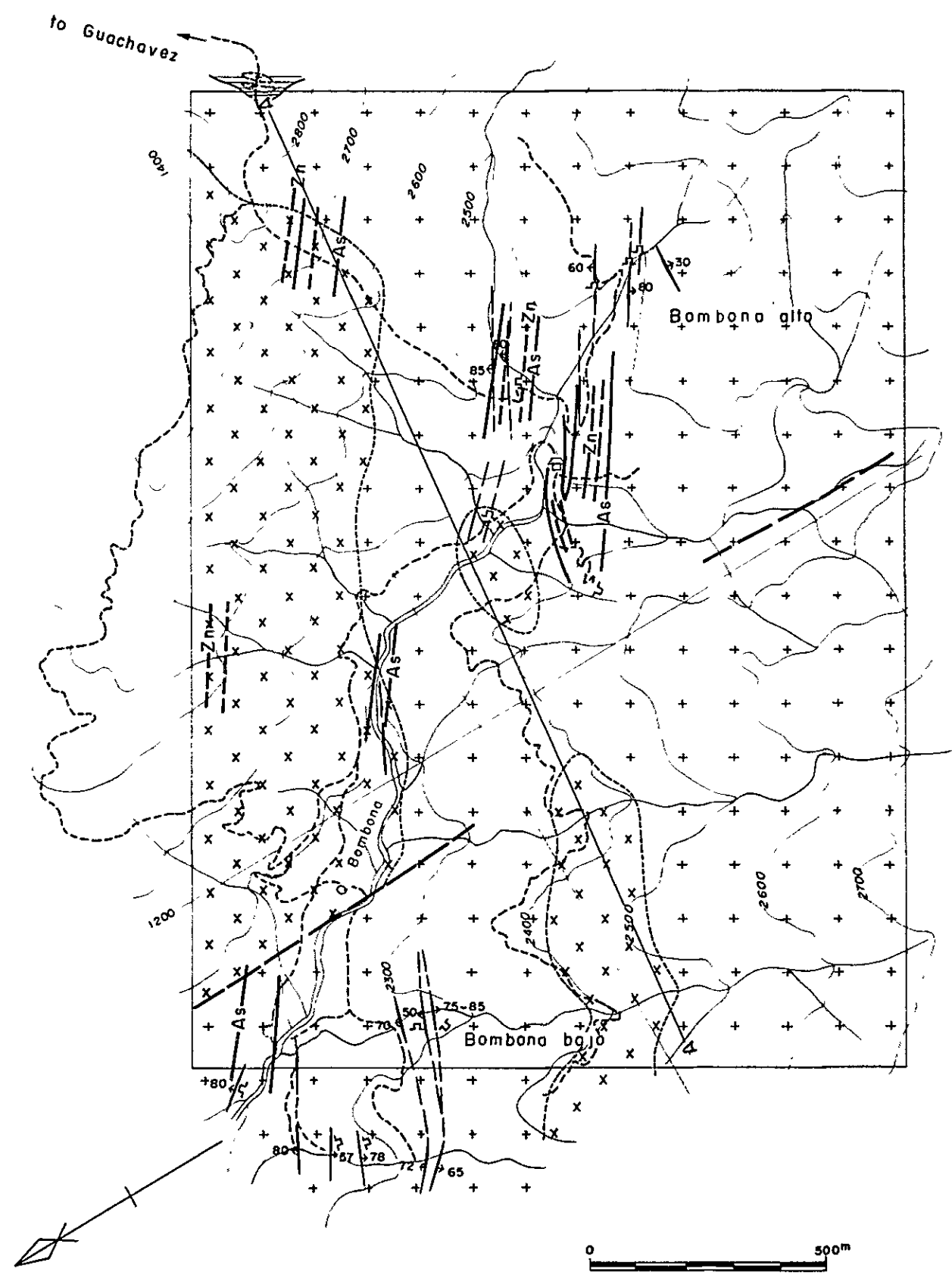
(3)、(4)に関しては、相互の関係は明らかではない。

### 3-4-2 地化学探査結果

調査地には Bombona 沢の左岸に Bombona alto, Bombona bajo と呼称した2箇所の鉍脈群が存在する。

地化学探査は、上記鉍脈群の延長及び平行脈を探査すべく、鉍脈の走向とはほぼ直交する尾根を選定して実施した。

分析元素は Diamante 地区と同じく亜鉛、砒素(Zn, Asと記す)の2成分であり試料数は



**LEGEND**

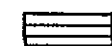
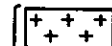
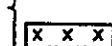



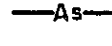
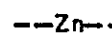
- Mesozoic Cretaceous  Siliceous rock (chert)
- Cenozoic Tertiary  Medium grained granodiorite
-  Fine grained porphyritic granodiorite
-  Vein
-  Fault
-  Portal
-  Geochemical anomalous zone
-  As  $\geq$  15ppm, Zn  $\geq$  103ppm

Fig.I-15 Compiled map of Bombona area



61箇である。

土壌分析結果を巻末A.1-1に、統計処理結果をTable.1-7, Fig.1-11に示す。

ZnとAsの相関係数は0.506となり、弱い正相関が認められる。

分析値は、Zn 範囲：max. 431.2 ppm, min, 9 ppm, 平均値：65.6 ppm,

As 範囲：max, 1,137 ppm, min, 0.6 ppm, 平均値：3.4 ppmである。

各々の元素につき、平均値+標準偏差を弱異常値、平均値+2×標準偏差を強異常値のしきい値として異常帯の抽出を行った。(PL.1-10)

夫々、弱異常帯；Zn 103.3 ppm, As 14.6 ppm。強異常帯；Zn 162.6 ppm,

As 63.5 ppmである。上記により抽出された異常帯は次の通りである。

強異常帯：As (1) Bombona alto 鉍床地の水車磨鉍小屋の背後の尾根,(小屋より約70 mの地点)..... ① (PL.1-10)

(2) 旧坑Raul-3の東尾根..... ②

(3) Bombona alto 鉍脈群の旧坑No.1-No.3の西部尾根..... ③

Zn (1) Asの(1)と同様範囲..... ④

(2) As(3)の北東約0.5 kmの尾根..... ⑤

以上異常帯は既知鉍脈群と良く一致して分布するが、Zn(2)だけは既知鉍脈の見られな地点である。

弱異常帯：上記強異常帯を取巻き分布する他に、下記にAs, Znの弱異常帯が2箇所ずつ抽出された。

As (1) Bombona 沢右岸(Bombona bajo 鉍徴地の対岸)..... ⑥

(2) Bombona alto/bajoの中間部, Bombona 沢左岸..... ⑦

Zn (1) Bombona alto/bajoの中間部, Bombona 沢右岸400 mの地点..... ⑧

(2) Bombona bajo 鉍脈No.1の東方延長部..... ⑨

以上を総合すれば、強異常帯5ヶ所のうち、3ヶ所は既知鉍脈の存在する所に合致し、他の2ヶ所は新地域であり未知鉍脈が存在する可能性がある。

### 3-4-3 鉍化作用

本地区で観察される鉍化作用は、裂隙充填型鉍脈鉍床である。鉍脈群は地区内2ヶ所に分かれて出現しており、夫々小規模に稼行されている。

鉍脈の一般走向・傾斜は、N60°W・70°N-80°Sであり、ミの字型の雁行配列を示している。

鉍脈幅は、最大40 cmであるが、膨縮に富み連続性に乏しい。既知鉍脈で最も長く追跡された脈は、60 m強であるが、大部分の鉍脈が10 m前後追跡すると石英脈が尖波して酸化した

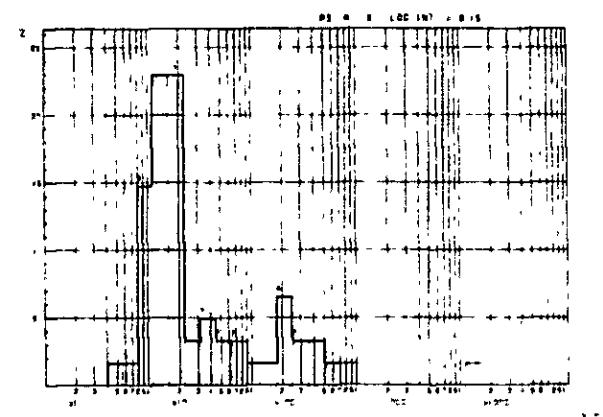
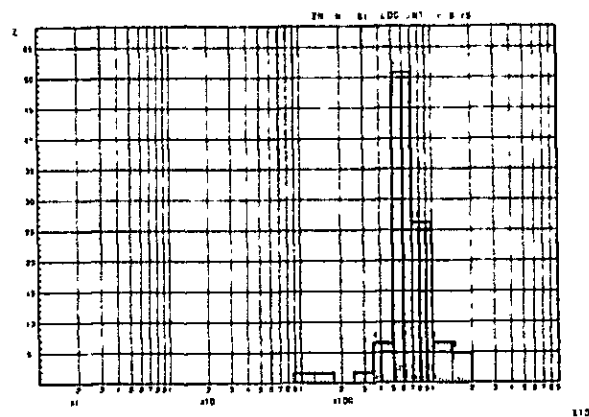
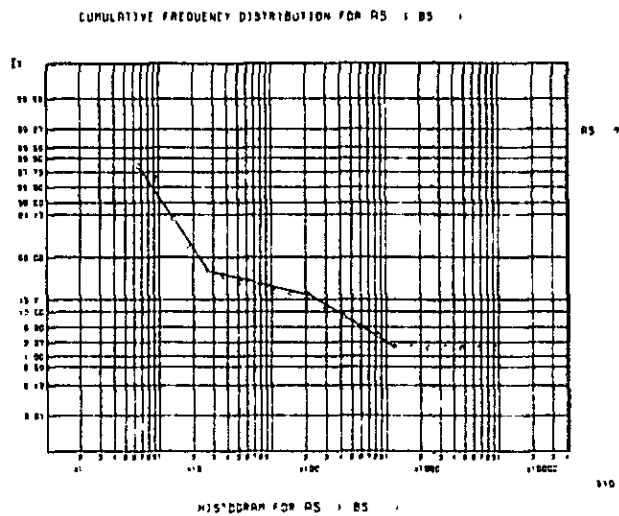
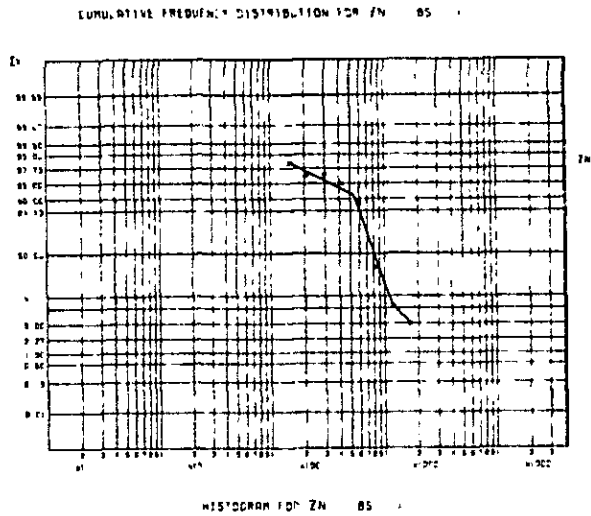


Fig. I-11 Statistic Analysis of Geochemical Data (Zn, As), Bombona

Table I-7 Statistic Analysis of Soil Samples (Zn, As), Bombona

Area	Element	b	b+S	b+2S	Skew	Kurtosis	Number of Samples	Correlation Coefficient
Bombona	Zn	65.6	103.3	162.6	-1.406	6.478	61	0.506 (Zn, As)
	As	3.4	14.6	63.5	1.614	2.699	61	

b: mean background value, ppm

s: standard deviation, ppm

b+2S: threshold value, ppm



粘土脈に変わっている。

鉱質は、含金石英脈であり、黄鉄鉱・硫砒鉄鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄銅鉱を少量随伴している。

本地区で観察された鉱脈を一覧表にまとめて次に示す。(Table 1-8)

#### 3-4-4 考 察

本地区の鉱床は、1950年当時盛んに稼行されたと言われており、事実地区内には旧坑群が多数存在し、又、旧選鉱場礎石も残存するが、大部分の旧坑は坑口にて崩壊し入坑不能である。

現在、地区内2ヶ所にて小規模稼行が実施されているが、旧坑周辺の鉱脈を数人の労働者により採掘し、水力利用の磨鉱機により粉碎、パンニングとアマルガメーションにより金粒を分離し回収している。組織的な探鉱作業は全く行われていない。

今年次調査は、既知鉱脈の地質調査の他に鉱脈延長を探鉱するため鉱脈方向に交叉する尾根沿いに土壌試料を採取し、鉱脈中に多量に含有される砒素及び亜鉛を指示元素とする地化学探鉱を行った。

その結果、本地区の鉱脈の分布状況がかなり明瞭に判明してきた。即ち、鉱脈は一般走向N60°W急傾斜を示し、地区内北西方向から南東方向へ雁行状の配列を示している。

砒素・亜鉛による地化学探査は、鉱脈の所在を知るのに極めて有効で、旧坑所在地と砒素・亜鉛による異常帯の分布はほぼ完全に一致する。

更に旧坑の存在が知られていない地区にも砒素・亜鉛の異常帯が抽出され、未知鉱脈の存在することを示唆している。

既知鉱脈群と地化学探査異常帯とを併せ考えると、本地区の鉱脈群は、水平延長500m前後、脈幅50-150mの広がりを持ち、地区内に7鉱化帯の存在が予測される。北西部の鉱脈群はBombona沢の下流域に伸びており、次第に優勢になる徴候もあるので北西方向への調査を更に拡大する必要がある。

探鉱方法としては、地質調査に加えて、尾根沿いの土壌試料による地化学探査が有効であると考えられる。

Table I-8 Description of the Ore Veins in Bombona Area

Location		Vein			Sample No. (length. m)	Assay grade							Remarks
tunnel	strike-dip	width m	horizontal extension m	Au g/t		Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Sb %	As %		
Bombona alto	No.1	N70W-N48W- 75N	0.4	7 <sup>+</sup>									SE extension is followed by tunnel 15 m length, the vein diminished and changed into clayey material.
"	No.2	N62W-80N	0.05 0.05										2 veins exist with 2 m apart.
"	No.3	N64W-85N											Filled with water at the entrance.
"	No.5	N60W											
"	No.9		2.5		B-SO-9 (2.5)	0.7	6	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.7	
"	No.10	N60W-60N	0.8										Clayed vein composed of 3 quartz veinlets.
"	No.11	N60W-85S	2.0		B-SO-11 (2.0)	8.1	219						
"	No.14	N60W-85S	0.4	21.3 <sup>+</sup>	B-SO-14 (0.4)	80.0	230	<0.1	0.5	0.7	<0.1	5.4	The vein was followed by tunnel 21.3 m toward SE direction.
"	No.15	N60W-85S	0.4		B-SO-15 (0.4)	1.7	51	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.0	Upper continuation of No.14.
"	Raul 4	N86W-30S	0.4										Brown quartz vein appeared at the entrance of winze 4 m length.
"	Raul 3												Old mined area, remained only floats of arsenopyrite-pyrite-chalcopyrite quartz vein
Bombona alto/bajo		N64W-85N -82S	0.3	60 <sup>+</sup>									The old tunnel continues more than 60 m. vein width 0.3 m arsenopyrite-galena-pyrite-chalcopyrite-sphalerite quartz Vein.
Bombona bajo	No.4	N65W-50N	0.3		BA-SO-4 (0.3)	3.7	48	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.7	
"	No.5	N50W-85S	0.4 0.2	10 <sup>+</sup>	BA-SO-5 (0.4)	0.7	13	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.7	The tunnel followed two parallel veins spacing 0.7 m apart.
"	No.6	N60W-90	0.3	10 <sup>+</sup>									Following upper continuation of No.5 about 10 m above.
"	No.7	N40W-72NE	0.4		BA-SO-7 (0.4)	6.3	812	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	2.5	Arsenopyrite-pyrite-sphalerite quartz vein within limonitized-kaolinized granodiorite
"	Raul 5	N60-75W- 57-90S	0.1 -0.3	20 <sup>+</sup>	B-15 (0.1)	4.9	54	0.02	0.14	0.03	0.00	3.15	
"	Raul 5/Raul 6	N74W-70-80S	0.4		B-16 (0.4)	10.3	108	0.03	0.30	0.03	0.03	5.30	

## 第4章 検討及び結論

### 4-1 地質と鉱化作用についての考察

第一年次調査により抽出された鉱徴地のうちから斑岩銅鉱床型示徴地2地区(Rio Blanco, La Verde), 合金多金属鉱脈型鉱床2地区(Diamante, Bombona)を選び鉱化作用と地質との関係を明らかにするため, これらの地区の地質精査, 地化学探査を実施した。夫々の地質・鉱床についての検討結果は以下の如くである。

**Rio Blanco地区** 本地区には径5km程度のやゝ円形を示す岩株状の閃緑岩岩体があり, 本岩体の中心部付近は粗粒完品質の岩相を, 周縁部では細粒斑状を呈している。本岩体の北西周縁部は鉱化を受け付近にはENE-WSW方向およびNNW-SSEの2方向を主とする裂隙構造が発達している。これらの裂隙構造は, 第1年次調査に於いて広域的な写真地質解析を行った結果認められた当地区の構造線方向と合致している。鉱徴地付近では, これらの構造線中特に, ENE-WSW方向のものが卓越し, 鉱化変質帯および地化学探査異常帯の形状も, それに沿った形で東西に伸長した楕円形を成している。

鉱化作用は5ないし15cm間隔に発達する節理や裂隙の中, および母岩内部に鉱染する黄鉄鉱化作用が主であって, Dorada 沢中の露頭にて僅かながら黄銅鉱が認められる。最も黄鉄鉱化の強い場所は, Dorada 沢中流約500m間であって, その間の母岩は中程度の珪化作用および緑泥石化作用を受けている。その外側, 特に鉱化帯西部に当るDorada 沢上流では緑泥石化作用と共に緑れん石化作用が顕著に見られる。又, 鉱化帯北東部には, 磁鉄鉱に富む細粒閃緑岩があり, 黄鉄鉱・磁鉄鉱からなる細脈も認められる。地化学探査異常帯は, 上記のやゝ珪化作用が強く見られる中心部と重複しており, 鉱化・変質の組合せから斑岩銅鉱床型鉱化帯の一部が露出しているものと考えられる。

しかしながら, 品位の高い此の種の鉱床によく見られる激しい珪化帯やカリ長石化, 絹雲母化帯(若しくは粘土化帯)が見られず, 黄鉄鉱化作用も弱く, 網状に酸化した所謂“ゴッサン”状の露頭もない。露頭から採取した鉱石試料の分析値もCu 0.04から0.25%を示したのみであった。これらのことから本地区の鉱化作用は全体的にやゝ弱いのではないかと考えられる。

下部に鉱化の中心が潜在すると期待する考え方もあるが, 現時点でみられる地表徴候だけでは, それを積極的に支持出来るデータに乏しい。

**La Verde地区** 本地区の鉱化帯は, 南北に伸長した閃緑岩体の南端部に分布し, 裂隙系はNE-SW, NW-SEの両系が卓越している。

La Verde 沢, Sergia 沢に露出する鉍化帯中の母岩には弱い珪化作用・緑泥石化作用の他、斜長石のカリ長化石および絹雲母化作用が認められる。また一部に輝水鉛鉍の存在も認められており、変質帯・鉍化作用の状況は、本地区も亦、斑岩銅鉍床型のものであると考えられる。但し、沢中の露頭試料の分析結果は Cu 0.1-0.3% と低いものであった。破砕帯の密度、黄鉄鉍化および変質作用等の強さも、全般的に低調であり、下部で銅品位が著しく好転するとは思えない。しかしながら本地区の場合、地化学探査の試料採取線の間隔が 300-400m と粗いためと植生のため、沢中の露頭以外地質観察が出来ないので、平面的に鉍化の強い場所を特定するのは困難である。又、立体的にも、現在露出しているのが鉍体の本体なのか、頭部又は底部を見ているのかは、鉍床評価に重要な差をもたらすが、それらを判定出来る情報が無い。

現在のデータからは本鉍徴地区については悲観的結論を出さざるを得ないが、更に検討を進めるとすれば、格子状地化学探査精査、物理探査等の手段を加える必要がある。

#### Rio Blanco, La Verde 鉍化帯の母岩について

第 1 年次調査および本調査によって行われた完晶質貫入岩の化学分析および年代測定の結果と鉍化作用との関連性について現時点にて総括すると、地質年代 3 千ないし 5 千万年を示す閃緑岩質の中規模貫入岩体群と、2 千ないし 3 千万年とされる Piedrancha 花崗閃緑岩体の 2 群に分れ、前者は必ずと云って良い程銅の鉍化部分を有する。(例; Canellera, Ramos, Rio Blanco etc.) Piedrancha 花崗閃緑岩体は、周辺に広域的な変成作用を与えて居るが銅鉍化部は認められず、代わりに周辺およびその内部に金鉍脈を多数伴っている。

