

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1年次)

JICA LIBRARY



1031775[8]

昭和56年2月

金属鉱業事業団
国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 56.12.24 84.8.24	705
登録No. 103814	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ピ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年度が第1年次にあたり、金属鉱業事業団は6名の調査団を編成して、昭和55年8月12日から昭和55年11月4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1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ものである。

昭和56年 2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

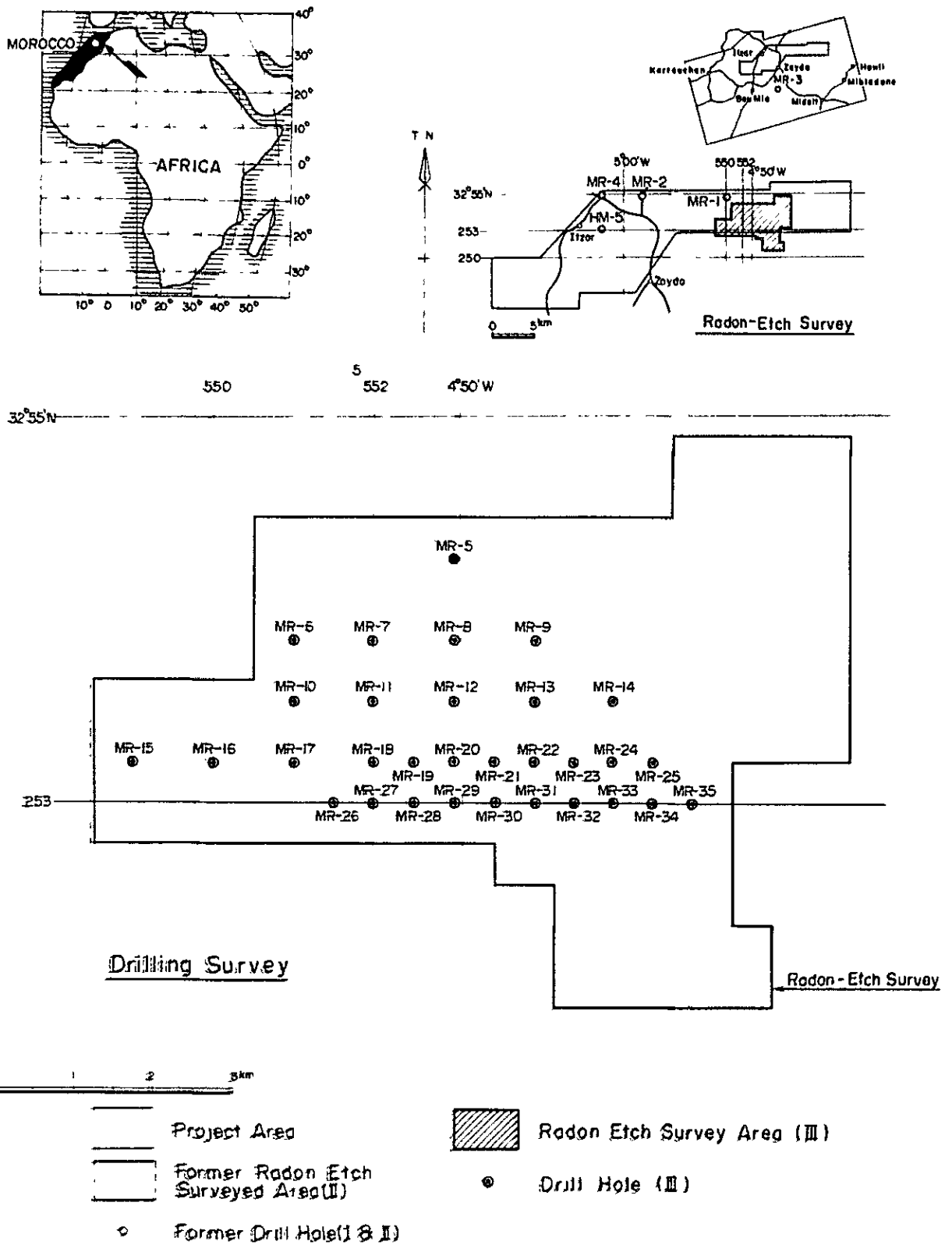


Fig 1 Location Map of the Surveyed Area

目 次

はしがき	
調査位置図	
目 次	
要 約	VII
第1章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 第1年次調査概要	2
1-2-1 調査地域	2
1-2-2 調査方法および調査内容	2
1-3 調査団の編成・調査日程	3
1-3-1 調査団の編成	3
1-3-2 調査日程	5
1-4 調査地域の概要	6
1-4-1 位置・交通	6
1-4-2 現地状況	6
1-5 従来の調査研究及び文献	6
第2章 簡易水系図作成及び写真地質解析	10
2-1 簡易水系図作成	10
2-2 写真地質解析概要	10
2-3 使用資料	11
2-4 解析手順	12
2-5 地質単元	13
2-6 地質構造	16

第3章 地 質	18
3-1 コロンビア南西部の地質概況	18
3-2 調査地域の地質概要	18
3-2-1 緑色火山岩類	18
3-2-2 堆積岩類	20
3-2-3 酸性・中性火成岩類	20
3-2-4 安山岩岩脈	22
3-2-5 新規火山岩類	22
3-3 地質各説	22
3-3-1 Cristal 川流域の地質	22
3-3-2 Vargas 川流域の地質	25
3-3-3 Telembi 川中・上流域の地質	27
3-3-4 Blanco 川流域の地質	28
3-3-5 Gualcala 川流域の地質	29
3-3-6 Nambi 川流域の地質	32
3-3-7 Guabo 川流域の地質	33
3-4 地質構造	34
第4章 地化学探査	36
4-1 地化学探査概要	36
4-2 川砂試料採取・化学分析及び解析	36
4-2-1 試料の採取方法及び個数	36
4-2-2 試料調整と化学分析	36
4-2-3 データの統計処理及び解析	37
4-3 異常域	37
4-3-1 異常域の抽出	37
4-3-2 異常域の解析	38
4-4 バイキノリン法による地化学探査	41
第5章 バンニング調査	42
5-1 調査の目的及び調査方法	42
5-2 調査結果の解析	42

第6章 鈳床・鈳徴地	44
6-1 概 説	44
6-1-1 斑岩銅鈳床型鈳徴	44
6-1-2 含金多金属鈳脈型鈳床	44
6-2 鈳化帯各説	44
6-2-1 La Verde 鈳化帯	44
6-2-2 Rio Blanco 鈳化帯	45
6-2-3 Gualcala-E 鈳化帯	45
6-2-4 Santa Rosa 鈳化帯	46
6-2-5 Ramos 鈳化帯	46
6-2-6 Diamante 鈳山地帯	47
6-2-7 El Tabano-Concordia 鈳山地帯	49
 第7章 総合検討及び結論	 50
7-1 地質と鈳化作用についての考察	50
7-2 従来の調査結果との対比	51
7-3 結論及び将来への展望	52
7-3-1 結 論	52
7-3-2 将来への展望	52

APPENDICES

LIST OF FIGURES

- Fig. 1 Location Map of the Surveyed Area
- Fig. 2 Schematic Geological Column of the Surveyed Area
- Fig. 3 ACF and AKF Diagrams of Contact Metamorphic Mineral Assemblages in the Aureole of Granitic Intrusives
- Fig. 4-A Statistic Analysis of Geochemical Data (Au)
- Fig. 4-B Statistic Analysis of Geochemical Data (Cu)
- Fig. 4-C Statistic Analysis of Geochemical Data (Pb)
- Fig. 4-D Statistic Analysis of Geochemical Data (Zn)
- Fig. 4-E Statistic Analysis of Geochemical Data (Mo)
- Fig. 5 Flow Sheets of Chemical Analysis
- Fig. 6-A Geological Sketch of Mineralization Showing : La Verde Prospective Area
- Fig. 6-B Geological Sketch of Mineralization Showing : Rio Blanco Prospective Area
- Fig. 6-C Geological Sketch of Mineralization Showing : Santa Rosa Prospective Area
- Fig. 6-D Geological Sketch of Mineralization Showing : Ramos Prospective Area
- Fig. 6-E Geological Sketch of Mineralization Showing : Diamante Mining Area
- Fig. 6-F Geological Sketch of Mineralization Showing : El Tabano, Concordia, Patoquilia Mines
- Fig. 7-A Photomicrographs of Thin Sections
- Fig. 7-B Photomicrographs of Polished Sections
- Fig. 8-A Photomicrographs of X-ray Micro-analysis; 0 - 55
- Fig. 8-B Photomicrographs of X-ray Micro-analysis; TH7dis
- Fig. 9 Chart of X-ray Diffractive Analysis

LIST OF TABLE

Table 1	Photogeological Interpretation Chart
Table 2	Age-determination of Igneous Rocks
Table 3-A	Results of Complete Analysis of Rock Samples
Table 3-B	Calculation of Normative Minerals of Rock Samples
Table 4-A	Mean and Standard Deviation of Stream Sediment Samples
Table 4-B	Mean and Standard Deviation of Stream Sediment Samples Classified by Lithology
Table 4-C	Coefficient of Correlation between Analyzed Elements
Table 5	Mineralization Showings in the Surveyed Area
Table 6	Results of Chemical Analysis of Ore Minerals
Table 7	Description of Microscopic Observation on the Thin Sections and Polished Sections
Table 8	Results of Analysis of Geochemical Samples
Table 9	Results of X-ray Diffractive Analysis

LIST OF PLATE

PL. 1-E	Drainage and Quasi-topographic Map (Eastern part)	1 : 50,000
PL. 1-W	Drainage and Quasi-topographic Map (Western part)	1 : 50,000
PL. 2	Analyzed Structural Map by Photo- geological Interpretation	1 : 100,000
PL. 3-E	Geologic Map of the Surveyed Area and Geological Sections (Eastern part)	1 : 50,000
PL. 3-W	Geologic Map of the Surveyed Area and Geological Sections (Western part)	1 : 50,000
PL. 4-1-E	Location Map of Geochemical and Rock Samples (Eastern part)	1 : 50,000
PL. 4-1-W	Location Map of Geochemical and Rock Samples (Western part)	1 : 50,000
PL. 4-2-E	Results of Geochemical Survey for Cu, Mo, Au (Eastern Part)	1 : 50,000
PL. 4-2-W	Results of Geochemical Survey for Cu, Mo, Au (Western part)	1 : 50,000
PL. 4-3-E	Results of Geochemical Survey for Pb, Zn (Eastern part)	1 : 50,000
PL. 4-3-W	Results of Geochemical Survey for Pb, Zn (Western part)	1 : 50,000
PL. 5	Compiled and Illustrated Map of Survey Results	1 : 100,000

要 約

本調査は、昭和55年6月日本政府派遣の事前調査・協定折衝団とコロンビア政府地質鉱山調査所(INGEOMINAS)との間で合意に達したScope of Workに則り実施された。現地調査団は昭和55年8月12日から11月4日迄派遣され、地質調査、地化学探査を行った。調査面積は1,000 km²、踏査延長合計540 km以上、採取川砂試料1,425ヶである。