なお、Rio Blanco と La Verde 両地区に共通な地質条件として注目すべきことは、共に鉍化帯が大きな貫入岩体の一部であることである。即ち、鉍化作用と直接関係ある火成岩は発見されていない。変質作用のためよく識別されないのか、地下に潜在しているのか或いは全く無いのか判明しないが、それを明確にすることは鉍床の形状を推定するための重要な要素であるので今後も注意深く母岩の調査を行うべきである。

**Diamante 地区** 本年次の地質調査に伴う測量結果、本地区内に分布する坑道の位置が正確に把握され、それによって鉍脈分布も明確となった。更に、Auxiliadora 坑と Diamante 坑間で実施されたボーリング工事により、Diamante 主脈の北部に於ける連続性を調査することが出来た。その結果、本地区の鉍脈の性質について数多くの事実が判明してきたことは既に記載した通りである。しかしながら、以下の事項についてはなお疑問が多く、今後も検討を要する。

a. 鉍脈構造: Diamante 主脈が Auxiliadora 鉍体と連続せず、Hormiga 鉍脈と断層に

よる転移を経て連続すると考えられるが Hormiga と Diamante 鉱体では硫化鉱質であったものが、中間のボーリング PD-3 着鉱部に於いては硫化鉱を殆んど含まない石英質鉱脈となっている。

この事実は、同一脈中の部分的鉱物組成変化なのかそれとも連続しない別脈であるのか疑問である。鉱脈方向が合致するので現時点では同一脈と判断したが、一方雁行状に配列している別脈となる場合も考えられる。

b. 又、Hormiga 鉱脈の北西端は、Gitana 坑に連続するのかどうか、その間の断層等の地質構造が不明なので連続性が明確でない。

更に、Diamante 坑内富鉱部の南東延長は、Gualquilia 北坑の鉱脈と鉱物組成が類似していることから断層で転移しつつ連続しているものと考えられるが、断層の露出が一部しかないので不確実である。

c. 母岩と脈幅の関係： Diamante 主脈は Diamante 坑付近が最も幅広く、北方と下方に向って急激に脈幅が小さくなっている。鉱脈の方向の変化（水平・垂直）が鉱脈の幅を左右する一つの因子であるが、それにはその点での応力の分布の他に母岩の可塑性の変化が大いに影響する。今年次の調査結果では母岩の変化との関連はあまり明瞭ではなかったが今後注目すべき調査項目である。

d. 鉱物組成： 鉱石の顕微鏡観察及び X 線マイクロアナライザーを利用した鑑定によって、鉱物の共生関係が明らかとなってきた。

現時点では鉱物の晶出順序を次の如く考えることが出来る。

- 第一期 黄鉄鉱，硫砒鉄鉱，エレクトラム，石英
- 第二期 四面銅鉱，方鉛鉱，銀鉱物，エレクトラム，石英
- 第三期 閃亜鉛鉱，黄銅鉱，石英
- 第四期 黄鉄鉱，白鉄鉱，石英

しかしながら、鉱脈中には、硫化鉱物が非常に少ない石英質の金鉱脈と硫化鉱物の多い鉱脈とがあり、又、金・銀比率が場所により相当の差を示す事実がある。現在はボーリングが少ないので、元素分布図を作成することは出来ないが、今後のデータにより、鉱床の形状推定に役立つべきである。又、上記の鉱物晶出順序は、連続的に推移したと想定されるが、第四期の黄鉄鉱化の前に既成鉱脈が一度破砕された形跡が観察される。

e. 地域的な鉱脈形成の場：本地区の鉱脈群の走向は  $N40^{\circ}W$  から  $N80^{\circ}W$  迄変化する。傾斜も垂直から  $45^{\circ}$  前後北東落し迄変化する。Diamante 坑内にて測定された Diamante 主脈の上盤は走向  $N40^{\circ}W$ ，傾斜  $80^{\circ}NE$  である。しかし鉱脈内の所謂“鍾の内構造”としては中～細脈の走向傾斜は、 $N60^{\circ}\sim 65^{\circ}W$ ， $40^{\circ}\sim 65^{\circ}NE$  となっており、鉱脈の上盤側が北西方向へ、又上方へ動こうとして形成された構造であることを示唆している。これ



は、第1年次調査の地質総合解析に於いて指摘された当地区付近の主構造形成の運動方向と同一である。但し、本鉍床帯はその構造線に平行な1本の長い鉍脈というのではなく或る幅を持った構造帯中に鉍脈群が分布するものと考えている。

**Bombona 地区** 約30年以前に大々的に稼行された後、大部分の坑道が崩落、埋没し、内部不詳である。したがって、地表露頭、および若干の取明け稼行中の坑内状況から鉍床評価を行わざるを得ない。鉍脈は花崗閃緑岩中であって、一般的に細脈で、脈幅10-40cmである。鉍脈は石英を主とする金鉍脈で硫砒鉄鉍を比較的多量に含有している。

一般走向N50°Wで傾斜は70°前後北東落してあって、走向方向の変化がほとんどなく直線的に延長する特徴を有する。

但し、鉍脈延長は100mないし300m前後で比較的短い。本地区では、鉍脈群が南東部の高地帯に分布するものと、北西部の低地帯に分布するものとの2群に分れ、その中間地帯には開発された鉍脈は無い。夫々の鉍脈方向は直線的には同一線上に無く、雁行配列的な賦存を示している。北西部の鉍脈群はなお延長が期待されるものの未調査である。裂罅帯の形成と、鉍化作用の中心の分布のありかたについては、鉍脈探査上重要な課題として今後、広域的な調査が必要である。

## 4-2 結論および将来への展望

### 4-2-1 結論

本年次の調査結果，判明した主要事項は次の通りである。

- (1) Rio Blanco, La Verde 地区において地質精査・土壌地化学探査を実施し，夫々の地区内に，斑岩銅鉍床型鉍徴が存在することを確認した。
- (2) Rio Blanco 地区の銅鉍徴地は，ほゞ東西に走る Dorada 沢に分布し，珪化・黄鉄鉍化作用の強い範囲は，土壌地化学探査 Cu・Mo 異常帯とほゞ一致し，東西約 1,000 m，南北 500 m を占める。変質作用は，緑泥石化，緑れん石化および磁鉄鉍化が一般的で，珪化，絹雲母化，カリ長石化等は弱い，あまり見られず，一般的な斑岩銅鉍床モデルを参考とした場合には，鉍化帯の上部又は外側部が露出しているものと考えられ，下部に探鉍余地を有している。但し，全体的に，黄鉄鉍化作用が弱いので，高品位鉍床を期待することは無理であろう。
- (3) La Verde 地区では，緑色火山岩類と頁岩・砂岩互層の境界に，南北に長くさび状に貫入した閃緑岩の南端部が鉍化作用を受けたもので，土壌地化学探査銅異常帯は，東西約 300 m，南北約 800 m を占める。中心部をほゞ東西に流れる Verde 沢中には，NWN-SES, NE-SW 系の細かい裂隙を有する閃緑岩が露出し，黄鉄鉍化，黄銅鉍化を受けている。母岩中にはカリ長石化，絹雲母化を受けている所も観察される。露頭部のサンプリング結果では Cu 0.1 ないし 0.3% であった。

しかしながら鉍化帯の地化学探査土壌試料採取線は尾根線のみを通っており，試料密度が粗いので，更に精査を行って，鉍化の強い部分を探査し評価を加えるべきである。

- (4) 本地域の有望鉍物資源として，第 1 年次調査の結果，上記銅・モリブデン鉍徴地区と共に，含金多金属鉍脈型鉍床地区の調査が勧告され，抽出された Diamante, Bombona の 2 地区において地質精査が行われた。Diamante 地区では最も優勢と予想された Diamante 主脈に対するボーリング調査 7 本（延長合計 757.2m）が実施され，その内 4 本で含金鉍脈に着鉍した。又，既知鉍脈の延長と新脈の探査のため土壌地化学探査を行い，有効な異常帯示徴を発見することが出来た。

Bombona 地区に於いては地質精査・地化学探査を実施し，鉍脈群の位置関係を解析して，探鉍余地を明確にした。

- (5) Diamante 地区でのボーリング調査は，最も脈勢の強い Diamante 坑奥部に存在する富鉍部の下部調査と，その北方約 400 m に賦存する Auxiliadora 鉍体下部並びにその中間地帯を調査対象地とした。探査深度は Auxiliadora 坑口標高である 2,500 m までとした。その結果，PD-3, 5, 6, 7 の 4 孔にて含金品位 7 ないし 9 g/t の鉍脈に着

鉱した。着鉱部を水平脈幅に換算し、これら4地点の分析結果を平均した品位は(平均脈幅278cm) Au89g/t, Ag60g/t, Cu014%, Pb009%, Zn4.58%, As5.12%を示した。最大脈幅(水平換算)はPD-6孔に於ける9.0m, 最小ではPD-5孔の0.5mであり、膨縮が激しい。品位も高い所ではPD-6に於いて909-930m(210cm, 水平168cm) Au254g/tの値が認められた。この付近は旧坑位置から直下約40mの近接地点である故当然のことながら、旧坑内サンプリング結果(Au7-9g/t)とよく調和している。

ボーリングコアの分析鑑定ばかりでなく、坑道内からの鉱石について鉱物組成の研究を行った結果は、硫化鉱物の少ない珪質鉱石と、硫化鉱物の多いものの2種類が認められ、金・銀比率も高いものと低いものとに分けられる。しかし、これら構成鉱物又は元素分布の全体的な傾向について述べるにはまだ資料が不足である。エレクトラムについては、賦存の仕方が、石英中に遊離して種々の形状に存在するもの、硫化鉱物特に黄鉄鉱の縁又は割れ目などに出来ているもの、および少量ながら硫砒鉄鉱、黄鉄鉱結晶中に包有されているものがあり、概して分離し易い状態にあることが判明した。

又、鉱石中の特異な現象として黄銅鉱が閃亜鉛鉱中に非常に細かい点滴状に多数共生しているのが認められる。

Diamante地区にはDiamante主脈の他、Marina, Gitana-1, -2の鉱脈群があり、まだよく開発されていない。本地区の北西方約7km付近には、Bombona地区に近接して、Desquite, Paraiso, Deliciaという鉱脈鉱床地帯もある。上記鉱床地帯とDiamante地区との間は未探査地域であり、Diamante鉱脈の延長部に当るので調査により新脈の発見も期待される。

- (6) Bombona地区には、約1,200m離れて上流部と下流部の2つの鉱脈群があり、いづれも花崗閃緑岩中に生じたNW系裂罅充填鉱脈である。10-40cmの幅を有し、硫砒鉄鉱を伴う石英脈で閃亜鉛鉱・黄銅鉱等はDiamante地区と較べて少ない含有量を示している。鉱脈は直線的で屈曲が少なく、延長も100-300mと短いものが多数分布する。鉱脈の一般走向・傾斜は、N60°W・60°-90°NEに傾斜し雁行状の配列を示している。

旧坑のほとんどが崩落しているので明言出来ないが、鉱脈露頭付近の川のレベル以下は採掘されずに残存していると思われる。又、下流部の鉱脈群の範囲は調査地区を拡大追加した場所であるが、次第に脈勢が強くなった所で調査が打ち切られており、更に調査地域を拡げる必要がある。

#### 4-2-2 将来への展望

本プロジェクト全域に対する鉱物資源開発の観点から、将来の展望として大きく2つのグループに分けられる。

即ち、

- (1) Rio Blanco, La Verde その他の斑岩銅鉍床型銅鉍微地区
- (2) Diamante, Bombona その他の含金多金属鉍脈型鉍微地区

この2つのグループは以下に述べるように非常に異なった性格のものであり、夫々について最も適切な調査計画を立てることが必要である。

##### (1) 斑岩銅鉍床型鉍微地区

第1年次調査により、Rio Blanco, La Verde, Ramos, Santa Rosa, Gualacala-Eの5地区が抽出され、今回この内の比較的示徴の良いRio Blanco, La Verdeの精査を行ったものである。各地区の鉍床状況は夫々の項目に詳述した通り、斑岩銅鉍床型の鉍化・変質作用を認めることが出来た。しかしながら、Rio Blancoに於いては、予想鉍化帯が東西に流れるDorada沢の河底に分布し、南北の地形が30度前後の急傾斜をなした地形中に夾まれて賦存している。このことは将来の開発を考えた場合、多額の剝土費用を必要とすることを意味し、この種の鉍床の標準的品位以上の品位がないと稼行困難であることを意味する。しかし、現在迄の所そうした品位になり得る積極的な徴候にも乏しい。

又、La Verde鉍化帯は、La Verde沢およびSergia沢の河岸に比較的良い露出があり、破碎構造も集中的に発達する部分があるものの、露岩サンプルの分析品位は、銅0.3%以下の低品位の数値を示した。

尚両地区共、自動車道路の末端から直距離20-30km離れて居り、徒歩3日間を要する遠隔の地にあり、且つ雨期の長い天候不順の地域のため、探鉍のみならず開発を考えた場合には、多額の費用を要する。したがって両地区の調査計画は慎重に立案すべきで、本地域外も含めた他の銅鉍床開発プロジェクトと投資効率を比較しつつ選択すべきであろう。以上の理由から、斑岩銅鉍床型鉍微地の次年次調査としては、先づ第1年次に抽出した同種鉍微地のRamos, Santa Rosa等の情報レベルをこれら両地区のレベル迄引き上げることを目的として地質精査・地化学探査を実施することが先決であると考ええる。

##### (2) 含金多金属鉍脈型鉍微地区

今年次調査を実施したDiamante, Bombona両地区共に、地表に近い酸化部分の採掘が行われているものの、ボーリング調査の結果により下部にまだ相当規模の埋蔵鉍量が賦存することが期待可能となって来た。また、Diamante下流約7km付近に所在する

Paraiso 地区の鉛脈露頭も概査し、この付近一帯の鉛脈鉛床群が相当発展する可能性を持っているとの印象も受けている。

これらの鉛脈群中、規模・品位の点で、やはり、Diamante 主脈が最も優勢な鉛脈であると云うことが出来、ボーリング結果、平均脈幅 278cm、品位 Au 899/t、Ag 60g/t、Cu 0.14%、Pb 0.09%、Zn 45.8%、As 51.2% という値を得ている。鉛石の顕微鏡観察結果でも、大部分のエレクトラムが石英中および硫化鉛物結晶間に散在することが明らかとなり、回収困難な結晶中に包有されるものが比較的少ないことが判明してきた。又、硫化鉛物の共生関係についても情報が集積されてきた。

しかしながら、鉛脈規模の変化、即ち膨縮が顕著とみられること、鉛物組成にも石英質の所と、硫化鉛物に富む部分とがあること等、変化に富む鉛脈である為、今年次のボーリング孔間の粗い間隔の調査のみでは、鉛床の形状に関して明確な姿を描くことが出来ない。またこの種の鉛床では下部に向って急激に品位が低下するケースが多いので、下部調査も必要である。Diamante 鉛山地帯は、Guachavez 部落から直距離約 4km の近距離にあり、インフラストラクチャーの上からは有利な位置にある。又、鉛山設備建設の場合の費用は、斑岩銅鉛床型鉛山に比較して極めて少額で済む利点がある。鉛石品位が今後の調査を含め Au 7-9g/t、Ag 60-90g/t の範囲に止まるものであれば有利な鉛山開発の対象と成り得る。

したがって、今後も、先づ Diamante 鉛山地帯の調査を最優先して実施すべきで、100m 間隔程度の密なボーリングによって、第 2 年次ボーリング孔の中間及びその南方延長部を調査することを第一に薦める。

又、同地区北東部に平行に走る Marina 鉛化帯の地化学探査精査及び Gitana 1 号坑、2 号坑鉛徴との間の地化学探査精査による連続性の調査、並びに Diamante 地区から北西部に位置する Paraiso 地区に至る付近一帯および Bombona 北部付近の鉛床調査を行って、Diamante 鉛床開発の場合の衛星鉛山としてのポテンシャルを調査しておくべきであると考えられる。

更に、本鉛床は鉛石中に閃亜鉛鉛、硫砒鉄鉛を比較的少量に含む特性を有し、亜鉛鉛の回収法とこれらの鉛物がエレクトラムの苛化法による回収工程中でマイナス因子として働くという問題があり得るので、出来るだけ早期に鉛石の選鉛・冶金の性質を調査することが望ましい。

## REFERENCES

- Alvarez, E.G & Chakrabarti, A.K. (1980)  
Prospectos de porfido cuprifero en la cordillera occidental  
de Colombia  
INGEOMINAS INFORME No.1832
- Anglo, R.C. (1978)  
Recursos Minerales de Colombia  
INGEOMINAS
- Irving, E.M. (1971)  
La evolucion estructural de los andes mas septentrionales  
de Colombia  
Boletin Geologico Vol. XIX No.2
- Ishihara, S. (1970)  
Introduction of Porphyry Copper Deposits Vol. II  
(in Japanese)
- Lipeltier, C. (1964)  
A Simplified Statistical Treatment of Geochemical Data by  
Graphical Representation  
Econ. Geol. Vol. 64 pp538-550
- Lowell, J.D & Guilbert, J.M. (1970)  
Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in  
porphyry ore deposits  
Econ. Geol. Vol. 65 pp373-408
- Lozano, D.B. (1979)  
Geology of the central western Cordillera, west of Buga and  
Roldanillo, Colombia  
Publ. Geol. Esp. INGEOMINAS

- Miyashiro, A. & Kushiro, I (1975)  
Petrology Vol. II  
Kyoritsu Zensho (in Japanese)
- Naciones Unidas (1977)  
Proyecto de Metales Basicos en las Cordilleras Central y  
Occidental
- Paris, G.Q. & Marin, P.A. (1979)  
Generalidades acerca de la geologia del Departamento del Cauca  
INGEOMINAS
- Stibane, F.R. (1975)  
The Encyclopedia of World Regional Geology Part I  
Colombia pp245-250
- Takahashi, M., Aramaki, S. and Ishihara, S. (1980)  
Magnetite-series/Ilmenite-series VS  
I-type/S-type granitoids  
Mining Geology of Japan  
Spe. issue No.8 pp13-28
- The Mining and Metallurgical Institute of Japan (1975, 1978)  
Gold-silver ore in Japan Vol. 1 & 2 (in Japanese)
- The Mining and Metallurgical Institute of Japan (1979)  
Handbook for the exploration in earth science Vol. 1  
(in Japanese)

# 各 論

## 第Ⅱ部 ボーリング調査工事



## 第Ⅱ部 ボーリング調査工事

第1章	ボーリング調査工事概要	Ⅱ- 3
1-1	目 的	Ⅱ- 3
1-2	工 事 概 要	Ⅱ- 3
1-3	コア鑑定及び解析作業	Ⅱ- 4
第2章	ボーリング調査工事	Ⅱ- 5
2-1	資・機材搬入工事	Ⅱ- 5
2-2	ボーリング地点	Ⅱ- 5
2-3	設 営 作 業	Ⅱ- 6
2-4	掘 進 作 業	Ⅱ- 6
2-5	移設・撤収作業	Ⅱ-11
2-6	掘 進 実 績	Ⅱ-11
第3章	ボーリング孔の地質及び鉋化作用	Ⅱ-13
3-1	PD-1	Ⅱ-13
3-2	PD-2	Ⅱ-13
3-3	PD-3	Ⅱ-14
3-4	PD-4	Ⅱ-15
3-5	PD-5	Ⅱ-15
3-6	PD-6	Ⅱ-16
3-7	PD-7	Ⅱ-17
3-8	ボーリング結果の総括	Ⅱ-18

#### LIST OF FIGURES

Fig. II-1	Progress record of diamond drilling, PD-1
Fig. II-2	Progress record of diamond drilling, PD-2
Fig. II-3	Progress record of diamond drilling, PD-3
Fig. II-4	Progress record of diamond drilling, PD-4
Fig. II-5	Progress record of diamond drilling, PD-5
Fig. II-6	Progress record of diamond drilling, PD-6
Fig. II-7	Progress record of diamond drilling, PD-7
Fig. II-8	Geological section for PD-1, PD-2, PD-3
Fig. II-9	Geological section for PD-4, PD-5
Fig. II-10	Geological section for PD-6, PD-7

#### LIST OF TABLE

Table II-1	Results of X-ray diffractive analysis
------------	---------------------------------------

#### LIST OF PLATES

Plate II-1	Geologic drill log. PD-1, PD-2, PD-3, PD-4
Plate II-2	Geologic drill log. PD-5, PD-6, PD-7

## 第1章 ボーリング調査工事概要

### 1-1 目的

コロンビア共和国ビエドランチャ地域における第1年次の地質調査・地化学探査の結果、第2年次の調査地域の一つとしてDiamante (ダイヤモンド)地区が抽出された。

本地区において地質構造と鉱化作用との関連を解明することを目的としてボーリング調査工事が実施された。

### 1-2 工事概要

1981年9月14日、日本から調査員3名が渡航し、既に8月上旬に横浜港から船積み海上輸送されていた資・機材を Buenaventura (ブエナベンツウラ) 港において荷受けを行った。その後、9月17日からトラックにより Guachavez (ワチャベス) 部落まで輸送した。Guachavez から山元迄は自動車路がないため、ヘリコプターによる輸送を行った。そのためヘリポート作成工事を行い、資・機材のヘリコプター運搬、次いで山内運搬等の作業を終了し、PD-7 から掘進作業を開始した。

使用機械は、TOM-3 (掘進能力NQ 590m, BQ 750m)1台で、ボーリング孔7孔総掘進長757.20mが掘進された。

作業形態は原則として、1方8時間の3交代制作業とした。

各方の構成は原則として、日本人調査技士1名、現地人作業員3名の編成とした。他にキャンプ維持のラジオ通信担当番、炊事婦、運転手を常備し運搬時には臨時に増員を行った。掘進方法は、ワイヤーライン工法により掘進し、コア採取率および工程の向上に努めた。

各孔毎ボーリング工事量は次の通りである。

孔名	掘進長 m	コア長 m	コア採取率 %
PD-1	83.50	79.20	100.0
PD-2	81.00	48.00	77.4
PD-3	90.60	51.50	82.2
PD-4	100.10	67.80	70.6
PD-5	120.70	100.60	92.3
PD-6	120.60	96.80	84.9
PD-7	160.70	152.30	97.1
計	757.20	596.20	87.7

(注 コア採取率は表土を除く)

ボーリング工事期間は9月21日から12月26日までの97日間であった。

### 1-3 コア鑑定及び解析作業

ボーリングコアの鑑定は、No. PD-7, 6, 5, 4 孔の4孔分については、PD-4孔終了時現地でまとめて実施され、No. PD-3, 2, 1 孔については各孔の終了時、その都度調査が行われた。鑑定には、岩質・変質・破砕および鉱化状況に注目して観察と記載が行われ、縮尺200分の1の地質柱状図にまとめられた。

鉱化部については、ダイヤモンドカッターによって軸方向に平行に半分に切断した後、更に片面のみを2分して $\frac{1}{4}$ 片を採取、粉碎して分析試料を作成、金・銀・銅・鉛・亜鉛・アンチモン・砒素の7元素について分析が行われた。

また、岩石および鉱化部の組織、変質、共生関係等を調査するため、薄片および研磨片が作成され、顕微鏡観察が行われた。さらに試料の一部について、X線回折とX線マイクロアナリシスによる鉱物決定と共生関係の研究なども行われた。

分析・解析作業の主な項目とその個数は次のとおりである。

(1) 岩石薄片顕微鏡観察	10個
(2) 鉱石研磨片顕微鏡観察	15個
(3) 鉱石部の分析(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Sb, As)	65個
(4) X線回折	15個
(5) X線マイクロアナリシス	5個

## 第2章 ボーリング調査工事

### 2-1 資・機材搬入工事

1981年9月14日、調査員3名が東京から渡航して、9月18日Guachavezに到着し、試錐現地の踏査が行われた。踏査結果にもとづいて、ヘリポート工事計画と資・機材のヘリコプター運搬計画、山内運搬路計画を立案すると共に、作業員の調達が行われた。またGuachavez部落長Diamante地区の地主との間に、ボーリング工事用地、キャンプ用地、ヘリポート用地等の借用、放牧地内への立入許可ならびに山内運搬路の建設の了解をとりつけた。

ヘリポート工事はGuachavez側はGuachavez村有グラウンドを借用し、Diamante側にはPD-7孔の近くとキャンプ地点近くの2ヶ所に広さ8m×8mのヘリポートを人力にて建設し、又山内運搬用に総延長900m、幅員2mの運搬路が人力にて建設された。

ヘリポート、山内運搬路共に海拔2600mの高地にあり、海拔3200mの峠を境として、天候の変化が激しく、資・機材のヘリコプター運搬中に度々運搬作業の中断を余儀なくされた。資・機材がスムーズにできるよう臨時に8人～10人の作業員を配置して運搬路の補修作業を行った。

### 2-2 ボーリング地点

Diamante地区はGuachavez部落より標高3200mの峠を越え、約10kmの位置にあり、馬で約3時間を要する。

各ボーリング孔の位置(経、緯距)および標高は次の通りである。<sup>※</sup>

孔名	経距(E)	緯距(N)	標高(m)
PD-1	2010	2011	25025
PD-2	2058	1919	25135
PD-3	2058	1919	25135
PD-4	2248	1912	26020
PD-5	2248	1912	26020
PD-6	2332	1788	26440
PD-7	2332	1788	26440

(※ Mina Auxiliadora の坑口前の測点21を、E2000、N2000、標高2500mとしている)

## 2-3 設 営 作 業

### 2-3-1 資・機材の搬入

資・機材は通関後1981年9月17日Buenaventura 港から11tトラック3台によってCali, Popayan, Pastoの各都市を經由して9月19日Guachavez 部落までトラックで運搬された。Guachavez 部落からDiamante 地区のヘリポートまでヘリコプター204型にて運搬し、各孔間はすべてチルーホールおよび自走方式を併用し人力で運搬した。

### 2-3-2 設 営

設営はPD-7から開始した。PD-7および6, PD-5および4, PD-3および2とPD-1の各ボーリングサイト間の山内運搬路建設, 総延長900m, 幅員2mとボーリング座整地は人力で行った。

### 2-3-3 ボーリング用水

全7孔共付近の谷川より $1\frac{1}{2}$ 吋および1吋ポリ管を使用して自然導入を行った。この為の配管総延長は1,500mに達した。

## 2-4 掘 進 作 業

表土は101mmメタルクラウンにて無水掘進を行った。着岩後は、NQワイヤーライン工法で掘進し、逐次ケーシングパイプを挿入設置して最終口径はBQワイヤーライン工法とした。

各孔の掘進状況は次の通りである。

### 2-4-1 PD-1

掘 進 長	8350m
コ ア 長	7920m
コア採取率	100% (表土を除く)
掘進開始日	1981年12月10日
掘出終了日	1981年12月15日

#### 0.00m~7.40m

101mmメタルクラウンにて無水掘進を行った。崖錐堆積物を深度7.40mまで掘進した。岩質は安定したが、崩壊がありセメンテーションを行った。セメント追切後、NWケーシングパイプを7.40mまで挿入設置した。

#### 7.40m~55.70m

NO-WLダイヤモンドビットにて、ベントナイト泥水を使用して掘進した。岩石は集塊

岩質凝灰角礫岩で比較的安定した岩質であった。BWケーシングパイプを5.570mまで挿入設置した。この間1.580m~1.760m, 3.330m~3.410m, 4.530m~4.630mに3層の鉍化部を捕捉確認した。

5.570m~8.350m

BQ-WLダイヤモンドビットにてベントナイト泥水を使用して掘進した。岩石は集塊岩質凝灰角礫岩で8.350mまで掘進し目的を達成して終了した。

#### 2-4-2 PD-2

掘進長 81.00m  
コア長 48.00m  
コア採取率 77.4% (表土を除く)  
掘進開始日 1981年12月2日  
掘進終了日 1981年12月7日

0.00m~2.520m

101mmメタルクラウンにて2.520mまで無水掘進した。

0.00m~1.900m間は粘土層のため押出しがあり、掘進困難であった。1.900mより粘土を挟む破碎された集塊岩質凝灰角礫岩で、孔内状況が悪くなったのでNWケーシングパイプを2.520mまで挿入設置した。

2.520m~5.380m

NQ-WLダイヤモンドビットにて、リボナイト泥水を使用して掘進した。岩石は風化した脆弱な集塊岩質凝灰角礫岩の破碎帯であった。

孔内状況が悪くなったので、BWケーシングパイプを5.380mまで挿入設置した。

この間5.100m~5.160mに鉍化部を捕捉した。

5.380m~8.100m

BQ-WLダイヤモンドビットにて、リボナイト泥水を使用して掘進した。岩石は風化した脆弱な集塊岩質凝灰角礫岩の破碎帯で8.100mまで掘進し目的を達成して終了した。

#### 2-4-3 PD-3

掘進長 90.60m  
コア長 51.50m  
コア採取率 82.2% (表土を除く)  
掘進開時日 1981年11月23日  
掘進終了日 1981年11月30日

0.00m~24.50m

101mmメタルクラウンにて24.50mまで無水掘進した。

非常に厚い粘土層を掘進した。また湧水(50ℓ/分)あり、孔内状況悪くなったのでNWケーシングパイプを24.50mまで挿入設置した。

24.50m~64.60m

NQ-WLダイヤモンドビットにて、リボナイト泥水を使用して掘進した。岩石は破碎された輝緑岩、集塊岩質凝灰角礫岩であった。

この間湧水(60ℓ/分)もあり、岩質も安定したのでBWケーシングパイプを64.60mまで挿入設置した。この間48.30m~49.50m, 51.50m~54.00m, 57.30m~58.50mに3層の鉱化部を捕捉確認した。

64.60m~90.60m

BQ-WLダイヤモンドビットにて、リボナイト泥水を使用して掘進した。岩石は破碎された集塊岩質凝灰角礫岩であった。

80.00mで鉱化部を捕捉したので、10.00m増掘の指示があり90.60mまで掘進し目的を達成して終了した。この間72.70m~74.10m, 80.20m~81.00m, 86.70m~87.40mに3層に鉱化部を捕捉確認した。

#### 2-4-4 PD-4

掘進長	100.10m
コア長	67.80m
コア採取率	70.6% (表土を除く)
掘進開始日	1981年11月10日
掘進終了日	1981年11月17日

0.00m~15.50m

101mmメタルクラウンにて15.50mまで無水掘進した。岩石は粘土帯、輝緑岩であった。岩質が安定したのでNWケーシングパイプを15.50mまで挿入設置した。

15.50m~62.00m

NQ-WLダイヤモンドビットにて、リボナイト泥水を使用して掘進した。岩石は風化した亀裂の多い輝緑岩、集塊岩質凝灰角礫岩、破碎帯であった。風化した亀裂の多い破碎帯のためビット摩耗および逸泥が激しかった為、逸泥防止に努めたが防止できなかったため、孔口より切削油、エマールー20Cを注入し、パイプション防止を行いながら掘進した。岩質が安定したのでBWケーシングパイプを62.00mまで挿入設置した。

この間60.50m~62.00mに鉱化部を捕捉確認した。



#### 6200m~100.10m

BQ-WLダイヤモンドビットにて、リボナイト泥水を使用して掘進した。岩石は亀裂の多い集塊岩質凝灰角礫岩の破砕帯であった。亀裂の多い破砕帯のためビット摩耗および逸泥が激しかった。逸泥防止に努めたが防止できなかったため、孔口より切削油、エマール-20Cを注入し、バイブレーション防止を行いながら100.10mまで掘進し、目的を達成して終了した。この間6200m~71.80mに鉍化部を捕捉確認した。

#### 2-4-5 PD-5

掘進長 120.70m  
コア長 100.60m  
コア採取率 92.4% (表土を除く)  
掘進開始日 1981年11月2日  
掘進終了日 1981年11月9日

#### 0.00m~1200m

101mmメタルクラウンにて1200mまで無水掘進した。岩質が1200mで安定したためNWケーシングパイプを1200mまで挿入設置した。

#### 1200m~7500m

NQ-WLダイヤモンドビットにてリボナイト泥水を使用して掘進した。岩石は輝緑岩集塊岩質凝灰角礫岩であった。亀裂の多い破砕帯のため逸泥が激しかった。逸泥防止に努めたが防止できなかったため、孔口エマール-20Cを注入しバイブレーション防止を行いながら掘進した。その後岩質が安定したため、BWケーシングパイプを6300mまで挿入設置した。

#### 7500m~120.70m

BQ-WLダイヤモンドビットにてリボナイト泥水を使用して掘進した。岩石は集塊岩質凝灰角礫岩および粘土帯であった。

120.70mまで掘進し目的を達成して終了した。この間94.90m~95.80m、104.90m~110.00mに2層の鉍化部を捕捉確認した。

#### 2-4-6 PD-6

掘進長 120.60m  
コア長 96.80m  
コア採取率 84.9% (表土を除く)  
掘進開始日 1981年10月16日  
掘進終了日 1981年10月26日

0.00 m~16.00 m

101mmメタルクラウンにて16.00mまで無水掘進した。16.00mにて崩壊が激しくセメンテーションを行った。セメント追切後、NWケーシングパイプを16.00mまで挿入設置した。

16.00 m~72.10 m

NQ-WLダイヤモンドビットにてリボナイト泥水を使用して掘進した。岩石は石英細脈、輝緑岩、集塊岩質岩であった。16.00m~20.10m間は崩壊、逸泥激しく、セメンテーションを数回行いながら掘進した。以後比較的安定した岩質で72.10mまで掘進した。岩質が安定したので、BWケーシングパイプを72.10mまで挿入設置した。

この間63.00m~72.10mに鉍化部を捕捉確認した。

72.10 m~120.60 m

BQ-WLダイヤモンドビットにてリボナイト泥水を使用して掘進した。岩石は、石英細脈、集塊岩質岩であった。破碎された石英細脈のためビットの摩耗が激しかった。

120.60mまで掘進し目的を達成して終了した。この間72.10m~75.90m, 81.80m~99.20mに2層の鉍化部を捕捉確認した。

2-4-7 PD-7

掘進長	160.70m
コア長	152.30m
コア採取率	97.1% (表土を除く)
掘進開始日	1981年10月1日
掘進終了日	1981年10月15日

0.00 m~12.10 m

101mmメタルクラウンにて無水掘進した。岩質12.10mで良好となったので、NWケーシングパイプを12.10mまで挿入設置した。

12.10 m~113.10 m

NQ-WLダイヤモンドビットにてリボナイト泥水を使用して掘進した。岩石は輝緑岩、集塊岩質岩、集塊岩質凝灰角礫岩であった。12.10m~20.00m間は崩壊、逸泥が激しくセメンテーションを数回行いながら掘進した。

NWケーシングパイプを13.10mまで拡孔延長設置した。57.00mで完全逸泥した。逸泥防止に努めたが亀裂大きく逸泥防止ができなかったため、孔口よりエマール-200注入し、パイプシジョン防止を行いながら掘進した。岩質が安定したので、BWケーシングパイプを113.10mまで挿入設置した。この間98.70m~99.70mに鉍化部を捕捉確認し

た。

113.10m~160.70m

BQ-WLダイヤモンドビットにてリボナイト泥水を使用して掘進した。岩石は集塊岩質岩、集塊岩質凝灰角礫岩であった。比較的安定した岩質で、160.70mまで掘進し目的を達成して終了した。この間132.10m~132.50m、135.60m~147.70mに2層の鉍化部を捕捉確認した。

## 2-5 移設・撤収作業

### 2-5-1 移 設

ボーリングサイトPD-7~6, PD-5~4, PD-3~2, およびPD-1の掘進開始までの移設、設営作業には2~5日間を要した。又、同一場所の傾斜および方位変更には1~2日間を要した。

### 2-5-2 撤 収

撤収は、Diamante 地区のヘリポートより、ヘリコプター204型にてGuachavez 村有グラウンドまで運搬した。資・機材を整備した後、主要機械は4tトラックにてGuachavez 部落内の倉庫まで運搬し格納した。工具等の一部はPopayanのINGEOMINAS 事務所まで運搬し保管した。

ボーリングコアは非鉍化部については、そのままINGEOMINASカウンターパート技師の了解を得てDiamante 倉庫に保管した。鉍化部はコアカッターにて2分した後、更に半片を2等分して、一方を粉砕分析に供し、一方から顕微鏡研究用の試料を採取した。最初の半片は別途コア箱に納めPopayan INGEOMINAS 事務所に引渡した。

## 2-6 掘進実績

### 2-6-1 作業能率

A.Ⅱ-11 に示した通り、ボーリング孔の総掘進延長は757.20m、総掘進作業1方当り掘進率4.65m、実掘進作業1の方当りの掘進能率は5.05mであった。

掘進速度とビット回転数は次のとおりである。

	掘進速度	ビット回転数
硬 岩	1.0~2.0cm/分	400~500 r.p.m
中 硬 岩	2.0~3.0cm/分	300~400 r.p.m
軟 岩	3.0~4.0cm/分	50~150 r.p.m