調査地域には満足な地形図が無いので、人工衛星写真他入手可能な種々の資料により、先づ調査用の簡易水系図(5万分の1)の作成を行い、且つ写真地質解析を行って調査資料及び総合解析の補助とした。

調査には、団長含め6名の地質技師が現地調査を行い、現地カウンターパート1名も行動を共にした。

現地には車道がなく、熱帯性気候で樹木繁茂し、標高300 mから3,000 m前後迄の高底差を有する壮年期の急峻な地形を呈する地域であり、各水系の水量も豊富で急流をなし、踏査には非常に困難な地域である。

地質は東部に弱変成堆積岩類、西部に緑色火山岩類が分布し、東部のほぼ中央に花崗閃緑岩が底盤状に貫入している。この堆積岩類は、黒色頁岩、粘板岩、砂岩、礫岩等からなり、広域的弱変成作用及び花崗閃緑岩による接触変成作用を蒙って居る。緑色火山岩類は、緑色凝灰角礫岩、玄武岩、安山岩等よりなり、いずれも白亜系堆積物とされている。堆積岩類は走向ほぼ南北乃至N30°Eであるが、東部に傾いた折り畳み褶曲をなして居り、西部の緑色火山岩類は緩いうねりをなして分布する。断層構造はNE-SW、NW-SE及びNNW-SSEの3方向が顕著に現われて居り、NE-SW、NW-SEの2者は共役関係にあってほぼ7 km間隔の格子状パターンをなす。

地化学探査結果、地質調査及び室内実験等の研究結果、斑岩銅鉛鋳床型鉛鋳地5地区と、新金鉛鋳床鉛鋳地2地区を抽出した。前者の5地区は、調査地域の西部にあり、NE-SW系断層帯の中に分布している。但し、鉛鋳の規模、品質については全く不明であり今後の調査が必要である。後者の2地区中、特にNevada(ネバダ)異常域には新鉛鋳鉛鋳床発見の可能性があり、Gualcala(ワルカラ)中流異常域には標砂鉛鋳床が期待される。更に本地域既知の鉛鋳床には、乳白色石英質鉛鋳脈型と、多金属鉛鋳脈型の2種類あり、後者は閃亜鉛鉛鋳、方鉛鉛鋳その他の有用金属を含むが従来利用されて居らず、相当量の埋蔵鉛鋳量も期待出来ることからその探査、及び鉛鋳質の研究が重要である。

これに対し、第2年次の調査として次の如く勧告される。

- (1) 斑岩銅鉛鋳床型鉛鋳地5地区では、鉛鋳帯の地質中踏査、尾根沿いの地化学探査(土壌サンプリング)による強鉛鋳帯の探査。

- (2) 新金鉍徴地区中，Nevada 地域ではより詳細な地化学探査，地質調査。Gualcala 中流地区では漂砂鉍床に対するピット調査，河床礫分布・地形調査。
- (3) 合金多金属鉍脈型鉍床では，鉍脈分布の把握のための地質精査，地化学探査，試錐調査，鉍質研究。

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

コロンビア共和国は南米大陸北西端に位置し面積 1,139 千 km² を占め主たる産業は農牧畜業である。特にコーヒーの生産は世界的に有名あり、又昭和 50 年迄は石油生産量が内需を充たしており、国家経済はそれらに大きく依存してきた。

そのためもあって、国際資本を背景とした石油開発を除いては探鉱活動が不活発で、鉱業もスペイン植民地時代以前からの伝統的な金・銀・白金・エメラルド等の貴金属、貴石類の採取、加工以外みるべきものが無かった。

しかし昭和 35 年頃からは、南米太平洋岸に於ける大規模な銅鉱床が次々と発見開発されたことも刺激となって非鉄金属鉱床の探鉱開発に積極的に取り組むこととなった。

日本に対しては、昭和 39 年 9 月、未開発非鉄金属資源に関する調査協力の要請が出され、海外技術協力事業団より昭和 40 年及び昭和 41 年の 2 回にわたって調査団が派遣された。その後、米国国際開発局 (AID) の援助により昭和 45 年から、西部山脈に対し探査活動が行われ、昭和 47 年コロンビア北西部に Cerro Pantanos 銅鉱床地帯を発見、更に昭和 48 年からは国連開発計画局 (UNDP) の支援を得て鉱物資源探査計画がスタートした。それにより、Choco 県 Acande 地域、Tolima 県 Rovira 地域、Putumayo 県 Mocoa 地域、同県 Patascoy 地域、Nariño 県 Piedrancha 地域の 5 地域で有望な銅・モリブデン及び鉛・亜鉛鉱徴を捕捉した。それ等に対し更に調査が重ねられたが、Mocoa 地域に於ける銅・モリブデン鉱床探鉱が最も成果を挙げ、現在も UNDP の協力の下に調査が進められている。

日本に対しては、昭和 51 年 12 月、日本とコロンビアとの間に技術協力基本協定が成立し各種の技術援助が行なわれるようになり、鉱物資源に関しても昭和 53 年政府間協力調査を要望する旨、日本側に申し入れがなされた。これに対し、国際協力事業団、金属鉱業事業団は昭和 53 年 7 月及び昭和 54 年 6 月の 2 度調査団を派遣し、「資源開発協力基礎調査」の実現可能性について現地側と協議を行った。その結果、最終的に、Acande 地域、Rovira-Chaparral 南部地域、Piedrancha 地域、及び Cerro Pantanos 地域の 4 地域を、協力調査対象候補地とし、それら個々についての実施対象としての技術的優先順位を評価するため 4 名の地質専門家からなる「計画調査団」が派遣された。同調査団は昭和 54 年 9 月～10 月の現地調査結果、Cerro Pantanos と Piedrancha の両地域を協力調査対象地域として勧告した。

これに対し、コロンビア政府は、Cerro Pantanos 地域はコロンビア自身で調査を進めることに決定し、Piedrancha 地域を日本側に調査対象地域として正式要請して来た。日本政府はその細部取決めのため、昭和 55 年 5 月事前調査・協定折衝団を派遣、同団は Piedrancha

地域を視察後、本調査に於けるカウンターパートである INGEOMINAS (Instituto Nacional de Investigaciones Geologico-minera ; 地質鉱山調査所) と協議し、Scope of Work を決定、合意した。

本調査は上記の経緯によって成立せる Scope of Work に従って本年度より実施されたものであるが、具体的な調査の目的は次の通りである。

即ち、本地域に於いて地質調査・地化学探査を実施、且つ既存資料をも検討して、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示徴地を把握することにより、次段階の探査活動に有益な指針を得ることである。

1-2 第一年次調査概要

1-2-1 調査地域

調査地域は、コロンビア共和国の最南端且つ太平洋に面する Narino 県の略中央部に位置する。

調査対象地域は東西 45 km、南北 35 km の広がりを持ち面積は 1,000 km² である。

地域内には北北西方向に流れる Gualcala (ワルカラ)、Telembi (テレンビ) 両河川を始めとする多くの水系が存在し、調査地域内の標高は最低海拔 300 余米から、最高 3,000 余米に及ぶ。

低地は高温多雨の熱帯密林をなし、高地に登るに従い、気候温暖となり、所々に牧場地が見られる。

1-2-2 調査方法および調査内容

本年度調査は、簡易水系図作成、写真地質解析、地質調査、地化学探査を実施した。

簡易水系図作成及び写真地質解析は、主としてスラー写真を用い、補助的に衛星写真を併用した。

又、東部中央部分のみの 3 万分の 1 航空写真が入手出来たので、その解析結果も加えた。

地質調査・地化学探査の調査量は、調査面積 1,000 km²、河川を主とする踏査長約 540 km、河川堆積物の試料採取数 1,425 点である。

調査方法は、調査地域の水系を考慮して、ほぼ中央位置から東西に 2 分し、東部を前半、西部を後半入山し、6 班 (日本人 1 名、現地人 6 名 / 班) からなる調査班を編成して、主要河川踏査を主体とする調査を実施した。

地質調査は、間縄・クリノメーター・ハンドレベルを用い、急峻地形地に於ては、歩測・目測を併用し、現地にて 5,000 分の 1 ルートマップを作成しながら地質記載・岩石試料採取を行な

った。最終まとめは25,000分の1ルートマップ、50,000分の1地質図とした。

地化学探査は地質調査と並行して実施し、300m～500m毎、鉍微可能性のある地域では100m～300m毎に、80メッシュ以下の川砂試料を採取した。

この際、必要に応じて採取試料の簡易定性分析（バイキノリン法による銅）を行い、鉍化圈の抽出、調査重点地域の現地判断に供した。

又、地化学探査試料採取地点に於いて、砂金探査を目的とするパンニングを実施した。

地化学探査試料の分析は、金、銅、鉛、亜鉛、モリブデンの5元素を日本にて実施し、結果の解析には電算機による統計学処理を行った。

調査内容の検討は一部現地Popayanにて実施したが、総合解析は既存資料の検討、コロンビア側調査員との協議等を経て、日本にて実施し、本報告書を作成した。

尚、総合解析には地化学探査分析値7,125件の他鉍石化学分析176件、火成岩年代測定3件、岩石完全分析5件、岩石薄片鑑定36枚、鉍石研磨片10枚、X線微量分析試験2件、X線回折試験2件を行い検討した。

1-3 調査団の編成・調査日程

1-3-1 調査団の編成

日本側調査計画及び折衝

Kyuzo	Tadokoro	
田 所	久 造	金属鉍業事業団
Shozo	Sawaya	
沢 谷	勝 三	”
Toshio	Koizumi	
小 泉	俊 夫	”
Satoshi	Yoshikawa	
吉 川	慧	通商産業省
Hideaki	Mukai	
向 井	英 昭	国際協力事業団

コロンビア側調査計画及び折衝

Michel Hermelin	INGEOMINAS
Herman Duque - Caro	”
Luis Jaramillo	”
Carlos Jairo Vesga O.	”
Ricardo Escovar	”
Hector Castro Paez	”

日本側調査団員

Junnosuke Oikawa 及川 準之助	団長	三井金属エンジニアリング(株)
Yoshihiro Nagumo 南 雲 義 広	団員	"
Yasuhiro Kayano 茅 野 安 弘	"	"
Tetsuo Hataasaki 幢 崎 哲 夫	"	"
Nobuyuki Goto 後 藤 信 之	"	"
Hiroshi Takahashi 高 橋 洋	"	"
Shigemi Kimura 木 村 茂 美	写真地質解析	"