尚上記掘進実績は岩質が全般的に粘土を挟む亀裂の多い破砕帯のため掘進能率が低下した。

#### 2-6-2 コア採取率

A・Ⅱ-11に示す通り、表土層部分77.90mを除いた総掘進延長679.30mに対して596.20mのコアを採取した。

平均コア採取率は、87.7%であった。

Fig. II - 1

PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING PD - 1

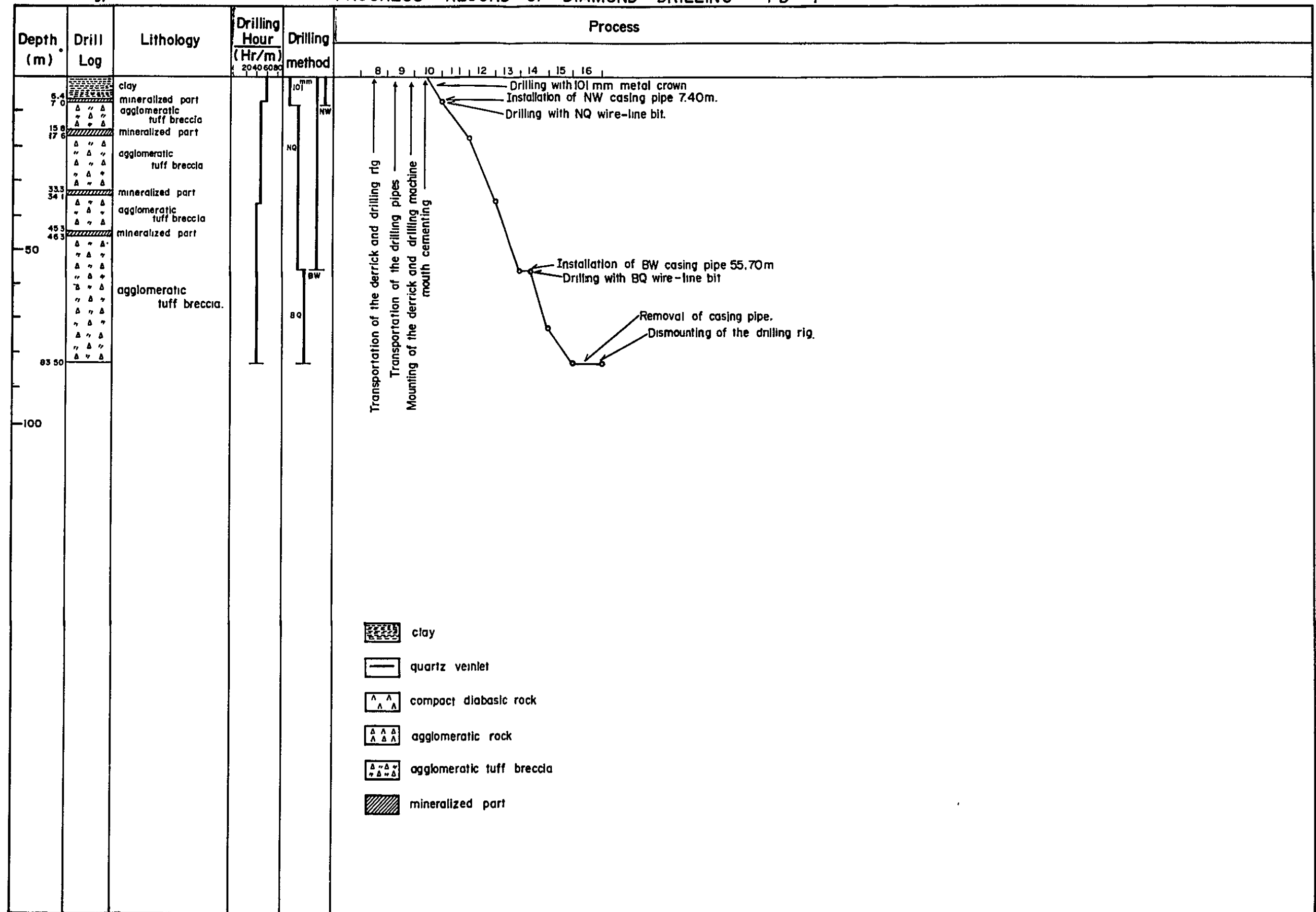


Fig. II - 2

PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING PD - 2

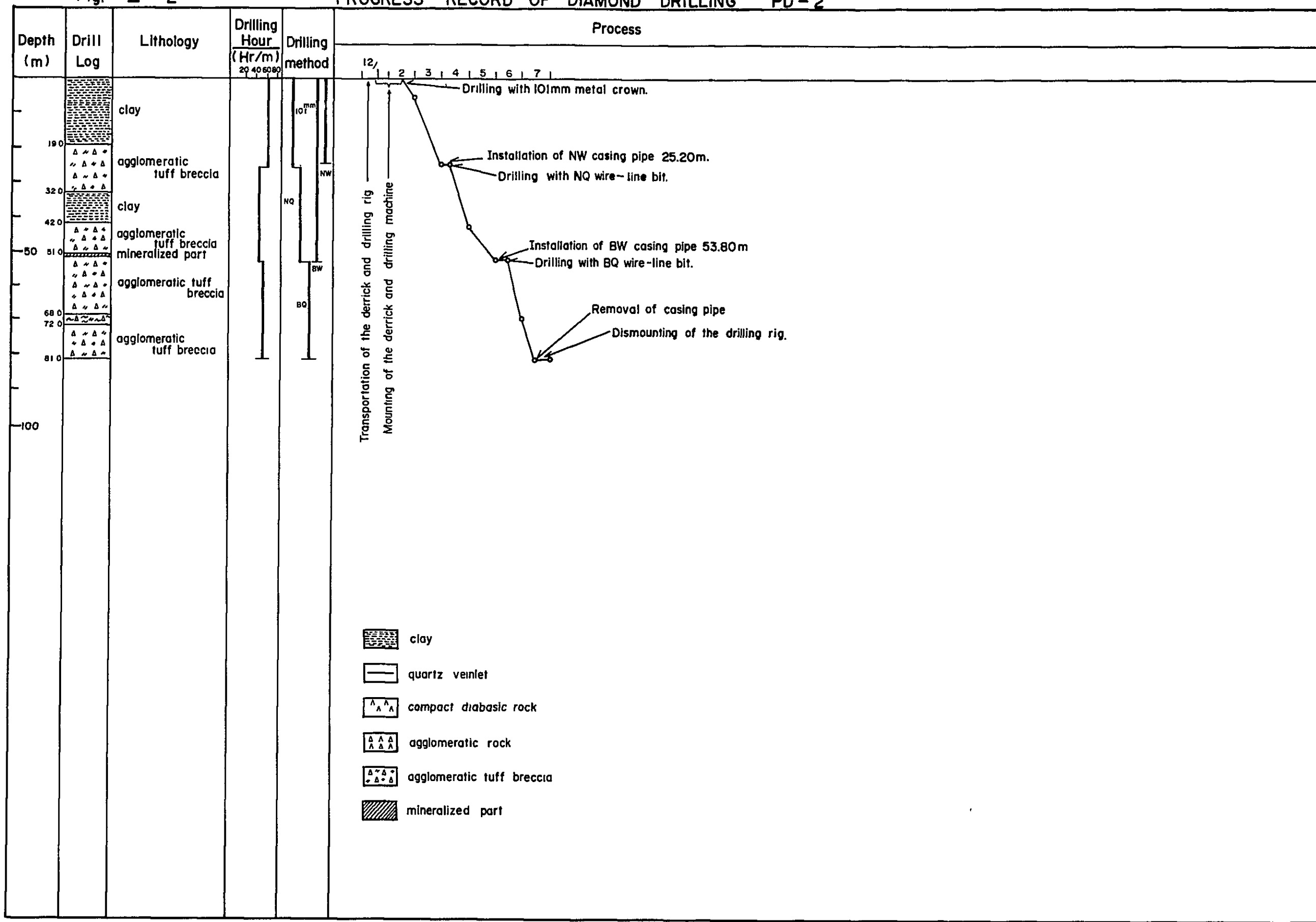


Fig. II - 3

PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING PD - 3

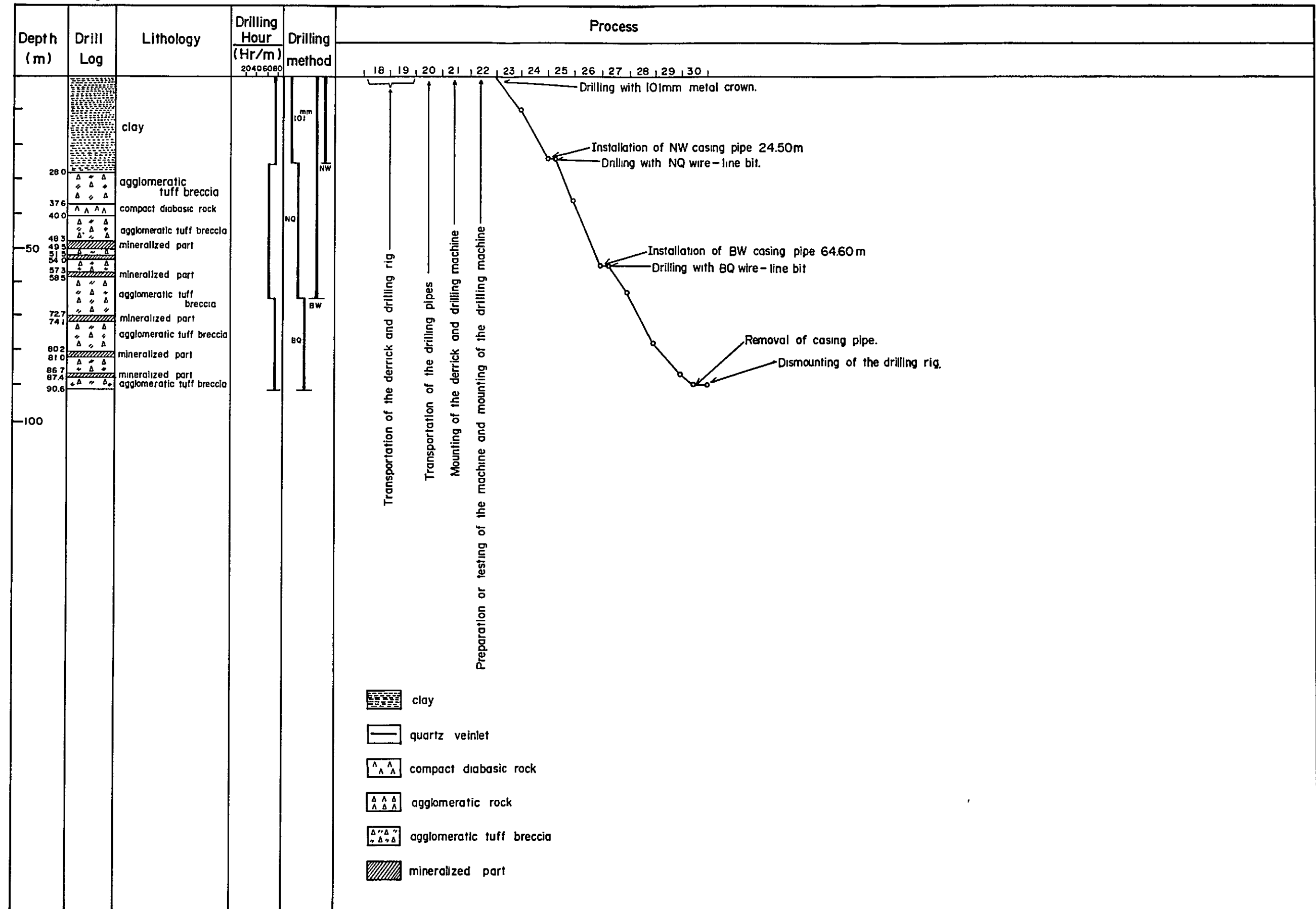




Fig II - 4

PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING PD - 4

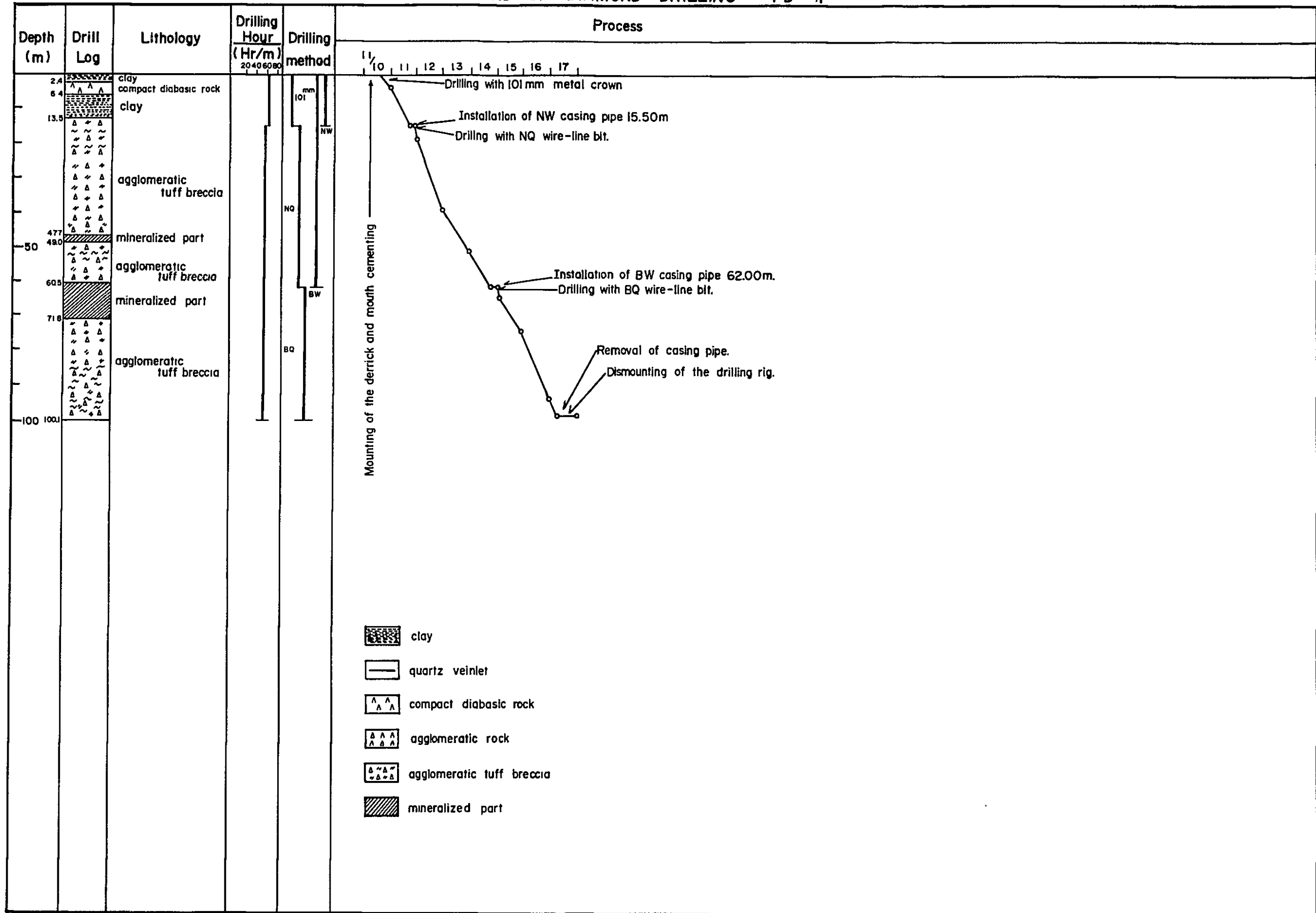


Fig. II - 5

PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING PD - 5

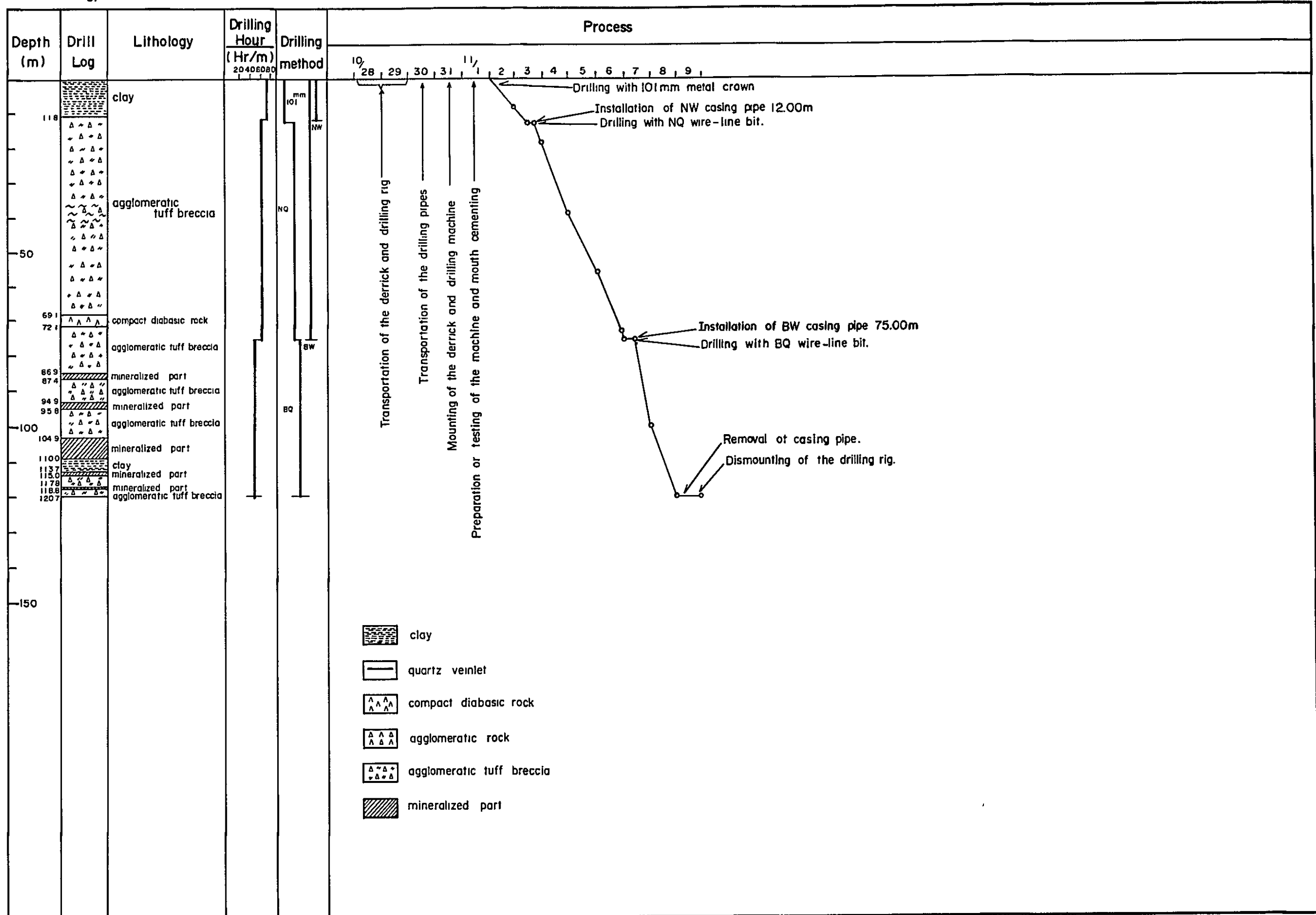


Fig II - 6

PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING PD-6

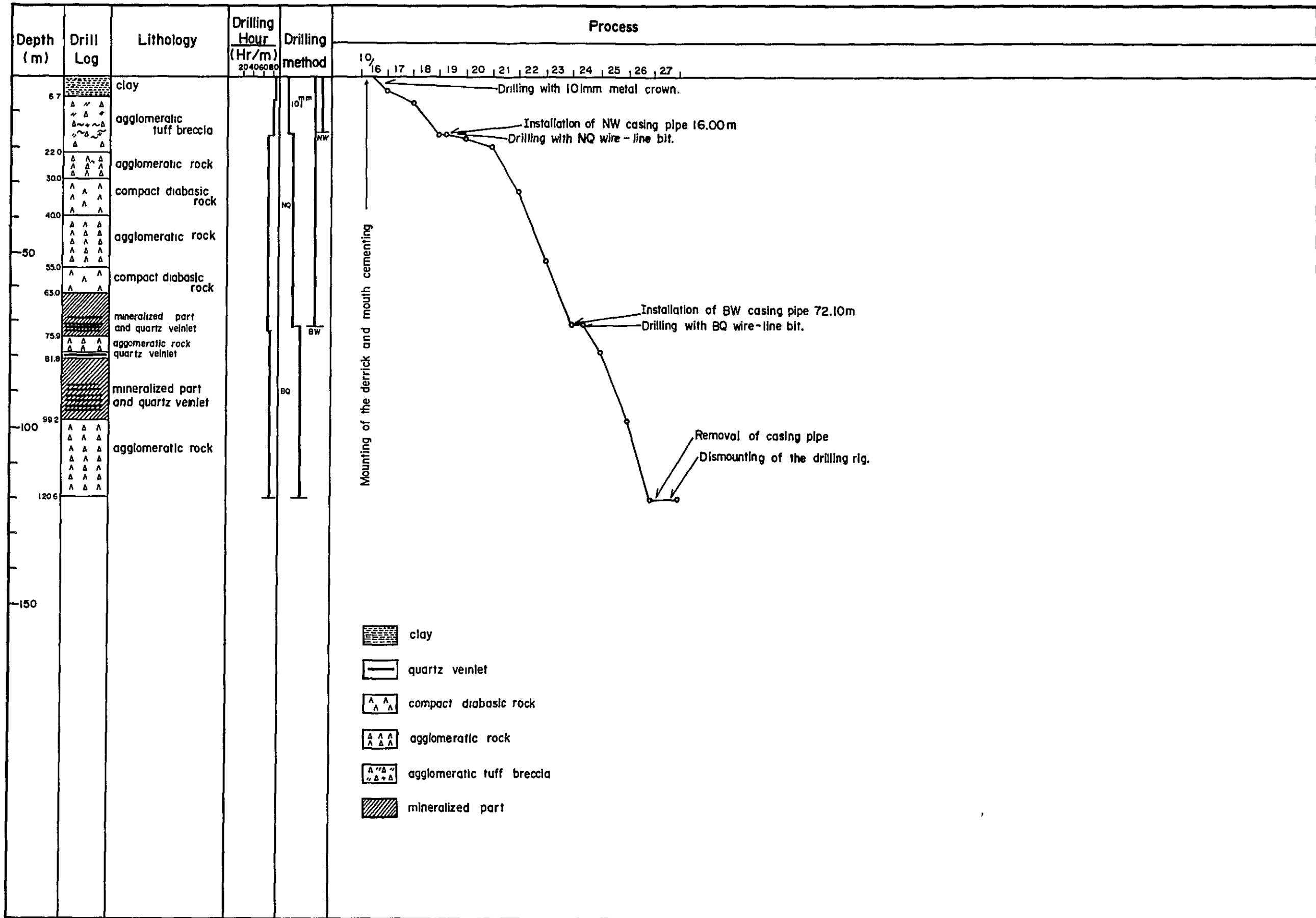
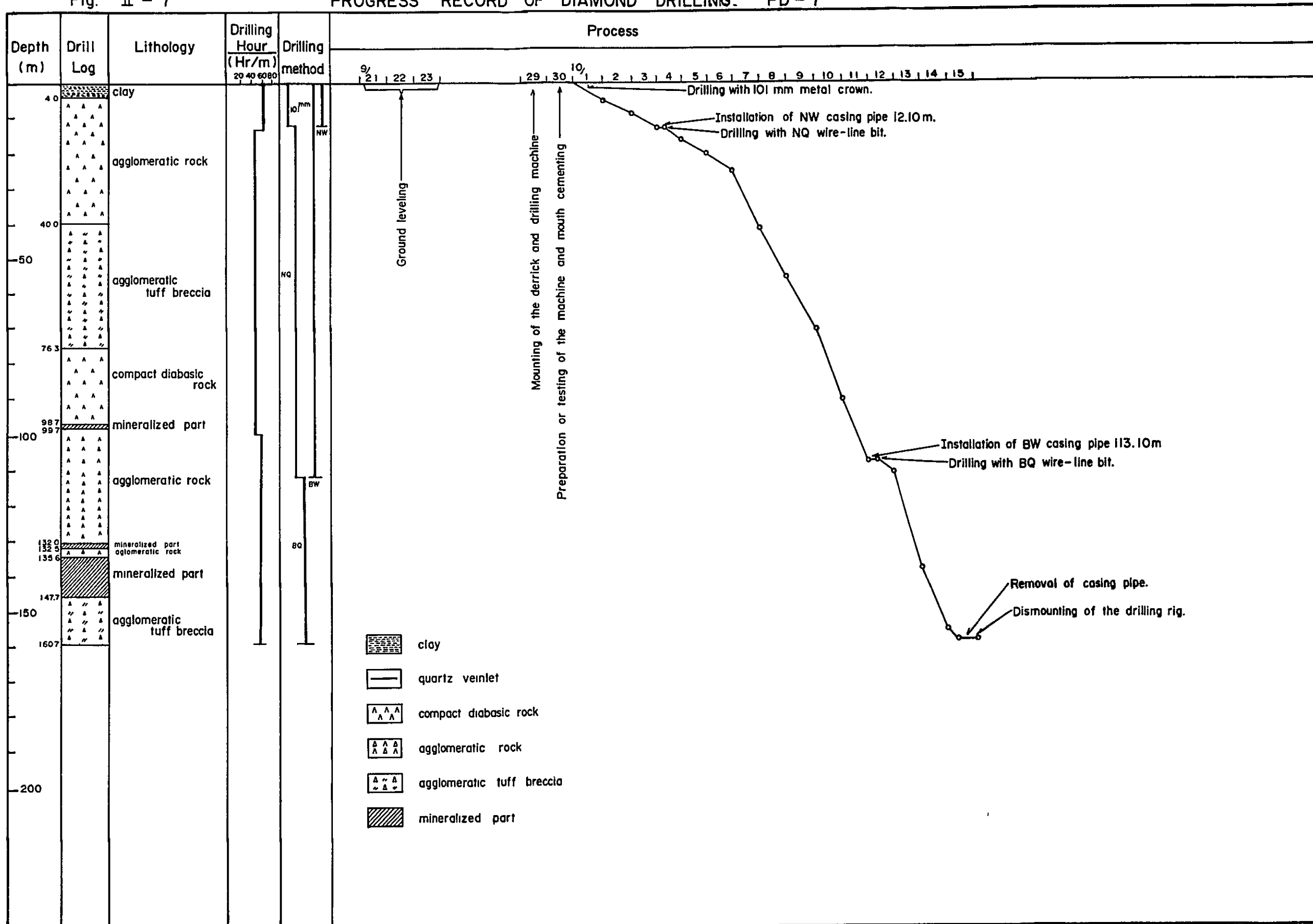


Fig. II - 7

PROGRESS RECORD OF DIAMOND DRILLING. PD - 7



### 第3章 ボーリング孔の地質及び鉍化作用

#### 3-1 PD-1

- (1) 目的： 2500mレベルに所在するAuxiliadora 坑の鉍脈には高品位の含金硫化鉍脈（幅120cm Au 15.7g/t）があり，周辺に不規則な角礫状鉍化部も伴うことから，その下部延長を調査するため，鉍脈の一般傾斜が北落し60°前後であることに注目して，坑口から北方へ約20mの地点から垂直に掘削するよう計画された。
- (2) 位置： 鉍山付近地形図座標（以下全孔同様）；N2022, E2010, 標高25025m, 傾斜-90°, 延長83.50m
- (3) 岩質質： 地表から深度4.3m迄は，粘土質黄褐色表土であったが，それ以後孔底80.50m迄，集塊岩質凝灰角礫岩であった。9mから21m迄と，33m点，59m点に弱い破砕作用を受けているが，全般的に塊状緻密で比較的新鮮である。破砕部には若干の緑れん石，方解石等が認められる。  
鏡下の観察では（Sample No. D-1073）原岩は主として0.2から0.3mmの破片状斜長石および石英からなり，0.2mm前後の単斜輝石を含む。又，比較的多くの磁鉄鉍が散在し，やや強い方解石化作用を受けている。  
又，X線回折の結果D1006, 1016.7, 1073の試料に透角閃石が比較的多量に検出され，D1073には金雲母が多量に認められている。
- (4) 鉍化作用および品位： 石英を主とし，微量の硫化鉍物（黄鉄鉍・硫砒鉄鉍・閃亜鉛鉍等）を含む細脈状鉍化作用が，50mまでの間に5箇所認められた。夫々ボーリング延長で30cmから130cmの幅で試料採取し，分析を行ったが，金銀品位は痕跡のみであった。
- (5) 検討： 本孔により，Auxiliadora 坑の鉍石体が小規模なものであることが判明し，更に他のボーリング孔（PD-3）によって，Diamante 主脈は本孔よりも更に東寄りを通っていることが明瞭となり，Auxiliadora 坑は主脈の延長でないことが判った。

#### 3-2 PD-2

- (1) 目的： 前述のPD-1孔と同様Auxiliadora 鉍石体の南方延長を調査する目的で実施された。Auxiliadora 坑内の鉍石分布がやや不規則なので，水平的な分布を知るためにほぼ水平に近い-5°で掘削された。
- (2) 位置： Auxiliadora 坑南方約110m点，Diamante 川右岸に設定。  
N1919, E2058, 標高2513.5m, 方向N345°, 傾斜-5°, 延長81.00m
- (3) 岩質： 地表からの深度が最大でも約30mと浅いため，全般的に酸化作用を受けて黄褐色に変色し，粘土化作用も受けているため岩芯の試料採取は不良であった。特に47m以

降は破砕帯となり、コアは礫状乃至大豆状の小粒となっており、採取率最底であった。そのため原岩識別やや困難であるが角礫状安山岩、凝灰岩質岩石が認められるので、周辺と同様の集塊岩質凝灰角礫岩と判定した。

斑晶状に緑色変質鉱物および白色の絹雲母化および方解石化した斜長石が認められ、磁鉄鉱・黄鉄鉱を少量伴っている。

- (4) 鉱化作用および品位： 47 m以降の破砕されたコア中には、所々石英脈が見られ、多くは酸化鉄で汚染されているが、若干硫化鉱物の見られるものがある。鉱脈部の研磨片 (D1006) の観察によれば、磁鉄鉱と磁硫鉄鉱それに少量の黄銅鉱が密接に共生しているのが認められる。しかしながら鉱化部と考えられた部分につき8個の試料を採取、分析したが、金・銀を含む部分は認められなかった。
- (5) 検討： 鉱化帯と予想された部分のコア採取が非常に悪いため、あるいは、金粒が流れてしまったため分析値に現われない鉱化部分もあると考えられるが、PD-1の結果と合わせて考察すれば、Auxiliadora坑の鉱体は局部的に鉱化したものであって、連続性に乏しいものであると判断せざるを得ない。

### 3-3 PD-3

- (1) 目的： 上記PD-2の更に南方に於けるAuxiliadora坑鉱体の連続性を調査する目的で計画された。調査対象レベルをAuxiliadora坑のレベル(2500m)としたため、ほぼ水平な-5°で実施された。
- (2) 位置： PD-2と同一地点から掘削。  
N1919, E2053, 標高2513.5m, 方向N70°E, 傾斜-5°, 延長90.60m
- (3) 岩質： PD-2と同様、地表に近いので37.6m迄酸化した緑色岩類であった。それ以後孔底迄凝灰角礫岩であるが、多数の破砕帯を切っている。破砕帯には、石英の細脈が入っており、時には緑れん石、透角閃石を伴う。又、脈付近の母岩の斜長石は絹雲母化およびカリ長石化を受けているのが、鏡下で認められている。(Sample No. D-2051, 2)
- (4) 鉱化作用および品位： 8個のサンプルを分析したが、深度80.2-81.0mに金の含有が認められた。すなわち、

脈幅	Au g/t	Ag g/t	Cu%	Pb%	Zn%	Sb%	As%
80cm	9.6	5	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01

研磨片の観察(D30803)によれば、脈石鉱物は石英の他ほとんど黄鉄鉱から成り、少量の黄銅鉱を伴っている。黄鉄鉱の一部は白鉄鉱に交代されている。エレクトラムは石英中に、10μm前後の大きさで不規則な形状をなして散在しているのが認められた。(D30803,

EPMA)又、8.67m-8.74mにも微量の金(0.2g/t)が認められた。

- (5) 検討： Auxiliadora 鉱体の延長部に相当する48.2m-74.1m間の破碎帯には金の鉱化が見られず、80.2mに初めて金脈が出現した。この鉱脈部と後述するPD-5の金鉱脈とは、一般的鉱脈走向であるN40°±Wで連続するものと考えることが出来る。これを更に北西方向に延長すると、Auxiliadora坑ではなく、Hormiga坑の鉱脈に接続すると考えられる。

### 3-4 PD-4

- (1) 目的： Diamante 坑内の富鉱部の北方延長を調査する目的で計画され、2550mレベル付近での着鉱が期待された。

- (2) 位置： Diamante 坑富鉱部から北西方向へ約160mの地点を目標とし、次の地点から傾斜掘りされた。

N1912, E2248, 標高2602.0m, 方向S40°W, 傾斜-35°, 延長100.10m

- (3) 岩質： 地表の傾斜とはほぼ平行な角度でのボーリングであったため、地表水による酸化の影響で大部分が粘土化している。母岩は集塊岩質角礫凝灰岩である。

- (4) 鉱化作用および品位： 深度6.05mから7.18mまで最も破碎の強い部分について3個の試料に分け分析したが、微量の亜鉛と砒素の含有を認めたものの、金の含有は痕跡のみであった。

- (5) 検討： 風化作用による軟質岩石が大部分を占めたため、鉱石部について十分な判定材料に乏しい結果となったが、本ボーリング孔の位置には、走向N74°W, 傾斜NE75°の断層(おそらく鉱化後)が通過しており、そのため金鉱脈を捕捉出来なかったことも一因と考えられる。(Fig. II-9 PD-4.5断面図参照)

### 3-5 PD-5

- (1) 目的： PD-4と同一地点から、更に下部レベル、すなわち2500mレベルでの鉱況を調査するために計画された。

- (2) 位置： PD-4と同一地点から同一方向、但し傾斜-60°で実施。

N1912, E2248, 標高2602.0m, 方向S40°W, 傾斜-60°, 延長120.7m

- (3) 岩質： 地表より深度1.8m迄は粘土質褐色表土であるが、それ以降孔底までは集塊岩状凝灰角礫岩である。塊状緻密比較的新鮮であるが、8.5m付近から全般的に珪化作用を受けている。孔底に近いサンプルD5120の鏡下観察によれば、破片状斜長石は強く絹雲母化作用を受け、単斜輝石と思われる有色鉱物は方解石化および緑泥石化作用を蒙っている。

又、魚眼状ないし細脈状に石英が生成し、硫化鉱物を伴っているのが観察される。尚、サ

サンプル D5087, 51088 の X 線回折試験により苦灰石が検出されている。

- (5) 鉍化作用および品位： 86.9m から孔底までの間に、6 条の鉍脈が認められ、分析された。その内、深度 86.9m-87.4m (0.50m) 1 本は高品位の金銀を含有し、下記の通り、亜鉛、砒素含有量も高い。

(水平脈幅)	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Sb %	As %
(50cm)	9.0	105	0.44	0.06	13.14	0.03	17.54

しかしながら、他の鉍脈中にも、0.5g/t から 1.5g/t の金、および 0.5% 前後の亜鉛 1~2% の砒素が含まれていることが示されており、且つこの鉍化帯の幅(約 8m)は、南東に位置する Diamante 坑内富鉍部の幅にほぼ対応する。

又、構造的には、地表に向っては PD-4 孔の深度 60.5m-71.8m の間の破碎帯に相当し (PD-4, 5 断面図参照)、更に北西部延長では PD-3 孔の深度 65.7m-74.1m 間の破碎帯に該当する。

深度 87m 点からの鉍石の研磨片観察 (D-5087) によれば、鉍物は硫砒鉄鉍、黄鉄鉍、少量の黄銅鉍からなり、黄銅鉍中には  $20\mu\text{m}$ - $30\mu\text{m}$  の磁硫鉄鉍を少量包有しているのが認められる。1088m 点のサンプルでは (D51088)、方鉛鉍も認められ、黄鉄鉍の一部が白鉄鉍によって交代されているのが観察される。又、閃亜鉛鉍中には点滴状に黄銅鉍が多数包有されている。エレクトムは D5087 の脈石中に  $30\mu\text{m}$  のもの 1 個と  $1-3\mu\text{m}$  の微小のものが 7 粒観察される。

### 3-6 PD-6

- (1) 目的： Diamante 坑内富鉍部の下部を調査するため計画された。坑内では、酸化帯に近いため支柱で覆われた部分が多く、鉍化帯全体の構造が不明瞭であり、ホーリングにより明確化することが期待された。
- (2) 位置： Diamante 坑内富鉍部の下部 50m-100m 付近を貫通するよう次の位置および方位によって実施された。

N1788, E2332, 標高 2644.0m, 方向 S20W, 傾斜 -60°, 延長 120.60m

- (3) 岩質： 深度 6.7m まで粘土質表土の後、孔底まで集塊岩および集塊岩質凝灰角礫岩である。角礫は、マトリックスと同種の緑色安山岩質岩石で角礫片は 3ないし 10cm の大きさを有する。斑晶は緑れん石化を受けた輝石の他少量の黒雲母が認められ、マトリックスは全般的に緑泥石化作用を蒙っている。塊状で、成層面は認められていない。鏡下における観察 (D6098, 6102) では、破碎状組織および一部に流状構造が認められており、岩片中の単斜輝石、斜長石等は、角閃石化および絹雲母化作用をうけている。二次的生成鉍物として



石英，緑れん石，緑泥石，長石等が空隙中に充填晶出しているのが認められる。

- (4) 鉍化作用および品位： 本年度のボーリング孔中最も優勢な鉍化帯を捕捉しており，鉍微の認められる部分 63.6m-99.2m間を21サンプルに分割して分析した結果，Au 2.0g/t以上含む部分は以下の3帯となった。

掘進長 m	(水平脈幅)	Au g/t	Ag g/t	Cu%	Pb%	Zn%	Sb%	As%
65.0-67.0	(160cm)	3.4	41	0.12	0.07	2.64	0.01	3.64
72.0-75.9	(230cm)	3.6	33	0.07	0.04	2.41	0.01	2.20
81.8-93.0	(900cm)	9.0	59	0.13	0.10	3.95	0.01	4.22

鉍脈内に於いて最も金品位の高い部分は90.9m-93.0mに於ける25.4g/t，銀は84.0m-85.0mに於ける116g/t，亜鉛は85.8m-87.5mで8.08%，Asは87.5m-89.2mに於ける9.94%である。

肉眼的に認められる鉍石鉍物は，黄鉄鉍，硫砒鉄鉍，閃亜鉛鉍，黄銅鉍で，脈石は透明ないし半透明白色の石英である。顕微鏡下(D6065, 6073, 6086)では，上記の他磁硫鉄鉍，方鉛鉍が認められ，又，黄鉄鉍中に包まれた形で黄銅鉍とそれと共生する輝銀鉍(20μm)，輝安銅銀鉍(50μm)，並びに濃紅銀鉍(30μm)が確認された。更に，方鉛鉍中に帯状に晶出している閃安鉛鉍(巾1~2μm，長さ150μm)も認められた。これらの微小鉍物については，X線マイクロアナリシスによる鑑定が行われた。又，閃亜鉛鉍中には比較的多量の黄銅鉍が包有されている。又，特筆すべきこととして，閃亜鉛鉍，黄銅鉍が結晶後，破碎されて，そのあと黄鉄鉍が細脈充填状に晶出しているのが認められた。

- (5) 検 討： Diamante 坑内富鉍部に近いこともあり，ほぼ期待通りの結果が得られた。しかしながら後述するPD-7では急激に脈幅が細くなっており，今後鉍脈規制の構造的要因(断層等)について検討を加えると共に，南北の延長線上に於ける鉍況調査のボーリングが必要である。

### 3-7 PD-7

- (1) 目 的： Diamante 坑内富鉍部の2500mレベル付近での鉍況を調査するため，PD-6と同一地点から計画された。
- (2) 位 置： PD-6と同一位置から，同方向へ，但し-80°で実施された。  
N1788, E2332, 標高2644.0m, 方向S20°, 傾斜-80°, 延長160.70m
- (3) 岩 質： 地表より深度4.0mまでの褐色粘土以降は，40mまで集塊岩質凝灰角礫岩であって，更に下部77m付近までは，緻密な緑色安山岩質岩石である。その内部に，一部角礫状の部分が認められるが，更に孔底までの間は，直径2cmから20cm程度までの角礫を含

む集塊岩状角礫凝灰岩である。全般的に緑れん石化、緑泥石化作用を蒙っているが、顕微鏡下では、単斜輝石(?)がほとんど完全に角閃石化作用を受けているのが観察され、又、弱い絹雲母化および緑泥石化作用を受けている。斑晶状斜長石も同様に絹雲母化、緑れん石化、緑泥石化作用を受けている。一部には流状構造の認められる所もある。(D7080, 7126, 7160)

- (4) 鉍化作用と品位： 5 3.5 mおよび9 9.5 m付近に微弱な金の鉍化があり、微量の硫化鉍物も認められたが、最も破砕作用が強く、鉍化作用も強く認められたのは14 3.1-14 5.1 m間である。分析結果は次の値を示した。

(水平脈幅)	Au g/t	Ag g/t	Cu%	Pb%	Zn%	Sb%	As%
(80cm)	7.0	92	0.22	0.11	10.91	0.02	1263

但し、低品位ながら、更に鉍化帯が続いており、次の品位を示している。すなわち14 5.1-14 7.7 m間；

(水平脈幅)	Au g/t	Ag g/t	Cu%	Pb%	Zn%	Sb%	As%
(104cm)	1.8	19	0.07	0.01	1.58	0.00	0.29

14 3.1-14 5.1 m間の鉍脈は、前述のPD-3, PD-5と脈幅、品位共類似しており、特にPD-5の鉍脈とは、高い亜鉛、砒素品位の点で同質の鉍石となっている。

研磨片観察による鉍物組織も同様で、硫砒鉄鉍、閃亜鉛鉍、黄鉄鉍を主とし、閃亜鉛鉍中には黄銅鉍を点滴状に含有する。又、黄鉄鉍の一部は白鉄鉍によって交代されており、更に硫砒鉄鉍の縁辺に閃亜鉛鉍と共生する25 μmのエレクトラムが認められた。(D7144, 7155)

- (5) 検討： 稼行対象となり得る鉍脈7本のみの着鉍であったが、PD-6およびPD-5との位置関係はよく調和している。今後更にこの周辺のボーリング調査を加え、脈幅がPD-6の結果に対し急激にせまくなったのが、全体的な傾向なのか、局部的な現象かを調査する必要がある。

### 3-8 ボーリング結果の総括

Auxiliadora 坑から Diamante 坑迄の400 mの間に、7本のボーリングが行われ、内4本(PD-3, 5, 6, 7)に於いて合金鉍脈が捕捉された。着鉍しなかったPD-1, 2孔は、Auxiliadora 坑内の金鉍体が局部的なものであることを明らかにしたが、PD-3孔の着鉍位置から、Diamante 主脈は、Auxiliadora 坑鉍体と連続するものではなくて、その鉍体の東方約50 m付近を通っており、更にその北方延長は約200 m北方に所在する Hormiga 坑

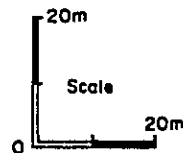
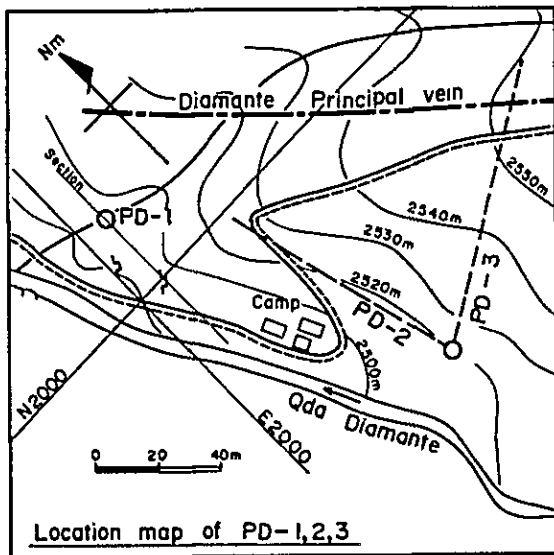
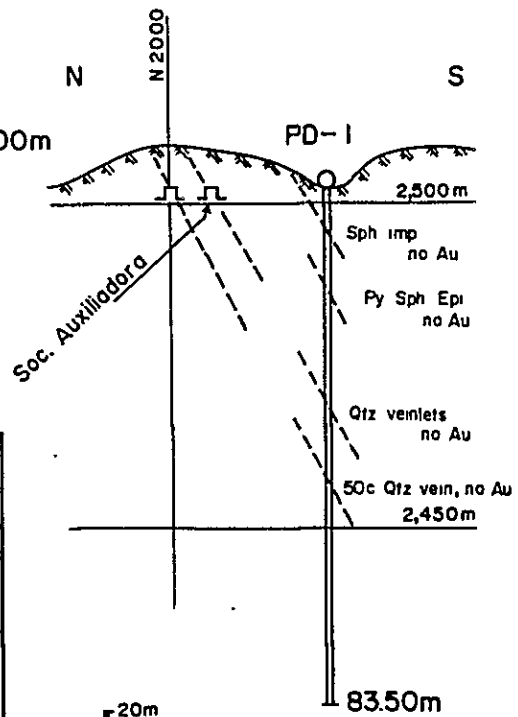
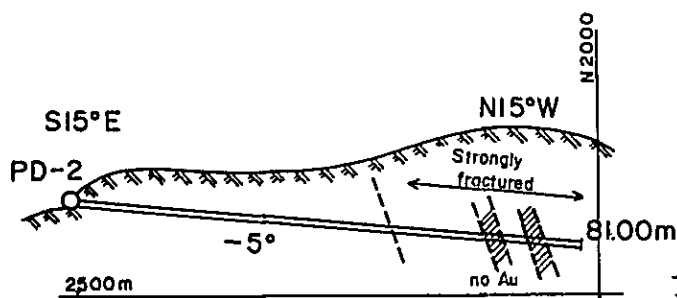
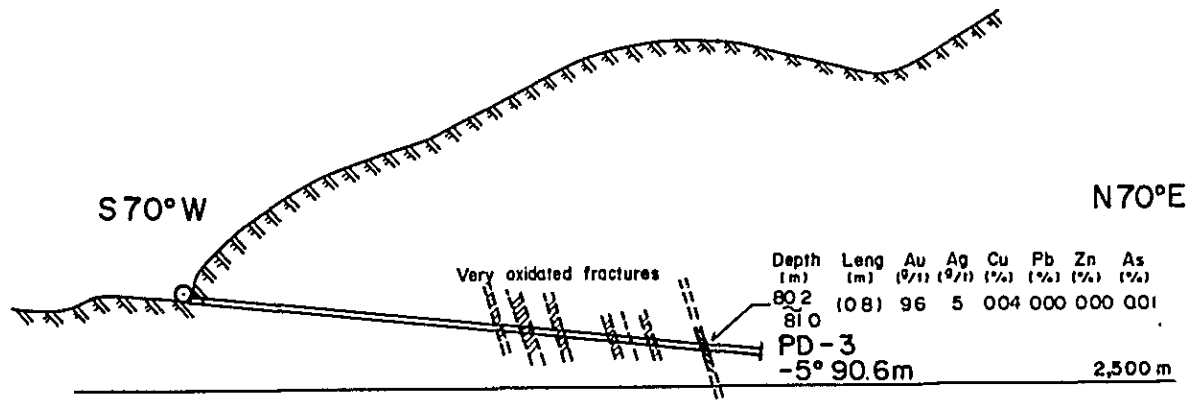
鉍脈と連続するものである可能性を生じさせた。