コロンビア側調査団員

Pedro Antonio Marin

INGEOMINAS

1-3-2 調査日程

日順	月	日	曜日	行	程	調査内容
1	8/	12	火	東京発	(メキシコ経由)	移動
2		13	水		→ Bogota	"
3		14	木		Bogota	日本大使館, JICA, INGEOMINAS
4		15	金	Bogota 発	→ Pasto 着	移動
5		16	土		Pasto	調査用品・食料調達
6		17	日	Pasto 発	→ Samaniego 着	移動
7		18	月	Samaniego 発	→ Socorro 着	地質調査
8		19	火	Socorro 発	→ Sande 着	"
9		20	水		Sande	人夫手配・食料配分・無線基地設置
10		21	木	東部地域内		地質調査・地化学探査
:	:	:		6 調査班編成		"
35	9/	15	月			"
36		16	火		Piedrancha	調査整理・次期調査
:	:	:			"	準備
43		23	火		"	"
44		24	水	西部地域内		地質調査・地化学探査
:	:	:		6 調査班編成		"
65	10/	15	水			"
66		16	木		Piedrancha	調査整理
67		17	金	Piedrancha 発	→ Popayan 着	移動
68		18	土		Popayan	調査整理・解析
:	:	:			"	"
78		28	火		"	"
79		29	水	Popayan 発	→ Cali 着	移動
80		30	木	Cali 発	→ Bogota	"
81		31	金		Bogota	INGEOMINAS, 日本大使館へ概要
82	11/	1	土		"	報告
83		2	日	Bogota 発	(Los Angeles 経由)	移動
84		3	月			"
85		4	火		→ 東京 着	"

1-4 調査地域の概要

1-4-1 位置・交通

調査地域の所在地は、コロンビア共和国 Narino 県のほぼ中央部に位置し、行政区分上、Samaniego, Santa Cruz, Piedrancha, Ricaurte, Barbacoas, 以上5ヶ村にわたっている。

調査地域の地理上の位置は、北緯 $1^{\circ}10' \sim 1^{\circ}30'$ 、西経 $77^{\circ}30' \sim 78^{\circ}00'$ である。

調査地域への交通は、コロンビア共和国の首都 Bogota より国内航空機にて約1時間にて、Narino 県の県都 Pasto に着く。Pasto より調査地域への東方基地 Samaniego へは陸路 122 km, 車の所要時間約3時間を要し、又、Pasto より南方基地 Piedrancha へは陸路 126 km, 車の所要時間約3時間を必要とする。

調査地域を東・南・西の3方向から取巻くようにして国道・県道が存在するが、地域内に通じる車道はなく、調査地域内の交通は馬道・人道に依存する。現地キャンプと Samaniego 又は Piedrancha の仮事務所間は無線ラジオにより交信した。

1-4-2 現地状況

調査地域は、コロンビア共和国の太平洋沿いに走る北北東-南南西方向に伸長する西部大山脈の一端に位置しており、南高北低の地勢を示す。地域全域が北乃至北西に流れる諸河川に刻まれた壮年期の急峻な地形を呈す。このため現在、利用されている土地は、主要河川沿いに点在して開拓された農牧地及び小規模金鉱山の近傍に限られる。

調査地域は赤道近く(北緯 1° 前後)にあり、熱帯多雨地帯であるが、標高差が大きいため場所による降雨量、気温、植生の変化が顕著である。すなわち、年間降雨量は 2,000 mm ~ 5,000 mm, 年間平均気温は $15 \sim 27^{\circ}\text{C}$ である。

年間を通じて降雨日が多いが、6月~9月は比較的晴天が続き乾期と言われている。

調査地域の北西部から中央部(標高 300 m 余から 2,000 m 位)にかけては、熱帯樹林が繁茂し、高温多湿の地域をなす。又、標高 2,000 m を越す南東部一帯は気温も若干下がり、植生も灌木類が多生する。

1-5 従来の調査研究及び文献

調査地域内の地質については、従来十分な調査が行なわれて居らず文献に乏しい。併し、昭和48年5月から開始された UNDP - INGEOMINAS による第1次広域調査によって初めて組織的な調査の光が当てられた。その調査は広域的な地化学探査を主体として地質概査を行ったもので、その結果本地域内の Telembi 川及び Gualcala 川上流にて、銅、モリブデン、鉛、

亜鉛のアノマリー地帯を発見し、第2次調査推薦地区9ヶ所を抽出している。併し乍ら、現地調査には交通、気候条件に大きな制約があり、装備、人員等に少なからぬ費用を要することと他の有望地域のプロジェクトが優先したため、第2次調査は実施されず、アノマリー地域の詳細は不明のままとなっている。又、現地は雨期が長く、常に雲量が多いため、空中写真撮影も進んで居らず地形図が未完成で、アノマリー地帯の正確な位置が把握されないうちとなっている。

昭和54年9月、本調査に先立って実施された鉱物資源開発計画調査は、UNDP-INGEOMINASによる調査報告書(1977)、「コロンビアの鉱物資源」(1978)並びに現地調査の結果等を総合してPiedrancha地域に対し、次のような結論を出している。

“次の事由により金、銀、銅、鉛、亜鉛、モリブデン鉱床賦存地域として非常に興味ある地域と判断される。

- i) UNDP-INGEOMINAS調査による銅、モリブデン、鉛、亜鉛アノマリーが多数存在する。
- ii) 北東部の比較的アクセスの良い地域には多数の金鉱山が存在し、花崗閃緑岩体のあとに貫入した石英斑岩類に伴って鉱化作用を受け、銅、鉛、亜鉛を伴っている。
- iii) 以上の鉱徴地はNW-S E系の数本のほぼ平行な破砕帯に関係した配置をなし、規模の大きな鉱床を作り得る地質環境にある。”

更にこの地域の調査方針として、3ヶ年の調査方式を示し、調査用地形図の作成、主要河川沿い川砂試料採取による地化学探査、地質概査、既存鉱山の鉱床地質調査を第1年次作業とし、以下物理探査、試錐探査の段階的適用を薦めている。

当地域の地質的文献は、他に直接的なものは無いが、調査地域内に広く分布する白亜紀塩基性火山岩類については若干の論文があり、それらの内特に参考としたものを含め、参考文献として下記に列挙した。

参 考 文 献

- Anglo, R.C., 1978. Recursos Minerales de Colombia. INGEOMINAS Report.
- 国際協力事業団, 1980. コロンビア共和国鉱物資源開発計画調査報告書
- Lipeltier, C., 1964. A Simplified Statistical Treatment of Geochemical Data by Graphical Representation. Economic Geology, Vol. 64, pp. 538-550.
- Lozano, D.B., 1979. Geology of the Central Western Cordillera, West of Buga and Roldanillo, Colombia. INGEOMINAS, Colombia.
- Londale, P., Klitgord, K.D., 1978. Structure and Tectonic History of the Eastern Panama Basin. Geol. Soc. of Am. Bull. Vol. 89, pp. 981-999. July.
- 都城秋穂, 1967. 変成岩と変成帯, 岩波書店
- 都城秋穂, 久城育夫, 1975. 岩石学Ⅰ, 共立出版
- 都城秋穂, 久城育夫, 1975. 岩石学Ⅱ, 共立出版
- NACIONES UNIDAS, 1977. Proyecto de Metales Basicos en las Cordilleras Central y Occidental.
- 日本鉱業会地化探研究会編, 1979. 地球化学探査ハンドブック第1編, 日本鉱業会

Paris, G.Q., Marin, P.A., 1979. Generalidades Acerca de la
Geologia del departamento del Cauca.
INGEOMINAS Report.

Stibane, F.R., 1975. The Encyclopedia of World Regional
Geology, Part I. Colombia pp.245-250.

The Society of Mining Geologists of Japan, 1980.
Granitic Magmatism and Related
Mineralization. Mining Geology Special
Issue, No 8.

第2章 簡易水系図作成及び写真地質解析

2-1 簡易水系図作成

調査地域一帯は年間を通じ非常に雲量が多く、空中写真は僅か1系列11枚が、東部の一部をカバーするのみで、地形図もない。併し乍ら、本地域の如く地形急峻にして人跡希な地域が大部分を占め、種々の危険性の高い地域の現地調査には出来るだけ確度の高い地図が不可欠である。そのため、既存の入手可能なすべての資料を使用して調査用地図として5万分の1「簡易水系図」を作成した。そのために使用した資料は次の通りである。

- (1) ランドサット画像 : 縮尺25万分の1, 2種類入手, 主として主要河川の位置を確定。
- (2) レーダー写真 : 河川の支流, 尾根線等ランドサットよりも細かい地形を読み取る。
- (3) 空中写真 : 東部, ほぼ中央部を撮影した11枚の空中写真により, 東西約7 km X南北約24 kmについて空中写真地形図を作成。
- (4) 10万分の1水系図 : レーダー写真から, コロンビア地理院作成。東部は, 隣接する10万分の1地形図「PASTO」と接続しており, 東部の経距線位置を使用した, 西部はやゝ不正確。
- (5) 鉾山分布図 : Pasto 鉾山局作成(50万分の1)。
沢名, 鉾山所在地の参考に使用。

(資料の詳細は2-3使用資料に後記)

以上より5万分の1簡易水系図を作成した後, 2.5万分の1の拡大図を現地調査に携行し, 調査整理に使用した。又, 現地調査により発見された水系図の誤りは, 調査後修正を加えた。

尚, 東部中央部の地形図は, 50 m毎の等高線を記入したが, 空中三角法に使用した基点は, 高度計による標高が判っている3点を使用したのみなので誤差の多いものである。今後, 空中写真撮影面積を増加し, 正確な地形図を作成することが必要である。

2-2 写真地質解析概要

本写真地質解析作業は, 調査対象地域(面積約1,000 km²)に於ける地質及び地質構造を判読し, 第1年次に行なわれる現地地質調査のコンパイルーションのための重要な資料の一つとすることを目的として実施した。

本地域は, 年間を通じて雨量の多い所で, 常に厚い雨雲に覆われ晴天が少ないため, 極く一部の場所を除いては航空写真が撮影されておらず, 従って地形図も完成していない。また, ランドサット画像においても同様に雲が障害となって, ほとんど写真判読が出来ない。このため, 本写真地質解析は, 主としてレーダー写真(縮尺1:250,000及び1:100,000)を使用して行ない, ランドサット画像(縮尺1:250,000, ポジカラー及び白黒プリント), 及

び調査地域東部の限定された地域については11枚の空中写真を地質判読の補助として部分的に利用した。

レーダー写真は、光学系を利用する航空写真と異なり、厚い雨雲さえも突き通す電波（マイクロウェーブ）を利用して得られたものであり、写真上での陰影効果から、地形の起伏が強調されるため、断層等の地上示徴を判読し易い等の長所があるが、その反面、電波が届かない山影のような部分では、影となってしまい全く情報が得られないという欠点がある。レーダー写真解析図（PL. 2, 縮尺1:100,000）における空白部分は上記の理由で影となった箇所である。

解析の結果、当地域の地質は、既存の地質資料との対比によって、白亜紀～新生代の堆積岩類、火山砕屑岩類、溶岩類、花崗岩類などから成る14単元に区分される。（PL. 2, レーダー写真解析図, 縮尺1:100,000参照）

解析結果を要約すると次の通りである。

- (1) 当調査地域は、大別して火山砕屑岩類、溶岩類が厚く堆積する西部地区と、白亜系堆積岩類、花崗岩類が広く分布する東部地区に分けることができる。
- (2) レーダー写真上でリエアメントとして抽出された線構造の多くは、その規模の大きさからみて断層の地上示徴であると判読される。西部地区においては、NE-SW系の断層系が著しく発達しており、この断層系と斜交するNW-SE系の断層系も約7km程度の間隔で存在している。