ボーリングによって、金鉍脈の調査を行うには、たまたま金粒がコアに入るかどうかで品位が大きく変動する問題があつて、分析結果をそのまま鉍床評価に利用することには危険を伴うが、今回の結果は次の点で Diamante 主鉍脈の性格を大よそ把握出来たものとして評価出来る。

- (a) PD-3, 5, 7 の3孔による着鉍部は水平脈幅夫々 80, 50, 80 cmで金品位も 9.6, 9.0 7.0 g/tと比較的安定した品位を示している。
  - (b) PD-6 の着鉍状況は、上盤東側に 1~2 m の鉍脈部があつた後、低品位ないし無鉍化部を挟んで下盤西側に厚い鉍石帯を有する。これは Diamante 坑内とほぼ同様の脈構造をなし、品位も坑内における品位傾向(大凡 7-9 g/t)と大差ない結果が得られた。
- (3) 金の産状については次の特徴が認められる。
- (a) PD-3 の鉍脈では、Au/Agが 1/0.5 と、他と比較して高く、金属硫化物をほとんど伴わない石英脈であるのに対し、PD-5 と 7 では夫々  $\frac{1}{12}$ ,  $\frac{1}{13}$  と銀が高く、金属硫化物も高い。PD-6 では、 $\frac{1}{10}$  -  $\frac{1}{7}$  で PD-5, 7 に近いタイプである。  
すなわち2種類の産状がある。
  - (b) エレクトラムは、PD-3では石英中に不規則な形状で分布し、PD-5, 6, 7 では硫化鉍物の結晶間隙や、結晶の端に付着した形ものが観察される。黄鉄鉍中に包含された形のものも見られるが非常に少い。
- (4) 母岩は集塊岩質凝灰角礫岩を主とし、ほぼ同一岩質中に鉍石が賦存するが、PD-7では安山岩を挟み、一般的に緻密である。
- (5) 変質作用は緑泥石化、緑泥石化を主とし、珪化は少い。また絹雲母化、カリ長石化も弱いのが特徴である。水平的にあまり変化がなく、今後垂直的な変化が注目される。
- 以上であるが、なお次の事項の如き疑問点が依然として存在するので、更に調査を加える必要がある。

- (1) 位置的に PD-3 の鉍脈は PD-5 の鉍脈の北部延長と考えられるが、鉍質が上記の如く異なるのは同一脈中の鉍質変化であるのか、又は鉍脈が連続せず、別脈であるのか。
- (2) PD-6 の富鉍体の水平的な拡がり。
- (3) 顕微鏡、X線回折、X線マイクロアナリシスにより、各種硫化鉍物の関係が明らかとなり、輝銀鉍、濃紅銀鉍、閃亜鉛鉍、閃安鉛鉍等の存在と共生関係が判明してきたが、それらの垂直、水平方向での変化はチェックポイントが少ないため不明である。

調査の方法としては、今回のボーリングが、金鉍脈の探査としてはやや広い 150-200 m の間隔であるので、その中間での調査および PD-6, 7 以南での約 100 m 間隔でのボーリング調査が望ましい。



- Legend
- Sph Sphalerite
  - Py Pyrite
  - Epi Epidote
  - Qtz Quartz

Fig. II - 8 Geological section for PD-1, PD-2, PD-3

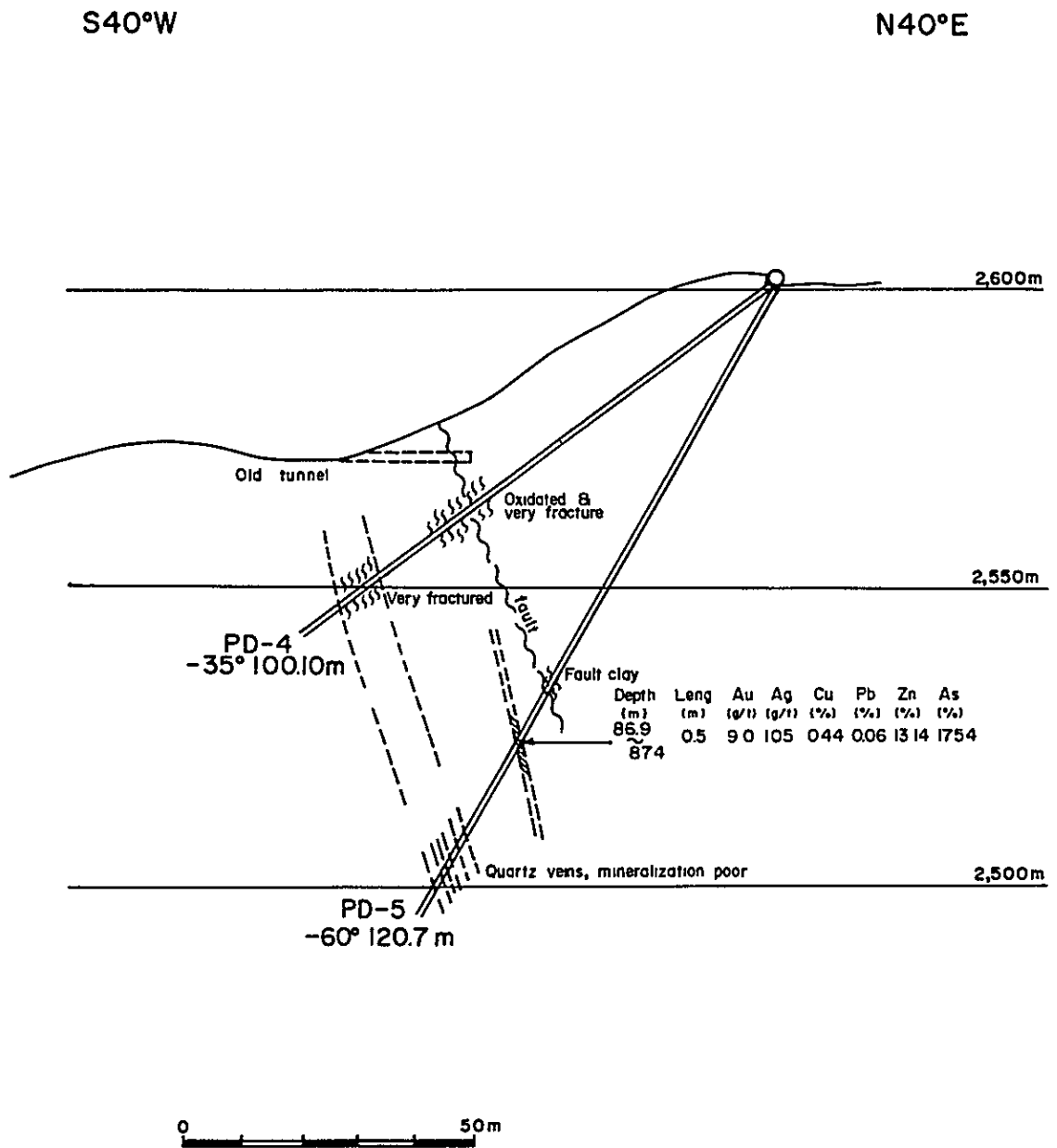


Fig. II-9 Geological section for PD-4, PD-5

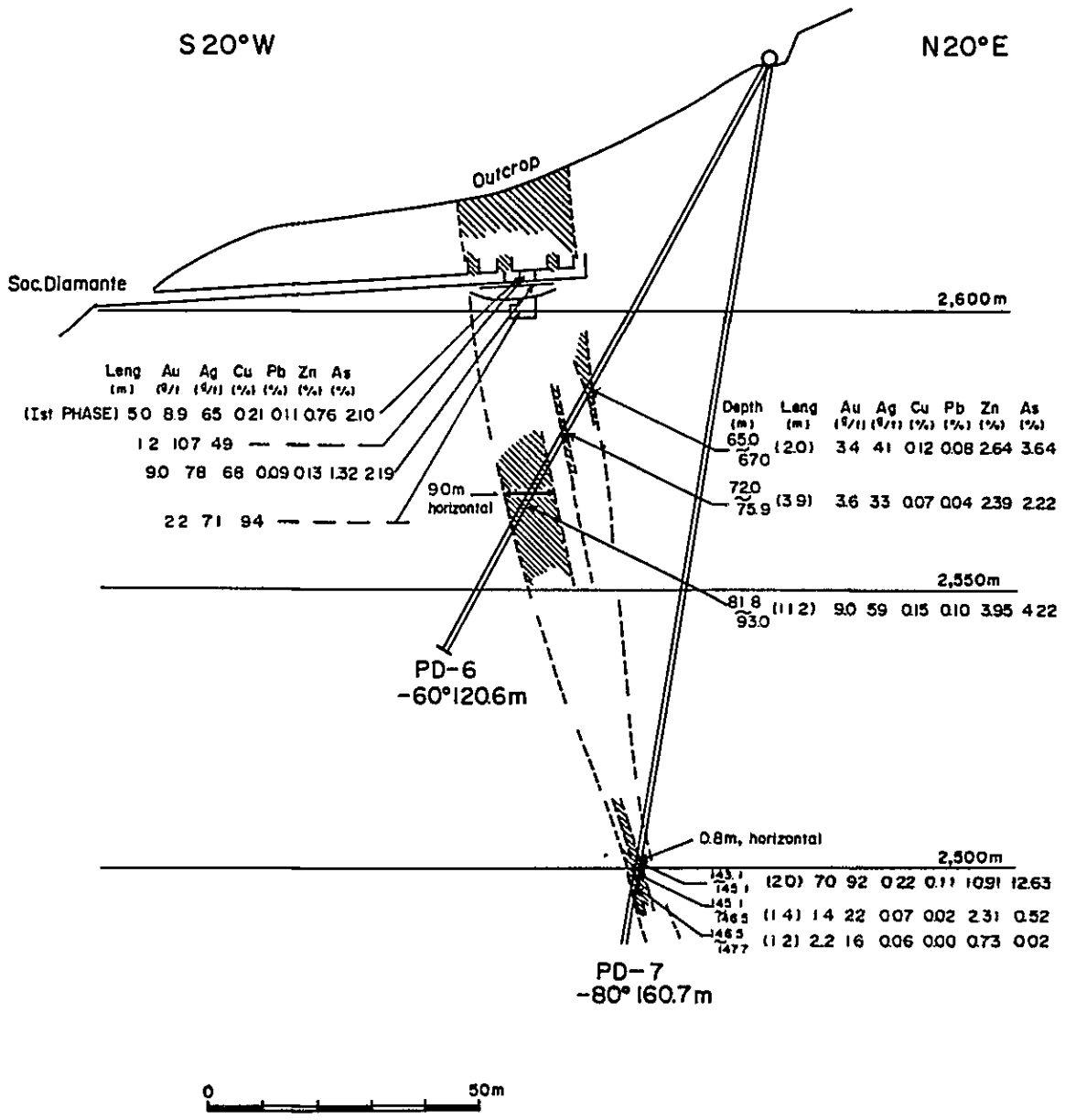


Fig. II - 10 Geological section for PD-6, PD-7



**APPENDICES**  
**PART I**  
**GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL**  
**DATA**



## LIST OF APPENDICES

- A.I-1 Chemical Analysis of Soil Samples
- A.I-2 Chemical Analysis of Ore Samples
- A.I-3 Microscopic Observation of the Thin Sections
- A.I-4 Microscopic Observation of the Polished Sections
- A.I-5 Photomicrographs
  - A.I-5-1 Thin Sections
  - A.I-5-2 Polished Sections
  - A.I-5-3 EPMA Analysis

**A. I - 1 Chemical Analysis of Soil Samples**

**Note**

<b>Locality</b>	<b>Geology-Lithologic groups</b>
RB - Rio Blanco	G - Granodiorite
LV - La Verde	V - Volcanic rocks
B - Bombona	S - Sedimentary rocks
D - Diamante	

Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu(ppm)	Value Mo(ppm)	Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu(ppm)	Value Mo(ppm)
RS- 1	RB	G	148	3	RS- 54	RB	G	295	1
RS- 2	RB	G	18	3	RS- 55	RB	G	137	1
RS- 3	RB	G	37	3	RS- 56	RB	G	28	2
RS- 4	RB	G	44	3	RS- 57	RB	G	26	4
RS- 5	RB	G	21	3	RS- 58	RB	G	32	2
RS- 6	RB	G	36	2	RS- 59	RB	G	43	4
RS- 7	RB	G	65	3	RS- 60	RB	G	289	1
RS- 8	RB	G	34	2	RS- 62	RB	G	88	3
RS- 9	RB	G	74	4	RS- 63	RB	G	83	2
RS- 10	RB	G	56	4	RS- 64	RB	G	353	1
RS- 11	RB	G	97	12	RS- 65	RB	G	66	2
RS- 12	RB	G	48	2	RS- 66	RB	G	592	4
RS- 13	RB	G	185	6	RS- 67	RB	G	30	5
RS- 14	RB	G	139	2	RS- 68	RB	G	220	5
RS- 15	RB	G	38	3	RS- 69	RB	G	328	6
RS- 16	RB	G	11	3	RS- 70	RB	G	280	4
RS- 17	RB	G	8	6	RS- 71	RB	G	261	3
RS- 18	RB	G	12	3	RS- 72	RB	G	158	3
RS- 19	RB	G	10	3	RS- 73	RB	G	156	3
RS- 20	RB	G	12	3	RS- 74	RB	G	137	3
RS- 21	RB	G	12	3	RS- 75	RB	G	155	2
RS- 22	RB	G	6	7	RS- 76	RB	G	200	2
RS- 23	RB	G	8	3	RS- 77	RB	G	94	2
RS- 24	RB	G	13	2	RS- 78	RB	G	149	1
RS- 25	RB	G	5	5	RS- 79	RB	G	220	2
RS- 26	RB	G	21	3	RS- 80	RB	G	64	1
RS- 27	RB	G	6	4	RS- 81	RB	G	63	1
RS- 28	RB	G	7	8	RS- 82	RB	G	55	3
RS- 29	RB	G	5	4	RS- 83	RB	G	90	3
RS- 30	RB	G	5	2	RS- 84	RB	G	97	1
RS- 31	RB	G	9	2	RS- 85	RB	G	41	2
RS- 32	RB	G	7	3	RS- 86	RB	G	157	1
RS- 33	RB	G	5	3	RS- 87	RB	G	144	2
RS- 34	RB	G	4	2	RS- 88	RB	G	23	1
RS- 35	RB	G	4	2	RS- 89	RB	G	59	1
RS- 36	RB	G	6	2	RS- 90	RB	G	75	1
RS- 37	RB	G	7	2	RS- 91	RB	G	34	1
RS- 38	RB	G	10	3	RS- 92	RB	G	69	2
RS- 39	RB	G	7	3	RS- 94	RB	G	154	1
RS- 40	RB	G	57	3	RS- 95	RB	G	27	4
RS- 41	RB	G	18	3	RS- 96	RB	G	36	2
RS- 42	RB	G	46	4	RS- 97	RB	G	30	1
RS- 43	RB	G	9	3	RS- 98	RB	G	36	2
RS- 44	RB	G	15	2	RS- 99	RB	G	93	1
RS- 45	RB	G	19	3	RS-100	RB	G	33	1
RS- 46	RB	G	32	3	RS-101	RB	G	54	2
RS- 47	RB	G	133	2	RS-102	RB	G	54	2
RS- 48	RB	G	180	2	RS-103	RB	G	22	2
RS- 49	RB	G	240	2	RS-104	RB	G	17	2
RS- 50	RB	G	63	1	RS-105	RB	G	47	3
RS- 51	RB	G	11	4	RS-106	RB	G	59	2
RS- 52	RB	G	140	1	RS-107	RB	G	112	1
RS- 53	RB	G	202	1	RS-108	RB	G	20	2

Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu (ppm)	Value Mo (ppm)	Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu (ppm)	Value Mo (ppm)
RS-109	RB	G	13	2	RS-163	RB	G	119	1
RS-110	RB	G	27	2	RS-164	RB	G	180	2
RS-111	RB	G	74	1	RS-165	RB	G	100	3
RS-112	RB	G	65	2	RS-166	RB	G	197	3
RS-113	RB	G	82	2	RS-167	RB	G	85	3
RS-114	RB	G	23	2	RS-168	RB	G	40	2
RS-115	RB	G	96	1	RS-169	RB	G	60	2
RS-116	RB	G	43	2	RS-170	RB	G	53	2
RS-117	RB	G	26	1	RS-171	RB	G	68	2
RS-119	RB	G	56	2	RS-172	RB	G	49	2
RS-120	RB	G	64	1	RS-173	RB	G	13	2
RS-121	RB	G	37	1	RS-174	RB	G	8	3
RS-122	RB	G	58	2	RS-175	RB	G	69	3
RS-123	RB	G	51	2	RS-176	RB	G	33	3
RS-124	RB	G	37	2	RS-177	RB	G	7	2
RS-125	RB	G	122	2	RS-178	RB	G	7	2
RS-126	RB	G	39	2	RS-179	RB	G	11	3
RS-127	RB	G	152	1	RS-182	RB	G	23	3
RS-128	RB	G	142	2	RS-183	RB	G	15	2
RS-129	RB	G	245	1	RS-184	RB	G	7	2
RS-130	RB	G	192	1	RS-185	RB	G	19	2
RS-131	RB	G	326	1	RS-186	RB	G	62	2
RS-132	RB	G	408	1	RS-187	RB	G	57	1
RS-133	RB	G	128	1	RS-188	RB	G	39	2
RS-134	RB	G	35	1	RS-189	RB	G	78	1
RS-135	RB	G	318	1	RS-190	RB	G	92	1
RS-136	RB	G	152	1	RS-191	RB	G	269	1
RS-137	RB	G	124	2	RS-192	RB	G	78	2
RS-138	RB	G	188	1	RS-193	RB	S	30	2
RS-139	RB	G	83	4	RS-194	RB	S	151	2
RS-140	RB	G	62	3	RS-195	RB	S	50	2
RS-141	RB	G	428	1	RS-196	RB	S	52	2
RS-142	RB	G	231	4	RS-197	RB	S	26	2
RS-143	RB	G	349	5	RS-198	RB	S	79	2
RS-144	RB	G	487	7	RS-199	RB	S	45	1
RS-145	RB	G	310	7	RS-200	RB	S	16	2
RS-146	RB	G	727	9	RS-201	RB	G	88	2
RS-147	RB	G	326	5	RS-202	RB	G	142	3
RS-148	RB	G	164	3	RS-203	RB	G	170	2
RS-149	RB	G	72	2	RS-204	RB	G	61	2
RS-150	RB	G	31	2	RS-205	RB	G	83	2
RS-151	RB	G	145	1	RS-206	RB	G	88	3
RS-152	RB	G	427	2	RS-207	RB	G	41	2
RS-153	RB	G	159	2	RS-208	RB	G	30	3
RS-154	RB	G	62	2	RS-211	RB	G	19	3
RS-155	RB	G	91	2	RS-212	RB	G	26	3
RS-156	RB	G	187	3	RS-213	RB	G	43	2
RS-157	RB	G	186	2	RS-214	RB	G	43	2
RS-158	RB	G	65	3	RS-215	RB	G	10	3
RS-159	RB	G	182	2	RS-216	RB	G	19	3
RS-160	RB	G	134	3	RS-217	RB	G	11	3
RS-161	RB	G	117	2	RS-218	RB	G	43	2
RS-162	RB	G	220	2	RS-220	RB	G	80	2

Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu (ppm)	Value Mo (ppm)	Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu (ppm)	Value Mo (ppm)
RS-221	RB	G	50	1	RS-275	RB	G	102	2
RS-222	RB	G	34	2	RS-276	RB	G	123	2
RS-223	RB	G	46	2	RS-277	RB	G	28	3
RS-224	RB	G	72	6	RS-278	RB	G	6	2
RS-225	RB	G	32	2	RS-279	RB	G	15	3
RS-226	RB	G	228	3	RS-280	RB	G	5	3
RS-227	RB	G	105	2	RS-282	RB	G	25	2
RS-228	RB	G	268	2	RS-283	RB	G	3	2
RS-229	RB	G	23	2	RS-284	RB	G	14	2
RS-230	RB	G	249	1	RS-285	RB	G	9	2
RS-231	RB	G	244	1	RS-286	RB	G	9	2
RS-232	RB	G	115	1	RS-287	RB	G	1	2
RS-233	RB	G	200	2	RS-288	RB	G	8	1
RS-234	RB	G	41	3	RS-291	RB	G	325	2
RS-235	RB	G	40	2	RS-292	RB	G	102	2
RS-236	RB	G	165	2	RS-293	RB	G	233	4
RS-237	RB	G	159	1	RS-294	RB	G	176	3
RS-238	RB	G	46	2	RS-295	RB	G	50	3
RS-239	RB	G	215	1	RS-296	RB	G	104	2
RS-240	RB	G	157	1	RS-297	RB	G	68	2
RS-241	RB	G	113	2	RS-298	RB	G	45	2
RS-242	RB	G	54	1	RS-299	RB	G	39	2
RS-243	RB	G	52	2	RS-300	RB	G	69	2
RS-244	RB	G	128	1	RS-301	RB	G	4	1
RS-245	RB	G	149	2	RS-302	RB	G	12	2
RS-246	RB	G	128	1	RS-304	RB	G	22	2
RS-247	RB	G	30	1	RS-306	RB	G	81	1
RS-248	RB	G	26	1	RS-308	RB	G	48	1
RS-249	RB	G	18	1	RS-310	RB	G	61	2
RS-251	RB	G	18	1	RS-312	RB	G	23	2
RS-252	RB	G	141	1	RS-314	RB	G	4	4
RS-253	RB	G	156	1	RS-316	RB	G	3	5
RS-254	RB	G	47	2	RS-318	RB	G	33	3
RS-255	RB	G	25	1	RS-319	RB	G	19	4
RS-256	RB	G	34	2	RS-320	RB	G	2	4
RS-257	RB	G	10	1	RS-321	RB	G	15	6
RS-258	RB	G	24	1	RS-322	RB	G	92	5
RS-259	RB	G	65	1	RS-324	RB	G	9	5
RS-260	RB	G	146	1	RS-325	RB	G	124	4
RS-261	RB	G	131	2	RS-326	RB	G	216	4
RS-262	RB	G	142	1	RS-327	RB	G	206	5
RS-263	RB	G	72	2	RS-328	RB	G	243	4
RS-264	RB	G	61	2	RS-329	RB	G	805	4
RS-265	RB	G	80	3	RS-330	RB	G	441	6
RS-266	RB	G	21	3	RS-331	RB	G	66	5
RS-267	RB	G	42	2	RS-332	RB	G	164	2
RS-268	RB	G	104	2	RS-333	RB	S	95	1
RS-269	RB	G	25	2	RS-334	RB	S	106	1
RS-270	RB	G	36	3	RS-335	RB	S	151	1
RS-271	RB	G	202	3	RS-336	RB	G	46	2
RS-272	RB	G	66	3	RS-337	RB	G	100	1
RS-273	RB	G	108	3	RS-338	RB	S	85	2
RS-274	RB	G	92	2	RS-339	RB	S	155	1

Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu (ppm)	Value Mo (ppm)	Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu (ppm)	Value Mo (ppm)
RS-340	RB	S	95	1	RS-396	RB	G	8	2
RS-341	RB	S	146	2	RS-397	RB	G	4	2
RS-342	RB	G	92	2	RS-398	RB	G	5	3
RS-343	RB	S	96	1	RS-399	RB	G	10	1
RS-344	RB	G	146	1	RS-400	RB	G	65	14
RS-345	RB	S	93	1	RS-401	RB	S	115	2
RS-346	RB	S	59	3	RS-402	RB	S	138	1
RS-347	RB	S	25	2	RS-403	RB	S	107	2
RS-348	RB	S	32	1	RS-404	RB	S	184	2
RS-349	RB	S	39	1	RS-405	RB	S	56	2
RS-352	RB	S	32	2	RS-406	RB	S	101	2
RS-353	RB	S	51	1	RS-407	RB	S	54	5
RS-354	RB	S	44	1	RS-408	RB	S	59	2
RS-355	RB	S	56	1	RS-409	RB	S	151	1
RS-356	RB	G	123	1	RS-410	RB	S	137	1
RS-357	RB	G	58	2	RS-411	RB	S	81	2
RS-358	RB	G	58	1	RS-412	RB	S	19	4
RS-359	RB	G	43	3	RS-413	RB	S	39	2
RS-360	RB	G	20	1	RS-414	RB	S	8	5
RS-361	RB	G	9	4	RS-415	RB	S	4	2
RS-362	RB	G	36	1	RS-416	RB	S	6	2
RS-363	RB	G	11	2	RS-417	RB	S	11	2
RS-364	RB	G	14	3	RS-418	RB	S	4	2
RS-365	RB	G	160	1	RS-419	RB	S	9	1
RS-366	RB	G	82	1	RS-421	RB	S	33	2
RS-367	RB	G	22	2	RS-422	RB	G	83	2
RS-368	RB	G	32	1	RS-423	RB	G	143	2
RS-369	RB	G	7	2	RS-424	RB	G	59	9
RS-370	RB	G	203	1	RS-425	RB	G	112	1
RS-372	RB	G	302	1	RS-426	RB	G	112	3
RS-373	RB	G	145	1	RS-427	RB	G	162	3
RS-374	RB	G	64	1	RS-428	RB	G	16	3
RS-375	RB	G	26	1	RS-429	RB	S	121	2
RS-376	RB	G	189	1	RS-430	RB	S	137	1
RS-377	RB	G	143	1	RS-431	RB	S	118	3
RS-378	RB	G	117	1	RS-432	RB	S	68	2
RS-379	RB	G	151	1	RS-433	RB	S	31	3
RS-380	RB	G	120	1	RS-434	RB	S	16	4
RS-381	RB	G	192	1	RS-435	RB	S	118	2
RS-382	RB	G	9	2	RS-436	RB	S	17	2
RS-383	RB	G	32	4	RS-437	RB	S	41	5
RS-384	RB	G	117	2	RS-438	RB	S	52	3
RS-385	RB	G	32	3	RS-439	RB	S	97	3
RS-386	RB	G	18	3	RS-440	RB	S	43	2
RS-387	RB	G	2	3	RS-441	RB	S	74	2
RS-388	RB	G	3	3	RS-442	RB	S	99	1
RS-389	RB	G	1	2	RS-443	RB	S	16	2
RS-390	RB	G	4	3	RS-444	RB	S	86	3
RS-391	RB	G	14	3	RS-445	RB	S	6	2
RS-392	RB	G	5	2	RS-446	RB	S	16	2
RS-393	RB	G	33	1	RS-447	RB	S	10	2
RS-394	RB	G	1	2	RS-448	RB	S	64	1
RS-395	RB	G	5	3	RS-449	RB	S	13	2

Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu(ppm)	Value Mo(ppm)	Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu(ppm)	Value Mo(ppm)
RS-450	RB	S	20	2	RS-511	RB	G	990	14
RS-451	RB	G	762	9	RS-512	RB	G	278	4
RS-452	RB	G	326	7	RS-513	RB	G	54	3
RS-453	RB	G	461	13	RS-514	RB	G	39	4
RS-454	RB	G	235	8	RS-515	RB	G	209	6
RS-455	RB	G	81	4	RS-516	RB	G	120	3
RS-456	RB	G	824	3	RS-517	RB	G	175	5
RS-457	RB	G	76	2	RS-518	RB	G	335	8
RS-458	RB	G	121	3	RS-519	RB	G	210	4
RS-459	RB	G	75	3	RS-520	RB	G	315	4
RS-460	RB	G	155	2	RS-521	RB	G	310	3
RS-461	RB	G	55	2	RS-522	RB	G	25	2
RS-462	RB	S	88	2	RS-523	RB	G	189	3
RS-463	RB	S	46	1	RS-524	RB	G	182	2
RS-464	RB	G	11	3	RS-525	RB	G	79	1
RS-465	RB	G	208	1	RS-526	RB	G	615	2
RS-466	RB	G	30	2	RS-527	RB	G	287	2
RS-467	RB	G	20	2	RS-528	RB	G	273	1
RS-468	RB	G	151	3	RS-529	RB	G	190	2
RS-469	RB	G	259	2	RS-530	RB	G	297	1
RS-470	RB	G	643	1	RS-531	RB	G	94	2
RS-471	RB	G	150	1	RS-532	RB	G	432	5
RS-472	RB	G	176	2	RS-533	RB	G	460	3
RS-473	RB	G	32	2	RS-534	RB	G	39	2
RS-474	RB	G	52	2	RS-535	RB	G	62	2
RS-475	RB	G	36	2	RS-536	RB	G	91	3
RS-476	RB	G	61	1	RS-537	RB	G	155	3
RS-477	RB	G	8	2	RS-538	RB	G	337	3
RS-478	RB	G	6	2	RS-539	RB	G	441	3
RS-479	RB	G	3	2	RS-540	RB	G	31	2
RS-480	RB	G	2	2	RS-541	RB	G	77	2
RS-481	RB	G	10	4	RS-542	RB	G	102	1
RS-482	RB	G	2	2	RS-543	RB	G	94	1
RS-483	RB	G	3	2	RS-544	RB	G	77	2
RS-484	RB	G	3	2	RS-545	RB	G	193	1
RS-485	RB	G	5	4	RS-546	RB	G	15	2
RS-486	RB	G	7	1	RS-547	RB	G	93	3
RS-489	RB	G	12	2	RS-548	RB	G	284	1
RS-492	RB	G	68	1	RS-549	RB	G	134	2
RS-493	RB	G	16	2	RS-550	RB	G	126	2
RS-494	RB	G	80	3	RS-551	RB	G	95	2
RS-495	RB	G	49	2	RS-552	RB	G	31	2
RS-496	RB	G	79	1	RS-553	RB	G	115	1
RS-498	RB	G	159	1	RS-554	RB	G	29	2
RS-500	RB	G	38	1	RS-555	RB	G	94	2
RS-501	RB	G	27	2	RS-556	RB	G	18	4
RS-502	RB	G	93	2	RS-557	RB	G	35	3
RS-503	RB	G	32	2	RS-558	RB	G	288	7
RS-504	RB	G	31	2	RS-559	RB	G	23	3
RS-505	RB	G	36	2	RS-560	RB	G	8	3
RS-508	RB	G	100	2	RS-561	RB	G	17	2
RS-509	RB	G	1698	4	RS-562	RB	G	15	2
RS-510	RB	G	2501	10	RS-563	RB	G	25	2

Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu(ppm)	Value Mo(ppm)	Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu(ppm)	Value Mo(ppm)
RS-564	RB	G	45	3	RS-622	RB	G	189	1
RS-565	RB	G	71	2	RS-623	RB	G	114	2
RS-566	RB	G	80	3	RS-624	RB	G	110	2
RS-567	RB	G	17	3	RS-625	RB	G	67	2
RS-568	RB	G	115	2	RS-626	RB	G	110	2
RS-569	RB	G	38	1	RS-627	RB	G	179	2
RS-570	RB	G	20	3	RS-628	RB	G	163	2
RS-571	RB	G	4	3	RS-629	RB	G	419	1
RS-572	RB	G	4	2	RS-630	RB	G	90	3
RS-573	RB	G	3	2	RS-631	RB	G	40	2
RS-574	RB	G	1	3	RS-632	RB	G	14	2
RS-575	RB	G	17	2	RS-633	RB	G	12	3
RS-576	RB	G	5	3	RS-635	RB	G	20	2
RS-577	RB	G	13	2	RS-636	RB	G	38	2
RS-578	RB	G	17	2	RS-637	RB	G	21	2
RS-579	RB	G	46	1	RS-638	RB	G	11	2
RS-580	RB	G	22	2	RS-639	RB	G	22	1
RS-581	RB	G	11	2	RS-640	RB	G	6	2
RS-582	RB	G	19	1	RS-641	RB	G	4	2
RS-583	RB	G	23	2	RS-642	RB	G	13	2
RS-584	RB	G	9	2	RS-643	RB	G	10	2
RS-585	RB	G	17	2	RS-644	RB	G	82	1
RS-586	RB	G	254	2	RS-645	RB	G	16	2
RS-587	RB	G	46	3	RS-646	RB	G	19	2
RS-588	RB	G	43	2	RS-647	RB	G	202	2
RS-589	RB	G	6	2	RS-650	RB	G	173	2
RS-590	RB	G	21	2	RS-651	RB	G	173	1
RS-591	RB	G	22	2	RS-652	RB	G	10	2
RS-592	RB	G	11	2	RS-653	RB	G	8	2
RS-593	RB	G	15	3	RS-654	RB	G	59	3
RS-594	RB	G	19	3	RS-655	RB	G	58	2
RS-595	RB	G	13	2	RS-656	RB	G	12	1
RS-596	RB	G	13	3	RS-657	RB	G	4	2
RS-598	RB	G	26	2	RS-658	RB	G	8	3
RS-600	RB	G	103	2	RS-659	RB	G	3	3
RS-601	RB	G	50	2	RS-660	RB	G	8	2
RS-602	RB	G	698	7	RS-661	RB	G	178	1
RS-603	RB	G	137	1	RS-662	RB	G	40	2
RS-604	RB	G	232	2	RS-663	RB	G	120	1
RS-605	RB	G	254	2	RS-664	RB	G	72	2
RS-606	RB	G	179	2	RS-665	RB	G	182	2
RS-607	RB	G	133	2	RS-666	RB	G	57	3
RS-608	RB	G	162	2	RS-667	RB	G	92	2
RS-609	RB	G	44	2	RS-668	RB	G	268	2
RS-610	RB	G	127	2	RS-669	RB	G	33	3
RS-611	RB	G	252	2	RS-670	RB	G	77	3
RS-612	RB	G	194	1	RS-672	RB	G	21	3
RS-614	RB	G	34	2	RS-673	RB	G	144	2
RS-616	RB	G	208	2	RS-674	RB	G	102	2
RS-618	RB	G	196	1	RS-675	RB	G	8	2
RS-619	RB	G	210	1	RS-676	RB	G	25	1
RS-620	RB	G	507	1	RS-677	RB	G	36	7
RS-621	RB	G	185	1	RS-678	RB	G	81	6



Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu(ppm)	Value Mo(ppm)	Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu(ppm)	Value Mo(ppm)
RS-680	RB	G	49	4	VS- 34	LV	S	137	3
RS-681	RB	G	51	2	VS- 35	LV	S	158	1
RS-682	RB	G	439	1	VS- 36	LV	S	137	1
RS-683	RB	G	79	4	VS- 37	LV	S	113	3
RS-684	RB	G	178	2	VS- 38	LV	S	92	1
RS-685	RB	G	3	2	VS- 41	LV	V	203	1
RS-686	RB	G	12	2	VS- 42	LV	V	195	1
RS-687	RB	G	41	3	VS- 43	LV	V	186	1
RS-688	RB	G	59	2	VS- 44	LV	V	143	1
RS-689	RB	G	10	2	VS- 45	LV	V	222	1
RS-690	RB	G	17	3	VS- 46	LV	V	159	1
RS-691	RB	G	46	2	VS- 47	LV	V	154	1
RS-692	RB	G	9	3	VS- 48	LV	V	235	1
RS-693	RB	G	73	2	VS- 49	LV	V	249	1
RS-694	RB	G	46	3	VS- 50	LV	V	211	1
RS-695	RB	G	81	2	VS- 51	LV	G	495	1
RS-696	RB	G	166	1	VS- 52	LV	G	657	1
RS-697	RB	G	42	2	VS- 53	LV	G	635	4
RS-698	RB	G	5	3	VS- 54	LV	G	411	2
RS-700	RB	G	42	4	VS- 55	LV	G	603	3
RS-701	RB	G	5	2	VS- 56	LV	G	262	1
VS- 1	LV	V	389	1	VS- 57	LV	G	227	1
VS- 2	LV	V	557	1	VS- 58	LV	S	143	1
VS- 3	LV	V	457	2	VS- 59	LV	S	135	1
VS- 5	LV	G	700	2	VS- 60	LV	S	119	1
VS- 6	LV	G	540	2	VS- 61	LV	S	73	1
VS- 7	LV	G	523	1	VS- 62	LV	S	76	1
VS- 8	LV	G	854	1	VS- 63	LV	S	76	1
VS- 9	LV	G	489	7	VS- 64	LV	S	86	1
VS- 10	LV	G	331	3	VS- 65	LV	S	73	1
VS- 11	LV	G	729	4	VS- 66	LV	S	186	1
VS- 12	LV	G	134	3	VS- 67	LV	S	89	1
VS- 13	LV	G	509	4	VS- 68	LV	S	76	1
VS- 14	LV	G	520	2	VS- 69	LV	S	103	1
VS- 15	LV	G	369	2	VS- 71	LV	G	73	1
VS- 16	LV	G	217	6	VS- 72	LV	G	143	1
VS- 17	LV	G	289	2	VS- 73	LV	G	203	1
VS- 18	LV	G	194	2	VS- 74	LV	G	138	1
VS- 19	LV	G	289	1	VS- 75	LV	G	70	1
VS- 20	LV	G	340	5	VS- 76	LV	G	373	1
VS- 21	LV	G	174	3	VS- 77	LV	G	427	2
VS- 22	LV	G	214	2	VS- 78	LV	G	541	3
VS- 23	LV	G	217	2	VS- 79	LV	G	997	1
VS- 24	LV	G	326	4	VS- 80	LV	G	351	1
VS- 25	LV	G	340	1	VS- 81	LV	V	197	1
VS- 26	LV	G	534	1	VS- 82	LV	V	192	1
VS- 27	LV	G	471	1	VS- 83	LV	V	147	1
VS- 28	LV	G	211	1	VS- 84	LV	V	228	1
VS- 29	LV	G	137	1	VS- 85	LV	V	119	1
VS- 30	LV	G	289	1	VS- 86	LV	V	192	1
VS- 31	LV	G	134	1	VS- 87	LV	G	414	3
VS- 32	LV	G	100	1	VS- 88	LV	G	281	1
VS- 33	LV	G	118	1	VS- 89	LV	G	650	1

Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu(ppm)	Value Mo(ppm)	Sample No.	Locality	Geology	Assay Cu(ppm)	Value Mo(ppm)
VS- 90	LV	G	375	2					
VS- 91	LV	G	250	1					
VS- 92	LV	G	192	1					
VS- 93	LV	S	203	1					
VS- 94	LV	S	125	1					
VS- 95	LV	S	119	1					
VS- 96	LV	S	125	1					
VS- 97	LV	S	150	1					
VS- 98	LV	S	17	1					
VS- 99	LV	S	61	1					
VS-100	LV	S	83	1					
VS-101	LV	S	97	1					
VS-102	LV	S	108	1					
VS-103	LV	S	86	1					
VS-110	LV	S	114	1					
VS-111	LV	S	72	1					
VS-112	LV	S	194	1					
VS-113	LV	S	44	1					
VS-114	LV	S	97	1					
VS-115	LV	S	83	1					
VS-116	LV	S	97	1					
VS-117	LV	S	89	1					
VS-118	LV	S	97	1					
VS-119	LV	S	61	1					
VS-120	LV	S	19	1					
VS-121	LV	S	133	1					
VS-122	LV	G	619	4					
VS-123	LV	G	500	2					
VS-124	LV	G	667	5					
VS-125	LV	G	403	2					
VS-126	LV	G	622	6					
VS-127	LV	V	425	1					
VS-128	LV	V	178	1					
VS-129	LV	V	578	2					
VS-130	LV	V	497	1					
VS-131	LV	G	439	1					
VS-132	LV	G	353	1					