既存の鉱床あるいは鉱徴部は両断層系の交会部付近に多く見られ、全体としてNE-SW系の断層系に沿って分布していると考えられる。このNE-SW系の断層系は、調査地域の内外を問わず、普遍的に認められる広域的な断層系と考えられるが、火山砕屑物から成ると判読される地質単元中ではあまり発達していない。

- (3) 一方、東部地区においては、白亜系堆積岩類を貫くように花崗岩類が広く分布しており、NW-SE系及びNNW-SSE系の断層系が多くみられ、特にVargas川沿いにNW-SE方向に走る断層が顕著である。

2-3 使用資料

本解析に使用した資料は、レーダー写真及びランドサット写真（ポジカラープリント及びポジネガプリント）である。

- (1) レーダー写真

COLOMBIA RADAR MAPPING SHEET No.3

(UNCONTROLLED MOSAIC, 縮尺1:250,000)

同上 拡大写真 (縮尺 1:100,000)

(2) ランドサット画像

識別番号 E-21204-14202 (1978年5月10日撮影)

” E-21330-14262 (1978年9月13日撮影)

(縮尺 いずれも 1:250,000)

(3) 空中写真

写真番号 C1931-323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331,
332, 333 (計11枚)

写真縮尺 約1:30,000

2-4 解析手順

(1) レーダー写真

判読に使用したレーダー写真は、9枚のストライプ状レーダー写真を貼り合わせて作られたモザイク写真(縮尺1:250,000及び1:100,000)である。このうち、縮尺1:100,000のレーダー写真は、細部をより詳しく観察するために、縮尺1:200,000のレーダー写真を拡大することによって作成した。

判読作業は、一般の航空写真の場合と同様に、写真の階調、肌理、模様、水系、地形の起伏等の各判読要素に注目しながら、同一の写真特性、及び地形的特徴を有すると見なせるそれぞれの単元に分類する作業と断層・破碎帯等の地質構造と密接な関係を持つ線形模様(リニアメント)あるいは環状模様を抽出する作業から成っている。

判読に使用したレーダー写真では、立体視ができないため、地形の起伏の判断は、主として写真上での陰影及び水系によった。

地形の起伏や地表面の凹凸の程度は、一般にそれを形作る岩石の侵食に対する抵抗力あるいは地質構造などと深い関係を持っているが、レーダー写真上ではこれが階調の濃淡変化とか、肌理の差異、あるいは陰影となって表現される。また、地表面を刻みながら流れる河川の形作る模様(水系模様)も岩石の種類、地質構造などに対応して様々な形態を示すことが知られている。

断層あるいは、破碎帯等の地上示徴としての地形起伏変化が認められる場合、レーダー写真上では、連続的な陰影パターンとなって表現されるので比較的容易に抽出することが可能である。

実際の作業では、縮尺1:100,000のレーダー写真上にオーバーレイを重ね、トレーシングボード上で透かしながら写真を観察し、観察結果をオーバーレイにトレースする手法をとった。また、全体的な特徴を捉え易くするために、縮尺1:250,000のレーダー写真とランドサット画像とを比較対照しながら作業を行なった。

(2) ランドサット画像

調査地の大半が常時雲に被われているため、ランドサット画像による調査地域全域の観察は不可能であった。そこで観察可能な地域についてリニアメントの抽出を行ない、レーダー写真解析の補助データとした。観察に用いた画像は、1978年5月と1978年9月にそれぞれ撮影された2シーンのMSS画像である。各シーン毎に縮尺1:250,000のBand 4, 5, 及び7から成る偽似天然色合成画像と、Band 5の白黒画像を作成し両者を偽似立体視することによって、リニアメント抽出を行なった。

(3) 空中写真

東部の限定された地域の解析しか出来なかったが、写真上での岩質区分と断層の読み取りを行ない、その結果は、レーダー写真解析結果と合わせてPL.2にまとめた。

解析手順は、7枚の連続する空中写真から相隣る2枚ずつをそれぞれ、ステレオスコープを使用して立体観察した。レーダー写真と空中写真との位置的な照合は、水系を基準として行なった。

2-5 地質単元

判読した地質単元を、V(火山岩及び火山砕屑岩類)、G(貫入岩類)、M(主として火山岩類)、S(堆積岩類)の記号を付し、以下に詳述する。

(1) 単元V₃

本単元は、調査地域内には分布していないが、Guabo川とTelembi川に挟まれ、調査地域の北西端から平野部に至るまでの約20km間に広く分布している。地形的には、調査地を含む山岳・丘陵地の山麓(piedmont)を成しており、数多くの並行河川群が発達しており、所々に山麓沖積面(piedmont alluvial plain)の名残りらしき台地が見られる。このような地形的特徴から、本単元は、火山砕屑物(volcaniclastic material)を含むalluvial depositsから成るものと判読される。

(2) 単元V₄

本単元は、Piedranchaの西方、Guabo川の南側尾根筋に局部的に分布する。後述の単元S₄を不整合に被っているが、大半は侵食により洗い流され、現在みられるものはその残留物と考えられる。写真上では非常に明るい階調と滑らかで細かい肌理を示し、地形上の起伏も穏やかである。

恐らく、pyroclastic materialから成るものと判読される。

(3) 単元V₅

本単元は、調査地域の西端部からAltaquerの西方及び南西方向に広く分布している。写真上の特徴は、明るい階調と比較的滑らかな肌理を示す。水系はあまり発達していないが、

全体的に、平行～準平行状の水系パターンがみられる。地形の起伏は比較的穏やかである。V₃と同様に、Guabo 川の南側に分く分布する单元 S₄ を不整合に被覆しているが、V₃との層序関係は不明である。岩質的にはV₂と同様のものが考えられるが、主として集塊岩あるいは凝灰角礫岩に類する火山、碎屑物より成ると判読される。

(4) 单元 V₂

本单元は、本調査地域の北西、Ñambi 川の上流域に分布す。Junin 付近より北東方向へ流れ下る Ñambi 川の支流域では川沿いに本单元が巾約 3 km、長さ約 12 km にわたり細長く露出しているが、その周囲では单元 V₃ によって被われている。写真上の特徴は、比較的滑らかできめの細かい肌理を示し、地形起伏は穏やかである。水系は平行～準平行状のパターンが多く見られる岩質としては、細粒の火山碎屑岩ないしは、細粒塊状の泥質岩などが考えられる。

(5) 单元 V₁

本单元は、Piedrancha 東部及び Santa Cruz 南東部に広く分布している。写真では、粗い肌理と深くえぐられた谷に沿ってみられる陰影、大きな地形変化などが特徴的である。水系は非常に不規則であるが大きな谷だけに注目すれば平行～放射状パターンがみられる。ランドサット画像では本单元における植物の成育が比較的悪く、放射状に流動した形跡がみられることなどから、本单元は溶岩及び、Pyroclastic material から成るものと判読される。

(6) 单元 G₃

本单元は Altaquer の南方 8 km、Cuayauer の南西 6 km のところに局地的に露出する小岩体であり、丸みを帯びた小高い丘を形作っている。滑らかな肌理を示し、隣接する单元 S₃ の粗い肌理と対照的である。单元 V₃ 中から突き出すような形態を示すことから貫入火成岩類であろうと判読される。

(7) 单元 G₂

本单元は、調査地域東部の La Esperanza 周辺に分布する。写真上では丸みを帯びた地形と明るい階調、滑らか～やや粗い肌理が特徴的である。全体的に塊状で、水系の発達が悪い。所どころに、細かなリニアメントが見られることなどから、花崗岩類の特徴を呈しているが、既存の資料によっても花崗岩類の分布域に相当している。

(8) 单元 G₁

本单元は調査地域最北端、Cristal 川の北側に位置する。南北 8 km、東西 6 km の環状構造の核を成しており、その大きさは南北約 4 km、東西約 3 km である。環状構造内側の水系は、全体として求心状パターンを示すが本单元 G₁ 内においては、おおむね直角に折れ曲りながら流下する rectangular パターンを示す。このことは、本单元 G₁ 内において裂かあ

るいは断層などが発達していることをうかがわせるものである。求心状パターンを示す水系のうち、上記水系以外のものは、本単元G₁の輪かくに沿って流下する。この様な構造的状況から本単元G₁は貫入花崗岩類ではないかと判読される。

(9) 単元M₂

本単元は、調査地域の最北端より始まり北方に広く分布している。非常に不規則な地形を呈するが全体として比高は小さい。単元G₁を含む環状構造の北方約4 kmの地点では、単元S₃を本単元M₂が被覆していると判読される。同環状構造の西北西約12 kmの地点にも直径約3 kmの環状構造が存在し、カルデラ状の地形を呈している。本単元は、岩質的に単一のものではないが、単元M₁の写真特性とよく似た不規則、塊状の形態を示すことから主として火山岩類より構成されているものと推定される。

(10) 単元M₁

本単元は調査地域の西部、Rio Gualcalca周辺とRio Guabo北側に分布する。不規則で変化に富んだ地形を呈し、肌理はやや粗い。水系は、樹枝状～平行状と変化に富んだパターンを示し、Rio Gualcalcaのように大きい蛇行を示すものも見られる。全体として層構造はみられず、塊状である。又、本単元の分布する地域では、NE～SW系の断層が発達していることなどから、岩質、地質構造上の複雑性がうかがわれる。

平面的な位置関係では、本単元は単元V₃によって南北に分断された形になっていて、単元V₃が本単元を被覆している可能性もある。全体的に本単元は単元M₂に類似した特徴を示すことから、恐らくは主として火山岩類(溶岩類)から成るものと判読される。

(11) 単元S₄

本単元は、調査地域の中央部よりRio GualcalcaとRio Vargasに挟まれた位置に分布している。地形的には層構造を反映しているとみられる小刻みな起伏変化を繰り返しながら、全体として底の浅い盆地を形成している。水系はやや求心的な準樹枝状パターンを示す。周囲をNE-SW系とNW-SE系、NNW-SSE系の断層によって囲まれながら、単元M₁の中に孤立する形で分布する。現地踏査の結果、本単元の西半分が主として凝灰質砂岩が確認されている。

(12) 単元S₃

本単元は、調査地域の東部及び、Piedranchaの西方Guabo川流域に広く分布する。写真上では層構造を反映しているとみられる小刻な起伏変化に起因する規則的な濃淡変化が特徴的である。水系は樹枝状パターンが支配的で一部に準平行状パターンもみられる。層理の発達した堆積岩類と判読されるが、現地踏査では粘板岩ないし泥岩を確認している。

(13) 単元S₂

本単元は、調査地域の東方Samaniego付近をNE-SW方向ないしNNE-SSW方向に

走る Pacual Fault の西側に南北に細長く分布している。单元 S₃ でみられるような規則的な濃淡模様を示さず、その代わりに平行状～準平行状の水系パターンが顕著である。恐らく細粒の massive な堆積岩類あるいは火山岩類が優勢であろうと判読される。

(4) 单元 S₁

本单元は Pacual Fault の東側に分布する。細やかで不規則な地形変化と樹枝状の水系パターンが特徴である。本单元の南部では单元 V₁ によって被われている。恐らくは主として argillaceous な岩石で構成されているものと判読される。