Sample No.	Locality	Geology	Assay Zn(ppm)	Value As(ppm)	Sample No.	Locality	Geology	Assay Zn(ppm)	Value As(ppm)
DS- 1	D	V	50.0	23.9	DS- 75	D	V	92.8	17.4
DS- 2	D	V	47.8	7.1	DS- 76	D	V	89.4	12.5
DS- 3	D	V	77.6	4.9	DS- 77	D	V	111.8	12.7
DS- 4	D	V	69.2	3.7	DS- 78	D	V	109.1	16.1
DS- 5	D	V	54.3	5.3	DS- 79	D	V	93.5	1.8
DS- 6	D	V	53.8	5.7	DS- 80	D	V	96.2	41.1
DS- 7	D	V	56.7	4.9	DS- 81	D	V	50.8	6.3
DS- 8	D	V	57.2	3.7	DS- 82	D	V	53.5	8.5
DS- 9	D	V	53.4	4.2	DS- 83	D	V	48.8	12.3
DS- 10	D	V	56.1	3.5	DS- 84	D	V	48.8	11.2
DS- 11	D	V	55.7	4.7	DS- 85	D	V	46.1	7.5
DS- 12	D	V	51.8	4.3	DS- 86	D	V	103.7	5.1
DS- 13	D	V	35.8	6.7	DS- 87	D	V	80.1	9.2
DS- 14	D	V	84.8	18.0	DS- 88	D	V	90.1	12.6
DS- 15	D	V	57.8	11.9	DS- 89	D	V	108.3	26.2
DS- 16	D	V	85.3	15.9	DS- 90	D	V	75.4	13.7
DS- 17	D	V	28.7	8.1	DS- 91	D	V	68.1	7.9
DS- 18	D	V	61.8	8.2	DS- 92	D	V	60.1	7.5
DS- 19	D	V	43.1	9.8	DS- 93	D	V	135.7	43.4
DS- 20	D	V	44.8	9.5	DS- 94	D	V	43.4	8.9
DS- 21	D	V	40.0	10.5	DS- 95	D	V	107.0	17.8
DS- 22	D	V	59.6	4.9	DS- 96	D	V	44.7	6.9
DS- 23	D	V	66.1	2.3	DS- 98	D	V	66.8	4.7
DS- 24	D	V	74.0	9.6	DS-100	D	V	68.1	3.1
DS- 25	D	V	85.8	11.7	DS-102	D	V	105.3	48.4
DS- 26	D	V	57.7	16.9	DS-103	D	V	66.8	3.8
DS- 27	D	V	92.9	5.7	DS-104	D	V	112.4	0.8
DS- 28	D	V	77.9	2.2	BS- 1	B	G	84.3	37.5
DS- 29	D	V	72.7	3.3	BS- 2	B	G	86.4	18.6
DS- 30	D	V	77.9	3.1	BS- 4	B	G	66.6	3.3
DS- 31	D	V	70.1	6.3	BS- 5	B	G	78.2	7.5
DS- 32	D	V	83.4	5.5	BS- 6	B	G	64.6	5.8
DS- 53	D	V	72.7	5.4	BS- 7	B	G	67.3	2.1
DS- 54	D	V	92.7	2.7	BS- 8	B	G	137.2	2.7
DS- 56	D	V	84.2	4.2	BS- 9	B	G	73.0	1.9
DS- 57	D	V	73.4	5.7	BS- 10	B	G	69.4	1.8
DS- 58	D	V	65.7	4.3	BS- 11	B	G	77.5	1.2
DS- 59	D	V	84.6	8.0	BS- 12	B	G	71.4	1.4
DS- 60	D	V	250.0	88.4	BS- 13	B	G	57.8	1.5
DS- 61	D	V	431.2	634.9	BS- 16	B	G	68.0	1.5
DS- 62	D	V	188.4	14.8	BS- 17	B	G	156.9	85.1
DS- 63	D	V	118.3	6.9	BS- 18	B	G	70.8	20.4
DS- 64	D	V	108.7	9.2	BS- 19	B	G	63.9	1.4
DS- 65	D	V	44.3	8.2	BS- 20	B	G	61.2	1.6
DS- 66	D	V	35.6	9.4	BS- 21	B	G	68.7	2.7
DS- 67	D	V	90.4	8.7	BS- 22	B	G	55.0	2.0
DS- 68	D	V	82.7	10.0	BS- 23	B	G	57.1	1.8
DS- 69	D	V	129.8	51.2	BS- 25	B	G	77.7	27.3
DS- 70	D	V	137.5	8.7	BS- 26	B	G	170.9	17.7
DS- 71	D	V	74.0	9.7	BS- 27	B	G	75.6	1.7
DS- 72	D	V	160.1	88.6	BS- 28	B	G	63.9	1.8
DS- 73	D	V	159.2	87.6	BS- 29	B	G	67.4	1.7
DS- 74	D	V	45.4	8.1	BS- 30	B	G	66.7	1.1

Sample No.	Locality	Geology	Assay Zn(ppm)	Value As(ppm)	Sample No.	Locality	Geology	Assay n(ppm)	Value As(ppm)
BS- 31	B	G	103.0	3.7					
BS- 32	B	G	106.5	9.6					
BS- 33	B	G	68.3	1.5					
BS- 35	B	G	15.4	1.7					
BS- 37	B	G	57.6	1.1					
BS- 38	B	G	62.3	0.6					
BS- 39	B	G	60.3	0.5					
BS- 40	B	G	33.5	1.1					
BS- 41	B	G	58.4	0.9					
BS- 42	B	G	60.3	1.5					
BS- 43	B	G	58.3	1.7					
BS- 45	B	G	53.6	1.4					
BS- 46	B	G	56.3	1.1					
BS- 47	B	G	62.3	1.1					
BS- 48	B	G	95.8	1.0					
BS- 49	B	G	59.0	1.1					
BS- 50	B	G	77.3	1.4					
BS- 51	B	G	199.4	1137.0					
BS- 52	B	G	69.4	4.2					
BS- 53	B	G	105.3	34.0					
BS- 55	B	G	51.1	1.0					
BS- 56	B	G	50.4	1.4					
BS- 57	B	G	35.8	8.2					
BS- 58	B	G	61.6	6.3					
BS- 59	B	G	71.7	2.1					
BS- 60	B	G	47.0	2.2					
BS- 61	B	G	41.4	2.2					
BS- 62	B	G	73.9	39.9					
BS- 64	B	G	48.2	1.2					
BS- 65	B	G	9.0	1.4					
BS- 66	B	G	57.5	1.5					
BS- 67	B	G	64.1	1.4					
BS- 68	B	G	72.0	64.0					
BS- 69	B	G	85.8	33.2					
BS- 70	B	G	82.7	24.5					

A. I-2 Chemical Analysis of Ore Samples

(1)

Sample No.	Locality	Description	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sb (%)	As (%)
R-206	RB	Silicified, pyrite(5%) (10m)	Tr	-	0.04	-	-	-	-
R-210	RB	Silicified, pyrite(5%) (3m)	Tr	-	0.07	-	-	-	-
R-213	RB	Pyrite, Chalcopyrite Silicified (10m)	Tr	-	0.25	-	-	-	-
R-214	RB	Pyrite, silicified (20m)	Tr	-	0.07	-	-	-	-
V-13	LV	Pyrite dissemination argillized (1m/20m)	Tr	-	0.07	-	-	-	-
V-18	LV	Pyrite dissemination (2m/30m)	Tr	-	0.05	-	-	-	-
V-21	LV	Chalcopyrite, pyrite dissemination., malachite veinlets (1m/20m)	Tr	-	0.13	-	-	-	-
V-55	LV	Pyrite + clay, chalcopyrite	Tr	-	0.00	-	-	-	-
V-58	LV	Pyrite dissemination	Tr	-	0.03	-	-	-	-
V-60	LV	Pyrite	Tr	-	0.05	-	-	-	-
2-D-1	D	Sulfide	10.7	49	0.2	0.2	5.8	<0.1	1.2
2-D-2	D	Sulfide	5.3	134	0.6	0.2	3.0	<0.1	7.4
2-D-3	D	Sulfide	9.3	46	0.3	0.1	2.9	<0.1	2.2
2-D-4	D	Argillated part	0.3	30	0.1	0.5	0.1	<0.1	0.2
2-D-5	D	Quartz, pyrite	7.7	263	0.6	0.4	0.2	0.2	10.6
2-D-10	D	Socabon Diamante lower level 300cm	2.4	59	0.09	0.10	0.94	0.00	2.88
2-D-11	D	Same place, continued 300m	16.3	64	0.07	0.09	1.41	0.00	1.11
2-D-12	D	Same place, continued 300m	4.6	80	0.19	0.21	1.61	0.00	2.57
ND-2	D	Brown gossan	Tr	Tr	0.03	0.02	0.03	0.00	0.99
ND-3	D	Argillized Vein	Tr	Tr	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04
ND-5	D	Brown gossan	4.8	32	0.34	0.20	0.05	0.00	2.52
ND-6	D	Kaolinized sulfide vein	2.0	30	0.11	0.02	1.01	0.00	0.60
ND-7	D	Kaolinized sulfide vein	0.5	4	0.14	0.01	0.11	0.00	2.30
ND-8	D	Limonitized quartz vein	1.2	40	0.04	0.01	0.05	0.00	11.66
ND-16	D	Brownish argillized vein	Tr	30	0.07	0.32	0.09	0.00	1.51
ND-21	D	Limonitized-clayey vein	Tr	Tr	0.02	0.00	0.03	0.00	0.14

Sample No.	Locality	Description	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sb (%)	As (%)
ND-44	D	Argillized Vein containing lenticular quartz (w=230cm)	3.2	302	0.59	0.41	3.70	0.01	3.23
ND-47	D	Vein (pyrite rich part 40cm)	4.6	350	0.67	0.40	0.10	0.05	2.18
ND-48	D	Vein (argillized part 40cm)	1.2	36	0.26	0.27	0.14	0.00	0.27
ND-51	D	Limonitized vein	2.8	77	0.17	0.02	0.13	0.01	0.35
BA-SO-4	B	Oxidized vein (w=30cm)	3.7	48	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	3.7
BA-SO-5	B	Oxidized vein 40cm 2 veins (w=40cm, 20cm)	0.7	13	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.7
BA-SO-7	B	Quartz-pyrite-clay vein w=40cm	6.3	812	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	2.5
B-P-0	B	Concentrated ore	29.3	120	0.1	<0.1	0.2	<0.1	3.7
B-SO-9	B	Pyrite, arsenopyrite oxide vein (w=200cm)	0.7	6	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.7
B-SO-11	B	Mixed ore vein (w=200cm)	8.1	219	-	-	-	-	-
B-SO-14	B	Oxidized vein (w=40cm)	80.0	230	<0.1	0.5	0.7	<0.1	5.4
B-SO-15	B	Oxide vein (v,w=40cm) with sulfide vein (v,w=5cm)	1.7	51	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.0
B-15	B	Quartz, pyrite, arseno- pyrite vein (v.w=10~30cm)	4.9	54	0.02	0.14	0.03	0.00	3.15
B-16	B	Quartz, pyrite, arseno- pyrite vein (v.w=40cm)	10.3	108	0.03	0.30	0.03	0.03	5.30
PR-1	P	Ruidosa vein, Oxide vein	Tr	14	-	-	-	-	-
P-L-1	P	Lulo vein, oxidized	Tr	Tr	-	-	-	-	-
P-L-2	P	- ditto -	Tr	Tr	-	-	-	-	-
P-SL-1	P	San Luis vein, oxidized	4.8	9	-	-	-	-	-
P-SL-2	P	Same place, old tunnel	0.6	12	-	-	-	-	-
P-SL-3	P	- ditto -	Tr	Tr	-	-	-	-	-
P-SA-1	P	San Luis, 300cm from south to north	Tr	Tr	-	-	-	-	-
P-SA-2	P	Same place, continued 300cm	4.6	5	-	-	-	-	-
P-SA-3	P	- ditto -	Tr	Tr	-	-	-	-	-
P-SA-4	P	- ditto -	Tr	Tr	-	-	-	-	-
P-SA-5	P	Oxidized vein in PSA-2 60cm only	5.6	10	-	-	-	-	-

## Location

RB: Río Blanco, LV: La Verde, D: Diamante, B: Bombona, P: Paraiso

A. I -3 Microscopic Observation of the Thin Sections

Sample No.	Location	Macroscopic descriptions	Microscopic observations
R-15	Rio Blanco	Dioritic rock	<p>Dioritic rock                      Porphyritic texture                      Phenocryst : Plagioclase, mafic mineral.                      Mafic mineral is completely altered to chlorite with opaque mineral.                      Groundmass : Fine crystal of plagioclase (0.1m/m) and recrystallized glass (microcrystalline felsic mineral).                      This rock contains mafic xenolith which shows alteration to calcite and chlorite.</p>
R-22	Rio Blanco	Altered microdiorite	<p>Altered diorite                      Porphyritic texture?                      Phenocryst : Plagioclase (ave:0.8m/m) and mafic mineral                      Plagioclase is weakly sericitized and calcitized and cloudy. Mafic mineral is completely altered to chlorite and sericite.                      Groundmass : Fine grained acicular chlorite, sericite and felsic minerals.                      Opaque minerals are scattered in mafic mineral and groundmass.</p>
R-29	Rio Blanco	Brecciated diorite	<p>Hornblende diorite                      Porphyritic texture                      Phenocryst : Plagioclase and hornblende (Max:6.0m/m)                      Plagioclase shows alteration to sericite, chlorite and cloudy potass feldspar.                      Hornblende is replaced by plagioclase.                      Groundmass : Minute felsic mineral, sericite, chlorite and opaque mineral.</p>

Sample No.	Location	Macroscopic descriptions	Microscopic observations
R-34	Rio Blanco	Tuffaceous sandstone	<p>Tuffaceous volcanic sandstone            Fragment : Plagioclase, clinopyroxene, a little carbonate and andestic rock (Diam 2.5m/m).            Plagioclase shows potassic and chloritic alteration.            Irregular shaped clinopyroxene is mostly fresh.            Matrix : Abundant chlorite with minute felsic mineral and altered opaque mineral.</p>
R-104	Rio Blanco	Porphyritic granodiorite	<p>Aplitic granodiorite            Porphyritic texture            Phenocryst : Plagioclase and mafic mineral (Max:1.5m/m)            Weakly sericitized plagioclase shows marked zoning and twinning. Mafic mineral is epidotized and chloritized.            Groundmass : Fitted with equigranular quartz and potass feldspar (ave:0.07m/m). There are granular opaque mineral and sphene.</p>
R-109	Rio Blanco	Highly silicified rock	<p>Silicified epidotized rock            Left side of this section shows intense alteration, that composed of granular quartz (ave:0.02m/m), epidote and opaque mineral            On the other hand, in the right side, there remained andestic texture. Phenocryst is replaced by epidote, chlorite and opaque mineral. Groundmass is composed of minute felsic minerals (ave:0.01m/m).</p>
R-112	Rio Blanco	Brecciated diorite	<p>Brecciated diorite            It is composed mainly of dioritic fragment (Max:10m/m) ranged from fresh to altered to sericite and chlorite. Mafic mineral show alteration to amphibole, sericite, chlorite and calcite. There are scattered opaque minerals (0.3~0.01m/m in size).</p>



Sample No.	Location	Macroscopic descriptions	Microscopic observations
R-115	Rio Blanco	Calcareous shale	<p>Calcareous shale This rock shows weak bedded structure. Fragment : Abundant quartz, calcitized and sericitized feldspar and carbonate (Dia:0.3m/m). Matrix : microcrystalline felsic mineral, calcite, chlorite and granular opaque mineral.</p>
R-118	Rio Blanco	Hornblende diorite porphyry	<p>Hornblende diorite porphyry Porphyritic, poikiritic texture Phenocryst : Hornblende (Max:2.0m/m), plagioclase (Max:1.5m/m) Fresh hornblende poikiritically encloses fresh plagioclase showing marked zoning and twinning. Groundmass : Abundant granular quartz and a little potass feldspar, subhedral plagioclase (ave:0.04m/m) and chlorite. There are scattered granular opaque mineral, sphene and epidote.</p>
R-124	Rio Blanco	Tuffaceous sandstone	<p>Tuffaceous volcanic sandstone Fragment : Abundant plagioclase (Max:0.3m/m) with clinopyroxene, quartz, calcitized organic material, rock fragment and glassy rock fragment (Max:8.0m/m). Matrix : microcrystalline felsic mineral with chloritized, calcitized mineral. Layering of opaque mineral and limonite shows weak bedded structure.</p>

Sample No.	Location	Macroscopic descriptions	Microscopic observations
R-128	Rio Blanco	Altered diorite porphyry	<p>Altered diorite (Porphyritic texture?)  Phenocryst : Hornblende (Max:3.0m/m) and plagioclase (Max:1.5m/m)  Hornblende is replaced by chlorite and calcite in vermicular shape. Plagioclase is altered to potass feldspar and calcite, sericite and cloudy.  Groundmass : Chlorite with opaque minerals and microcrystalline felsic mineral. Sphene occurs in altered mafic mineral.</p>
R-129	Rio Blanco	Brecciated diorite	<p>Brecciated diorite  This rock is composed mainly of epidotized-chloritized fragment, calcitized-epidotized fragment and plagioclase altered to epidote and potass feldspar.  Groundmass : It consists of microcrystalline felsic mineral with chlorite and opaque mineral.  Locally there are aggregate of quartz.</p>
R-138	Rio Blanco	Granodiorite porphyry	<p>Granodiorite porphyry  Porphyritic texture  Phenocryst : Plagioclase, mafic mineral and a little quartz. Plagioclase (Max:1.5m/m) suffer from potassic alteration, chloritization and sericitization.  Mafic is also altered to epidote, chlorite and calcite.  Quartz is corroded.  Groundmass : Equigranular (ave:0.03m/m) quartz, potass feldspar, plagioclase and chlorite, sphene with epidote or chlorite.</p>

Sample No.	Location	Macroscopic descriptions	Microscopic observations
R-205	Rio Blanco	Brecciated diorite porphyry	<p>Brecciated diorite porphyry            Porphyritic, brecciate texture            Phenocryst : Plagioclase, hornblende            Subhedral plagioclase (Max:1.5m/m) is cloudy.            Hornblende is sericitized and chloritized.            Some of hornblende may be secondary from clinopyroxene?            Groundmass : Microcrystalline felsic minerals, chlorite and sericite. There are vein of chlorite + quartz + limonite.</p>
R-209	Rio Blanco	Silicified rock	<p>Recrystallized rock            Breccia texture            This rock is considered as recrystallized brecciated rock.            Fragment : Plagioclase and quartz (Max:0.5m/m)            Both shows irregular shape.            Matrix : Fine grained quartz (ave:0.03m/m), feldspar and hornblende. There are also aggregates of opaque mineral (ave:0.3m/m) and quartz + opaque mineral vein.</p>
R-215	Rio Blanco	Highly silicified rock	<p>Recrystallized rock            This rock is same as R-209 except coarser grain size, fragment (ave:0.5m/m), matrix (ave:0.1m/m) and advanced recrystallization.</p>
R-220	Rio Blanco	Altered diorite porphyry	<p>Altered diorite porphyry            Porphyritic texture            Phenocryst : Plagioclase and mafic mineral            Plagioclase is cloudy due to an intense alteration to epidote, potass feldspar and sericite. Mafic mineral is completely altered to epidote and chlorite.            Groundmass : Fine grained quartz (ave:0.03m/m), potass feldspar and plagioclase with a small amount of sericite, chlorite and epidote.            Opaque mineral is scattered.</p>

Sample No.	Location	Macroscopic descriptions	Microscopic observations
R-224	Rio Blanco	Diorite porphyry	Diorite porphyry Porphyritic and ophitic texture. Phenocryst : Hornblende and plagioclase. Subhedral hornblende (Max:2.0m/m) ophitically encloses plagioclase (Max:2.0m/m) which shows zonal structure (inner part altered and cloudy). Groundmass : Subhedral plagioclase (Max:0.1m/m) There are scattered opaque minerals. Locally it shows alteration by chlorite and epidote.
R-238	Rio Blanco	Recrystallized rock	Recrystallized rock Porphyroblastic and poikiroblastic texture. Fine grained plagioclase and hornblende (Dia:0.2m/m) porphyroblastically endlose anhedral granular plagioclase crystal (Dia:2.0m/m). Large crystal of hornblende poikiroblastically encloses anhedral plagioclase. There are scattered opaque minerals (ave:0.7m/m).
R-242	Rio Blanco	Alternation of shale and sandstone	Shale/sandstone brecciated texture Shale : It is composed mainly of fragments (Max:0.2m/m) of quartz, plagioclase, hornblende and calcite. Matrix is filled with aggregate of felsic mineral and chlorite, and scattered opaque mineral. Sandstone : It is composed mainly of plagioclase and hornblende (Max:1.5m/m) with a small amount of quartz and andestic fragment. Hornblende is epidotized and plagioclase is cloudy.
R-253	Rio Blanco	Hornblende microdiorite	Hornblende microdiorite Equigranular texture (0.2~0.3m/m in size) This rock is composed mainly of plagioclase and hornblende with a small amount of quartz and potassic feldspar.