2-6 地質構造

本調査地域には、大～小規模の断層の地上示徴とみられるリニアメントが数多く認められ、特に NE-SW 系及び NW-SE 系をいし NNW-SSE 系のリニアメントが卓越している。これらのリニアメントは、堆積岩類、溶岩類の分布域では顕著であるが、花崗岩類、火山砕屑岩類の分布域では少ない。

調査地域の最北端、Decio 部落の西方約 7～14 km のところには、東西径約 6 km、南北径約 8 km の底の浅い盆状地形が存在し、その中心部には東西径約 3 km、南北径約 4 km の貫入花崗岩類が核を成すように分布している。その地形的特徴から、陥没性の構造である可能性が高い。

同様の環状地形は、調査地域の北西部を NE-SW 方向に走り Junin 部落付近を通る断層系上、Junin より約 35 km の地点にも見られる。また、調査地域の中央部、La Esperanza 部落より北西方向に約 8～13 km の所にも南北約 11 km、東西約 5 km の細長い盆状地形がみられる。これは、陥没地形ではなく、周囲と岩質の異なる岩体の孤立によって形成されたものではないかと推定される。

地層の一般走向に関しては、全体的に判読が困難であるが、以下にその概要を述べる。Samaniego 部落から Santa Cruz 付近にかけて大規模な断層 (Pacual 断層) が走っているが、NE-SW 系のこの断層は、Samaniego 部落付近で NNE-SSW に向きを変え、同部落と Santa Cruz 部落の中間点付近で再び NE-SW 方向に伸びている。既存の資料によれば、この断層を境として西側では白亜系輝緑岩及び堆積岩類が、東側では白亜系安山岩質岩類及び堆積岩類が、それぞれ断層沿いに帯状に分布しているが、これらの走向は Pacual 断層の方向とよく一致している。

調査地域の東部に分布する白亜系堆積岩類の一般走向は、地表踏査の結果ではおおむね NNE-SSW となっており、急傾斜を示すものが多い。これに対して調査地域中央部付近に孤立している单元 S₄ においては、レーダー写真上の地形的特徴から、かなり緩傾斜の地層が推定される。

調査地域の西部地区においては全体的に塊状であり，層構造は認められない。

調査地域東部地区に分布する花崗岩類は，La Esperanza 部落周辺にみられるような大規模なもの他に，小規模な Boss 状の Stock 形態を示すものが散在し，火成活動の激しかったことがうかがわれる。

Table 1 Photogeological Interpretation Chart

UNIT	PHOTO CHARACTERISTICS (TEXTURE)	TOPOGRAPHIC CHARACTERISTICS					INFERRED LITHOLOGY
		DRAINAGE		RESISTANCE	L INIAMENT	BEDDING	
		PATTERN	DENSITY				
V ₅	rough partly smooth	fan-like, meander	coarse	very weak	rare	none	alluvial deposits
V ₄	smooth	-	rare	very weak	none	"	pyroclastic materials
V ₃	very smooth	parallel ~ sub-parallel	very coarse	medium ~ high	rare	"	pyroclastic materials (agglomerate ~ tuff breccia)
V ₂	smooth	parallel ~ sub-parallel	medium	weak	few	"	volcaniclastic materials, argillaceous rocks
V ₁	rough	radial ~ parallel	coarse	high	rare	"	lavas, pyroclastic materials
G ₃	smooth	centrifugal	medium	very high	none	"	granitic rocks
G ₂	slightly rough	centrifugal	coarse	very high	many	"	intrusive rocks
G ₁	rough	rectangular	coarse	medium ~ high	few	"	intrusive rocks
M ₂	rough	dendritic	dense	medium	many	"	mainly volcanic rocks
M ₁	rough	dendritic ~ parallel	dense	medium	many	"	mainly volcanic rocks
S ₄	very rough	centripetal ~ dendritic	dense	medium ~ weak	rare	clear	sedimentary rocks, mainly tuffaceous sandstones
S ₃	very rough	dendritic ~ sub-parallel	dense	weak	many	clear	sedimentary rocks (slates ~ mudstones)
S ₂	rough	parallel ~ sub-parallel	dense	weak	few	vague	sedimentary rocks, and/or volcanic rocks
S ₁	very rough	dendritic	dense	weak	rare	vague	sedimentary rocks, mainly argillaceous rocks

第3章 地 質

3-1 コロンビア南西部の地質概況

コロンビア全体の地質は大きく分けて東部の Guayana Shield (ギアナ楯状地) と中央及び西部に分布する古生代以降の Andes 造山帯とからなる。Guayana Shield は Brazilian Shield (ブラジル楯状地) と共に、南米大陸の中核をなすもので、Andes (アンデス) 造山帯は Guayana Shield の西北部に発生した地向斜帯が褶曲・隆起を繰り返して形成されたものである。

調査地域の位置するコロンビア南西部 Narinõ 県では、北部で3列に並ぶ山系が南に下がるに従って接近し、東西約150 kmの幅を持つ高原地帯を形成している。その中央部は主として古生層よりなり、東西両側に白亜系及び第三系が分布する。但し、西部はユウ地向斜型の塩基性火山岩類及びその上部に堆積した頁岩・砂岩類が変成した粘板岩、珪岩等よりなり、東部はミオ地向斜型堆積物即ち砂岩・礫岩・頁岩・石灰岩等よりなる。

南西部地域は第三-第四紀の塩基性乃至中性火山活動の噴出物により被覆されている所が多いためと、地質調査が全般的に遅れているため、地質構造の詳細はまだ明かになっていない。併し、Narinõ 県に北接する Cauca (カウカ) 県については G.Paris, P.Marin (1979) の報告書があり、一般的に地質構造が南北性であり、今年度調査対象地域の延長に当るので参考に出来ることが多い。

調査地域を占める緑色火山岩類、堆積岩類及び貫入花崗岩類は、Cauca 県西部に分布する白亜紀の Diabasas (ディアバサス) 層群と Dagua (ダグア) 層群及び第三紀貫入石英閃緑岩類に対比される。Diabasas 層群は、塩基性火山岩類と火山岩、堆積岩の互層からなり、Dagua 層群は粘板岩、千枚岩、珪岩等の低度の変成岩類に命名されている。Dagua 層群は Diabasas 層群のやゝ下位、乃至同時異相と考えられている。花崗岩類は花崗閃緑岩、石英閃緑岩、閃緑岩等岩相変化に富んだ第三紀中期の貫入岩類で、多数の岩体がある。尚、この地質構成は、西部山脈-太平洋側山麓の東西幅約70 kmにて南北に連続し、北方約600 kmには Cerro Pantanos 斑岩銅鉱床地帯があり、南方エクアドルでは Chaucha (チャウチャ) 斑岩銅鉱床が知られている。

3-2 調査地域の地質概要

3-2-1 緑色火山岩類

本岩類は調査地域の中央部から西部一帯に亘る広大な地域と、調査地域の南東部に狭い露出を示して分布している。

構成岩石は、暗緑色乃至暗灰色の中粒-細粒の安山岩及び玄武岩溶岩、同質岩脈・岩床及び

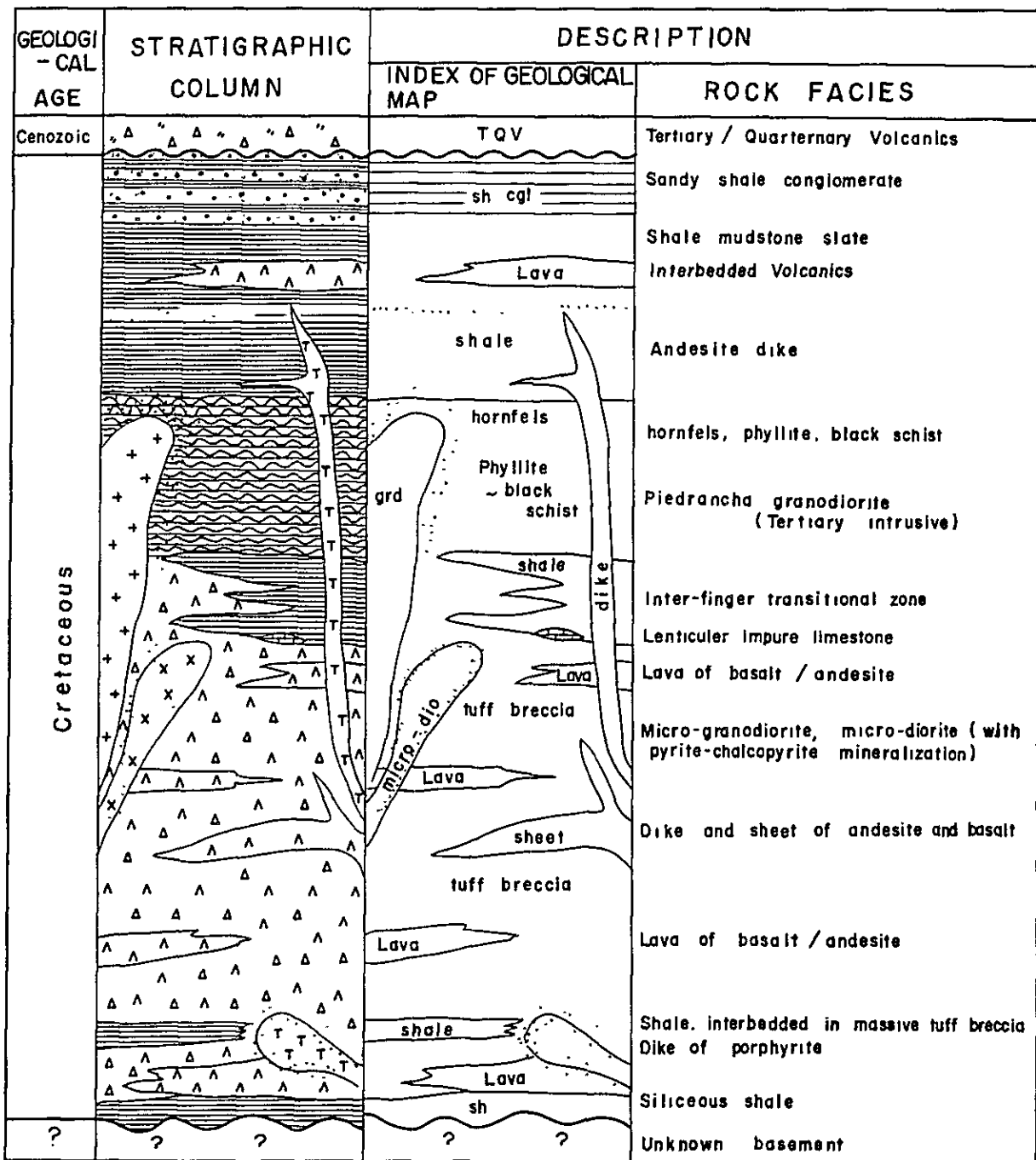


Fig.2 Schematic geological Column of the surveyed area

同源質の凝灰角礫岩から成る。

緑色火山岩類中の挟みとして、Telembí (テレンビ) 川中下流域に緑色凝灰質砂岩、頁岩 (層厚 80 m) Gualcala 川中流域支沢中に黒色頁岩、粘板岩 (層厚 5 m 程度、4 層) 等が観察される。

又、調査地域西部の Ramos (ラモス) 川上流域では帯青色珪質頁岩が河床に露出するが、狭い分布のため緑色火山岩類中の挟みなのか、下盤地層であるのか不明である。本緑色火山岩類は一般に塊状無層理で流域毎の対比は困難である。

本岩類中で最も広く分布する凝灰角礫岩は、礫サイズ 5 cm - 80 cm 大の同源質亜円礫から構成される。

鏡下では、斑晶として淡褐色の普通輝石と斜長石が普遍的に見られ、輝石の一部或いは全部が緑泥石や緑簾石に変わる弱い変質作用を受けている。角閃石は極めて少ない。斜長石は殆んどアルバイト化した 0.3 mm ~ 0.7 mm の短冊状結晶を示し、累帯構造が認められるのは僅少である。石基は斜長石、磁鉄鉱を主とし、一部に石英、アルバイト化した斜長石及び火山ガラスを含む。岩石試料 1557 は石基にも比較的多量に普通輝石を含み、かつ石英が認められず、かなり塩基性の岩相である。

本岩類は花崗岩質の貫入部周辺では接触変成鉱物を生じている。安山岩乃至玄武岩は泥質岩に比べて熱に対する再結晶の反応が敏感ではないのが普通であるが、本地域では緑泥石、方解石、緑簾石、黒雲母普通角閃石 (一部陽起石の可能性あり) 等が変成鉱物として生成している。

花崗岩質貫入岩による鉱化変質の著るしい所では、本岩類は黄鉄鉱、黄銅鉱を伴い、斜長石が絹雲母化や緑簾石化を受けている。斜長石の変質は、始め結晶の割れ目に沿って微小の絹雲母の鱗片を生じ、変質が進むにつれて、結晶全体に亘って絹雲母が生成し、一部に方解石の微小結晶や細脈が発達する様になる。

本岩類は、調査地域内において最下位の地層を構成しており、INGEOMINAS 公刊の 100 万分の 1 コロンビア地質図幅では、西部山脈の両翼を占める白垂系火山岩類の一部に該当する。又、調査地域北方に接続する Cauca (カウカ) 県の地質説明書では、本岩類に相当する塊状変火山岩及びその上位にくる変火山岩を挟む頁岩層を含めて Diabases 層群と呼称している。この上部 Diabases 層群の中に Conician 期を示す放射虫の化石が含まれているため、変火山岩の卓越する下部層を含めて上部白亜紀に相当すると考えている。また、本岩類は、コロンビア北西部に分布する Cañasgordas (カニヤスゴルダス) 層群と対比され、南方エクアドルでは塩基性火成岩類と対比されるが、夫々の絶対年代測定では $110 \pm 10 \text{ my}$ と $54 \pm 5 \text{ my}$ と大きな差のある結果が報じられて居り (Goossens, P.J., et al. 1973), 今回 Vargas 流域にて採取せる緑色火山岩 637 の年代は $29.9 \pm 1.7 \text{ m.y.}$ を示した。併し、この結果は原岩が熱変質作用を受けて居るのでその時代を示していることも考えられ、将来新鮮なサンプルを再

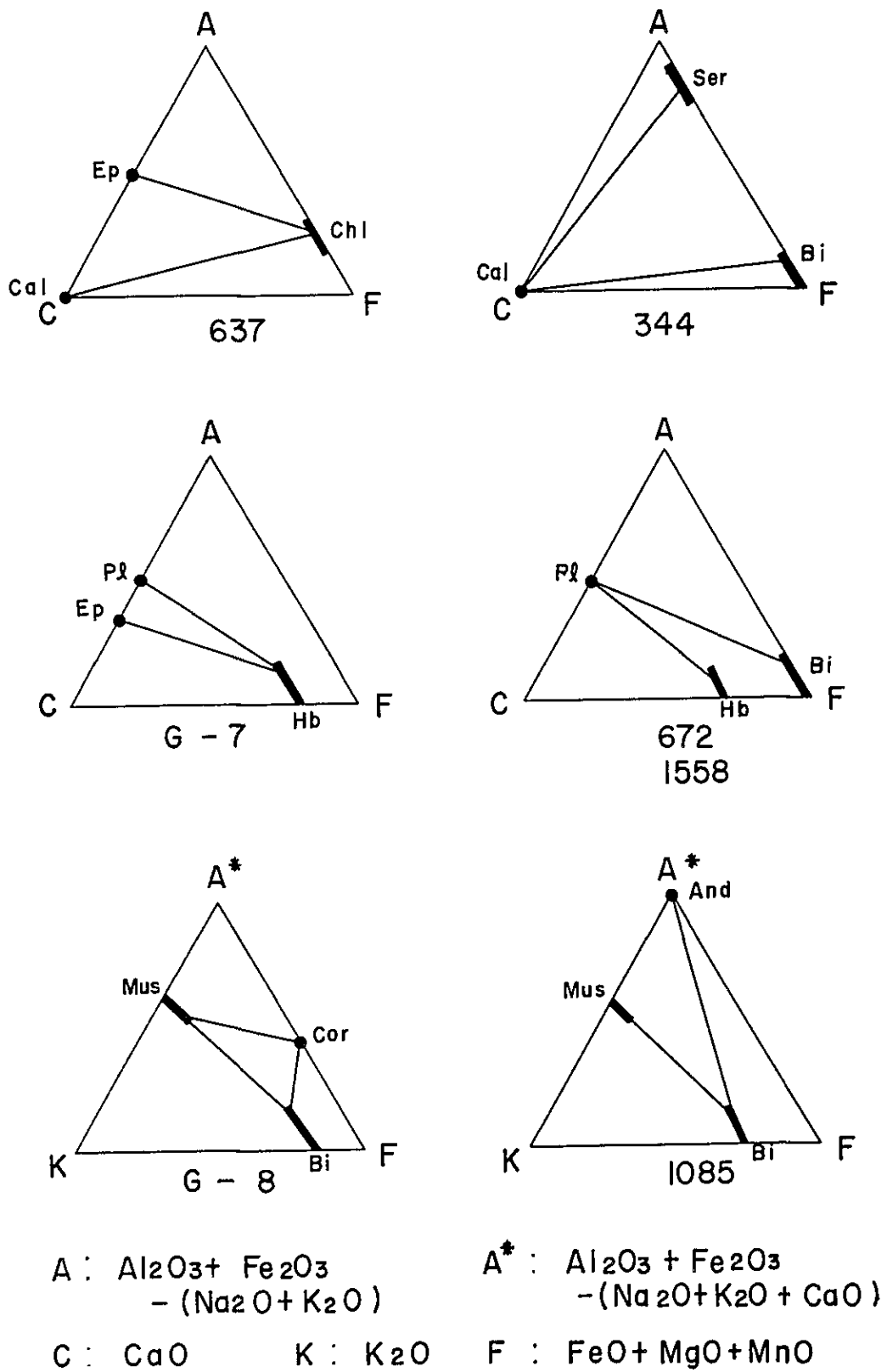


Fig. 3 ACF and AKF diagrams of contact metamorphic mineral assemblages in the aureole of granitic intrusives

分析する必要がある。

3-2-2 堆積岩類

本岩類は調査地域東半部に分布しCristal(クリスタル)川, Vargas(バルガス)川の中一上流地域によく発達している。

構成岩石は, 黒色頁岩, 粘板岩, 細粒砂岩, 黒灰色石灰岩及びそれらの弱変成岩等より成るが, 場所により岩相が変化する。即ち, 中央部では黒色頁岩が卓越しているが, Vargas川上流, Cristal川上流及びAlto Pacual(アルト・パクアル)に近い西斜面では, 頁岩層に細粒-中粒砂岩の他, 礫質部を挟むようになる。又, Telembi川中流域の緑色火山岩類との境界部付近に厚さ約10mの黒灰色石灰岩が見られる。

本岩類の一般的走向はNS-N30°E, 傾斜は50°-80°東落しが卓越している。

本岩類中には, Piedrancha花崗閃緑岩が貫入し, 周囲の頁岩に幅500m-1500mの紅柱石の斑状結晶を多量に含む接触変成帯が形成されている。鏡下では更に黒雲母が再結晶し共生しているのがみられるが, 他形結晶が多いことから, この地域の頁岩は Al_2O_3 に富み紅柱石, 黒雲母の順に再結晶したものと推定される。貫入岩体の近傍では温度が上昇しているため, 黒雲母の結晶度が良好になり, かつ再結晶鉱物の粒度が大きくなるとともに, 堇青石が生成し, 例えば岩石試料G-8の様な堇青石-白雲母-黒雲母ホルンフェルスが出来ている。これは変成相系列における角閃岩相に属する。原岩が普通の頁岩よりもやゝ石灰質の岩石試料M344では最も低変成度のホルンフェルスの鉱物組合せである黒雲母-方解石-絹雲母となっている。本岩類の層序は, 下位から上位へ層厚約10mのレンズ状黒灰色石灰岩, ついで層厚少くとも2,500mを越す黒色頁岩の厚層となる。黒色頁岩は一部粘板岩状となっており, 上位層準では細粒-中粒の砂岩を挟在する。砂岩の一部には多量の礫を含む。

本岩類は, 前項の緑色火山岩類とは指交関係を示しながら漸移し, 基底部では頁岩中の挟みとして緑色凝灰岩が多いが, 中・上位では, これが全く消滅する。本岩類は黒色頁岩が卓越し, 時代を決定する化石試料を発見できなかったが, 前項の緑色火山岩類と同上資料により, 上部白亜紀のDiabases層群に相当するものと考えられる。

3-2-3 酸性・中性火成岩類

酸性-中性で半深成-深成岩類は調査地域全般にわたり大小の規模の岩体となって分布するが, その中で地域南部Piedranchaより北東に伸長した岩体が地域内最大でフィールドではPiedrancha花崗閃緑岩と呼称している。

岩体の規模は短軸方向に最大10km, 伸長方向に35km以上を有し, 主に堆積岩類(黒色頁岩)中に貫入している。中粒-粗粒完晶質角閃石-黒雲母花崗閃緑岩で六角板状黒雲母自形結晶及

び柱状角閃石を多量に含む。岩体は粒度、岩相ともにほぼ均質で変質は殆んどない。しかし Telembi 川あるいは Vargas 川流域では岩体西縁の一部に角閃石の規則的配列が観察される。この花崗閃緑岩の顕微鏡的特徴は、岩石試料 0-60 の薄片顕微鏡観察記載に見る通りである。

すなわち、淡緑褐色の黒雲母、2 mm 士の淡褐緑色角閃石の鉄苦土鉱物、斜長石 (andesine)、石英、及び少量の正長石を含む。又、本岩の全岩化学分析値よりノルム計算を行なった結果を Table 3-B に示す。ノルムの石英-斜長石 (アルバイト+アノーサイト)-正長石モル比率を計算し、USGS の花崗岩類分類ダイアグラムにプロットすれば“花崗閃緑岩”にプロットされる。又、他の花崗岩類の化学組成と比較して FeO に乏しいことが特長となっている。岩石試料 0-24, 0-25 は Piedrancha 花崗閃緑岩体の西方にある El Tabano (エル タバノ) 金山付近のストック状花崗岩質岩石であるが、鏡下でみられる岩石学的性質は本質的に Piedrancha 花崗閃緑岩と同じである。ただし岩石試料 0-25 は花崗岩質マグマの更に分化した最終固結物で正長石や微斜長石を含み、文象構造が発達する。

Canellera (カネレラ) 岩体は Piedrancha 岩体の伸長方向の北東延長上に径 7 km の円形をなして分布し、角閃石に富む粗粒完晶質閃緑岩である。本岩は岩石試料 0-15 に代表されるが、一般に黒雲母に乏しいか全く含まない。これは同岩石の化学組成中の K_2O が他の Piedrancha 花崗閃緑岩などと比較して低いことと調和している。岩石試料 0-17 は斑状組織をもつ岩脈で二次的生成物と思われる褐色黒雲母を含む。本岩は黄鉄鉱と少量の黄銅鉱を伴う鉱化作用を伴っているが、周縁部に鉱化が強く、中心部は比較的新鮮である。Canellera 岩体北西方、Maisal 付近にも細粒閃緑岩質小岩体が分布する。針状角閃石を含むが黒雲母は含まず、鉱物組合せの点で Canellera 岩体に類似する。

地域西部の緑色岩卓越地域にも岩体が貫入している。一つは、Santa Rosa 川付近に分布する 4 km × 1 km 程の規模をもつ。又、Ramos 川流域にも 3 km × 2 km の範囲で分布している岩体がある。両者とも黄鉄鉱及び黄銅鉱、又は黄銅鉱-輝水鉛鉱の鉱化作用を伴うため重要である。鏡下での観察によれば、Santa Rosa の貫入岩は初生有色鉱物がほとんど全て変質されており緑泥石や絹雲母を生じている。残存鉱物にも黒雲母は認められない。

一方、Ramos の貫入岩体では斑状組織が顕著で淡緑色黒雲母を含んでいる。

最近提唱されている世界の造山帯の花崗岩の分類の一つに ACF 図表を使った試みがある。(WHITE CHAPPELL 1974, 1977) これにプロットすれば、本地域の花崗岩質岩はすべて明らかに I 型に入る。また $Al_2O_3 / Na_2O + K_2O + CaO$ 分子比も 1.1 以下で I 型に属する。CHAPPELL の分類は主として成因の違いを強調している。I 型は火成起原物質とし、反対に S 型とは堆積岩などシアル質起原物質を起源としているとされている。鉱床の関連としては、I 型は従来モリブデンや銅鉱床の母岩となり、S 型は錫鉱床を胚胎するなどの差異をもつと言われている。

Table 2 Age-determination of Igneous Rocks

Sample No.	Locality	Rock Name	Mineral	Ar ⁴⁰ ppm	K ⁴⁰ ppm	40ArR/40K	Age M.Y.	Remarks
0-15	Rio Canellera	Quartz diorite	hornblende	0.001558	1.010	0.001541	26.2±1.5	
0-17	ditto	Hornblende-biotite grano-diorite	hornblende	0.001520	0.902	0.001684	28.6±1.7	dyke rock
637	Rio Vargas	Basic hornfels	whole rock	0.001890	1.069	0.001766	29.9±1.7	metamorphosed green volcanic rock

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

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

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

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

Table 3-A Results of Complete Analysis of Rock Samples

Sample No.	0-15	0-17	0-60	1385	637
SiO ₂ weight %	56.98	53.97	63.22	59.54	48.32
TiO ₂	0.51	0.61	0.52	0.38	0.63
Al ₂ O ₃	19.10	18.35	16.49	17.47	12.64
Fe ₂ O ₃	1.72	1.30	3.95	2.59	8.59
FeO	4.79	7.19	1.71	2.48	2.18
MnO	0.20	0.21	0.14	0.18	0.19
MgO	2.12	3.67	2.30	2.15	7.86
CaO	7.63	9.67	5.65	5.88	10.50
Na ₂ O	2.86	2.19	2.59	3.04	2.04
K ₂ O	1.40	1.02	2.38	1.47	0.78
P ₂ O ₅	0.33	0.20	0.16	0.23	0.15
CO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	3.03
H ₂ O ⁺	1.18	0.60	0.55	3.33	2.04
H ₂ O ⁻	0.24	0.03	0.12	0.53	0.21
total	99.06	99.01	99.78	99.27	99.16
FeO*(FeO+Fe ₂ O ₃)	6.49	8.50	5.32	5.04	10.22
FeO*/MgO	2.99	2.28	2.29	2.24	1.26
Na ₂ O/CaO	0.38	0.23	0.46	0.52	0.19
(molecular ratio)					
Al ₂ O ₃ /K ₂ O+Na ₂ O+CaO	0.95	0.82	0.96	1.02	0.54
100xMgO/MgO+FeO*+Na ₂ O+K ₂ O	16.80	24.16	18.40	19.07	38.35
mole percentage { Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ -Na ₂ O-K ₂ O	34.94	28.08	39.67	38.94	24.87
CaO	34.67	34.11	33.47	33.22	34.10
FeO+MgO	30.39	37.81	26.86	27.84	41.03

0-15, 0-17 : granitoids from Canellera
 0-16 : Piedrancha granodiorite from north of Piedrancha
 1385 : granitoid from Maisal area
 637 : basic Volcanic rock from Q. Colon of Rio Vargas

Table 3-B Calculation of Normative Minerals of Rock Samples

Sample No.	0-15	0-17	0-60	1385	637
Q mole %	41.53	25.68	61.28	55.97	25.42
C				1.21	0.0
OR	2.77	1.97	3.86	2.61	1.28
AB	8.60	6.41	6.38	8.20	5.09
AN	23.54	24.29	14.46	16.63	12.79
Sal. total	76.44	58.36	85.99	84.62	44.57
WO	0.37	6.16	0.35	0.0	4.96
EN- DI	0.19	3.14	0.35	0.0	4.96
FS	0.18	3.01	0.0	0.0	0.0
EN- HY	9.62	13.38	8.36	8.92	25.17
FS	9.57	12.83	0.0	2.69	0.0
MT	2.01	1.48	2.94	2.71	3.88
HM		1.39	0.84	0.0	4.43
IL	1.19	0.26		0.80	1.22
AP	0.43			0.27	0.16
CC				0.0	10.64
Fem. total	23.56	41.64	14.01	15.38	55.43
Color index	23.56	41.64	14.01	15.38	55.43
mole percentage [Q	54.33	44.00	71.26	67.10	57.03
[OR	3.62	3.38	4.49	3.13	2.88
[AB+AN	42.05	52.60	24.24	29.77	40.12
AB/AB+AN	26.76	20.88	30.61	49.31	28.47

0-15, 0-17 : granitoids from Canallera
 0-16 : Piedrancha granodiorite from north of Piedrancha
 1385 : granitoid from Maisal area
 637 : basic Volcanic rock from Q. Colon of Rio Vargas

貫入時期は、絶対年代測定により Canellera 閃緑岩 262 ± 1.5 m.y., Canellera 閃緑岩の近傍に出現する花崗閃緑岩岩脈 28.6 ± 1.7 m.y. を得、いずれも第三紀中新世と判明した。

3-2-4 安山岩岩脈

Cristal 川流域に於ける堆積岩類の中や、西部 Ramos 川流域の河岸露頭等に安山岩や玄武岩質岩石の岩脈及び岩床状貫入岩が多数みられる。これらの岩石は石基が隠微晶質で均質緻密であり、斑晶状に輝石、橄欖石、稀に角閃石を含み、一般に暗灰色、時に黒色を呈する。これらの岩脈の露頭で、厚さは薄いものは 50 cm 程度のものがあるが、十数米に達すると思われるものもある。溶岩のような上下の境界に於ける特徴もなく、均質で頁岩質の母岩を切っている所も観察される。併し乍ら、これら個々の岩脈の貫入時期については明瞭な貫入関係を示す露頭がないので判定出来ないが、現時点では緑色火山岩類及び、堆積岩類の堆積中及びその末期の貫入岩脈群と花崗閃緑岩、閃緑岩類の進入後の 2 群に大別されるものと見られる。

3-2-5 新規火山岩類

調査地域内では新規火山岩類の露出は見られないが、調査地域南縁を取り巻くように、Piedrancha 村から Tuquerres 町に至る自動車道路沿いに、山陵部を覆って広く分布する。

調査地域に南接する Piedrancha 村南方、Guabo 川南岸の丘陵部では、新規火山岩類として、下部の粘板岩層及び、それを貫く安山岩、花崗閃緑岩などを被覆して、凝灰角礫岩が露出する。

凝灰角礫岩は風化を受けているものが多く、全般的に灰白色の外観を呈し、礫は直径 1 cm ~ 20 cm の垂角礫状で、安山岩、粘板岩、花崗閃緑岩などの礫を包含しているが、固結度は比較的弱く、全体として粗鬆軟質である。

本岩は、又、礫の配列に規則性が見られず、亀裂の発達も乏しく、塊状で、上記粘板岩、花崗閃緑岩、安山岩を不整合に覆っている。

3-3 地質各説

3-3-1 Cristal 川流域の地質

Cristal 川は調査地域北東部を占め、Samaniego 部落西方約 5 km に南北に連なる標高約 3000 m の分水嶺から西北方に流れ、約 25 km にて Telembi 川に合流する。合流点付近は標高 250 m と低地帯となるため途中の勾配が強く、急流をなす。その中流には Canellera 川、上流には Carrisal 川及び Nevada 川等の主要な支流の他多数の小支流を有している。下流より上流に向い説明を加えれば以下の通りである。

(1) 下流の Telembi 川との合流点から Canellera 川合流点付近迄の地質は広く安山岩質凝

灰角礫岩、安山岩溶岩が分布する。Cristal川とCanellera川の合流点より1.5 km上流の南に遡上するSabaleta(サバレタ)沢では、粘板岩の薄層が見られ走向N50°E, 70°SE落ちである。上流では安山岩溶岩中に花崗閃緑岩の小岩体が貫入している。中粒の角閃石(1×2 mm)・黒雲母・石英・斜長石より成る花崗閃緑岩である。本岩体及び周辺の安山岩溶岩は粘土化し、黄鉄鉱・黄銅鉱の鉱化作用が見られるが、銅鉱化作用は認められない。又、Telembi川とCristal川との合流点より約2 km上流には北東から注ぐVerde(ベルデ), Sergia(セルビア)の2支流があり、この両支流にはさまれた地区の中央部に南北約1 km, 東西約0.3 kmの広がりを持つ安山岩質玢岩が分布する。又、Verde小学校下の小沢には中粒等粒質の閃緑岩様岩石の露頭がある。これらの岩体は、黄鉄鉱(主), 黄銅鉱(従)の鉱化作用を受けており、南部延長相当部がSergia沢では巾2.0 mの強粘土化帯を作り、こゝでも黄鉄鉱, 黄銅鉱(?)の鉱化作用が観察される。

(2) Canellera川は、調査地域北東部のほぼ中央に所在する。地質は、Canellera川下流には凝灰角礫岩、中流には黒色頁岩、粘板岩等が露出し、上流一帯には大規模な閃緑岩体が分布する。

凝灰角礫岩は数cmから数十cmの大小種々の安山岩、玄武岩、輝緑岩等の礫を多量に含む緑色に変質した凝灰岩で、無層理・塊状である。中流の黒色頁岩層は走向南北乃至16°北東でほぼ垂直時に75°前後東又は西に傾斜している。層厚数1.0 cmの砂質頁岩と泥岩の互層及び礫岩の薄層等を含むが、一般に黒色油脂状光沢を持った千枚岩状頁岩層である。部分的には強い珪化作用を受け、ホルンフェルス状となって剝理性のない堅硬緻密な塊状黒色珪化岩となっているところがある。再結晶により層理面が全く癒着し、不規則な縞模様として残っているだけのものがある。そのような岩石の場合には、内部の新鮮な所に細粒の黄鉄鉱・黄銅鉱の鉱化作用が行なわれているのが認められた。検討のため4ヶ所にて巾3 m毎のサンプルを採取分析したが、銅の含有は殆んど無かった。但し0-1.2に金が2.4 g/t含有されており、粘板岩層中の含有量としては異常に高いので産状について更に調査を要する。(Ref. Table 6 0-12, 13, 14, 16)

閃緑岩体は、上流に於いてCanellera川の支流が扇形に分かれている広い谷間一帯に分布する。本岩は1~2 cmに達する多量の角閃石を含む粗粒の深成岩で、黒雲母はほとんど認められず、分析値中の珪酸も5.3%で塩基性であり、南部のPiedrancha花崗閃緑岩体とは外観・組成共に異っている。一部片麻岩状に結晶が平行に配列している所がある。

本岩の西側境界付近には、黒色頁岩層に貫入した閃緑岩岩脈(Sample 0-17)があり、Canellera本流中部に1本、同上流西側の2本の支流の最上流部に2本づつの同岩露頭がある。岩質はやゝ塩基性で多量の角閃石を含み、暗灰色中粒等粒完晶質で、黄鉄鉱・黄銅鉱の鉱化作用を伴うのが重要な特徴である。岩脈は幅数米乃至1.0数米の厚さで両盤中の裂罅の規制を受けて膨縮が激しい。傾斜は50~70°西落しである。

貫入岩としては他に、Canellera 本流の中部や、南に小規模の粗粒閃緑岩が大凡そ 500 m × 500 m の範囲に分布し、又、その西方 1.5 km 下流には、その地点で合流する南岸の支流中に幅約 10 m の同質の岩脈がある。これらには黄鉄鉱鉱染が無く、新鮮である。

鉱徴としては、上記の閃緑岩岩脈に伴う黄銅鉱鉱染の他、本流中部の東岸 Cinta Roja (シントロハ) 川及び Anda Lucia (アンダ ルシア) 川等の支流中に、含金黄銅鉱石英脈の転石が多数発見された。正確な露頭位置は未確認である。

(3) Canellera 川から Sande 部落までの間には Cristal 川北岸に Patoquilia 川、南岸には Tigre 川がある。Patoquilia 川は延長約 8 km で長いがほぼ東西に流れ、兩岸峻険で巨石の転石が各所にあり渡渉困難な谷となっている。地質は河口から約 1.5 km 迄は暗緑色の凝灰角礫岩であり、上流に行くに従い砂岩・頁岩を挟む漸移帯を経て、黒色頁岩層のみとなる。それらの走向は一般に南北乃至 N 30° E で東へ 70° ~ 80° 傾斜している。

Patoquilia 川河口から 1 km の地点に金採取の水車小屋があり、鉱石はそこから北方約 1 km、標高約 980 m にある Patoquilia 金山からの産出粗鉱を処理している。坑内では 5 cm ~ 20 cm の細脈が不規則に分布し、断層による転移が著しい。又、今回の調査に於いて、その水車小屋から更に上流約 1 km 地点北岸に未探鉱の石英脈を発見した。15 m の間に比較的しっかりした 50 cm ~ 90 cm の石英脈、20 cm の含硫化(約 50% 酸化)・石英脈と、走向傾斜連続性共に不規則な 2 cm ~ 50 cm の石英脈数本とがある。20 cm の含硫化石英脈は分析結果は Au tr. Cu 0.04% で無鉱化脈であったが、この石英脈群の北方延長線上に前記の Patoquilia 金山があるので一連の鉱化帯であり得る。それらの中間地帯(標高の高い所)での調査が必要である。(Ref. Fig. 6 - F)

Tigre (チグレ) 川は、Sande 部落からほぼ真南に遡上し、最上流には当地で最大の El Ttabano 金山がある。Tigre 川には、黒色頁岩が露出するが、南北性走向方向に断層性破碎構造を有し、その裂隙群に石英の細脈を有している。但し、この石英細脈群には金の鉱化はない(Ref. Table 6)。El Tabano 鉱山の稼行対象は、小規模な貫入岩体である閃緑岩体と母岩の黒色砂岩・頁岩層との境界付近に出来た水平乃至緩傾斜の石英脈である。脈幅 50 cm ~ 200 cm あり、黄鉄鉱を伴う。坑内 5ヶ所で試料採取し、分析した結果では全く金を含まないものから 30 g/t の所迄あり、不規則である。銅の含有量は 190 ppm ~ 500 ppm で極く微量であり、砒素が 0.01% - 0.03% 含有されている。

Tigre 川合流点にある Sande 部落から東方 Madroño (マドロニョ) 川迄の馬道上及び南向き支流の Dorada 川、Escalera (エスカレラ) 川中にはいづれにも黒色頁岩層が分布している。但し、Dorada 川上流は El Tabano 鉱山地帯に当り、その付近からと考えられる淡褐色に焼けた珪化岩石の転石が多数川の中に認められる。

Madroño 川付近には花崗閃緑岩が露出するが Cristal 川の北岸には露出しない。但し、北

岸の支流 Tierra Sana (ティエラサナ) 沢中には珪化岩中に黄鉄鉱 (極く微量の黄銅鉱を含む) が 2~5 cm のノジュール状に点在するのが認められる。

この花崗閃緑岩は Piedrancha 付近から幅約 8 km で分布する Piedrancha 花崗閃緑岩の北端部に当り、岩体周辺の粘板岩は熱変成を受けホルンフェルス化している。

この付近の露出条件は悪く連続的な変化を見ることは出来ないが、黒雲母-紅柱石-重晶石ホルンフェルスと、黒雲母-紅柱石ホルンフェルスが観察され、夫々約 500 m の幅を以って花崗閃緑岩体に近い方に前者、遠い方に後者が分布する。(Ref. Table 7, 1805)

Scorro (ソコロ) 鉱山付近及びその上流一帯、Transveal (トランスベアル) 沢、Cartuja (カルツハ) 沢、Nevada 沢等には黒色粘板岩、頁岩粘板岩及び礫岩薄層からなる堆積岩層が分布する。走向 NNE-S SW、傾斜 60°~90° 東落しが多い。東部に向かって砂質及び礫質の薄層が多くなっている。

所々に断層性裂罅があり、その両側では走向傾斜の擾乱が見られ、住々にして含金石英脈の鉱化がある。既開発鉱山として、Concordia (コンコルデア)、Cartuja の旧坑があり、新開坑稼働中の鉱山として、Floresta (フロresta) 坑がある。いずれも硫化鉱物の少ない石英質鉱脈である。この中では Concordia 鉱山が最も多量に採掘された形跡があるが、坑内の多くは崩落しており十分な調査は出来ない。現在稼働中の Socorro 選鉱場は、Floresta 坑からの出鉱々石を処理して居るが 1 日数屯の少量である。(Ref. 6-2-7 EL Tabano-Concordia 鉱山地帯)

3-3-2 Vargas 川流域の地質

本地域は調査地域東部のほぼ中央部を占め、Telembi 川と Cristal 川との合流部より Guachavez 町の時に迫る約 30 km の渓谷地域である。

本地域の Vargas 川は Guachavez 町の時にその流れを発し、約 20 km 北西方向に流れて Telembi 川に合流するが、その流域の地形は極めて急峻で、上流では典型的な V 字型渓谷を形成し、Telembi 川との合流点付近に至り、漸く緩地形となる。

又、本地域の Telembi 川は、ほぼ北方向に約 10 km 蛇行して、Cristal 川と合流するが、流域の大きさと、降雨多量のため、水量極めて豊富である。

本地域の地質は、全般的に広く凝灰角礫岩及び黒色粘板岩が占め、それらを買いて、花崗閃緑岩及び小岩体乍ら安山岩が露出する。

凝灰角礫岩は本地域、Telembi 川下流全域と Vargas 川下流部に分布し、直径 5 cm~30 cm の玄武岩、安山岩の礫を含み、Telembi 川流域には玄武岩質のところもあるが、多くは安山岩質で、緑泥石化及び緑礫石化を受けている。又、本岩の一部には玄武岩、安山岩の岩相を呈すところもあり、Vargas 川下流の支沢 Colona (コロナ) 沢には、緑色片岩の外観を呈するもの

も認められる。Telembi川下流では、走向はNNW、傾斜 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ NEと比較的緩傾斜の砂岩及び粘板岩の薄層を挟むが、その上流では頁岩の挟みはなく、礫の配列にも規則性が見られず塊状の外観を呈している。又、本地域では、下部層の確認が出来ないため層厚は明瞭でない。

黒色粘板岩はVargas川下流より上流域にかけて広く露出し、変成作用を受けて黒色片岩の岩相を呈するところが多いが、後記、花崗閃緑岩の影響によるものと考えられるホルンフェルス化を受けたもの、及び紅柱石を伴うものも見られる。本岩は層理明瞭で走向はNNE、傾斜は $65^{\circ}\sim 80^{\circ}$ SEと急傾斜で、上記凝灰角礫岩とは指交関係をなし、本地域では北西部Telembi川下流域の凝灰角礫岩卓越層から南東部Vargas川中～上流域の黒色粘板岩卓越層に移行している。

凝灰角礫岩及び黒色粘板岩は凝灰角礫岩の多くが、塊状であること及び黒色粘板岩層の層理変化が少ないことなどから、全体的な構造を述べることは困難であるが、黒色粘板岩についてはその露出及び分布状況より、走向方向を軸とする折たみ褶曲が想定される。地質断面の解析により推定すれば、層厚2,500m以上であると考えられる。又、大きな断層構造を示す露出は確認出来なかったが、Telembi川下流の凝灰角礫岩の一部に見られる粘板岩の挟み（走向NNW、傾斜 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ NEと緩傾斜）とVargas川に広く見られる黒色粘板岩の層理（走向NNE、傾斜 $65^{\circ}\sim 80^{\circ}$ SEと急傾斜）との大きな違いなどから見て、Vargas川とTelembi川との合流点付近にNS方向の断層が想定される。

花崗閃緑岩はVargas川中流及びその付近の支流（特に南側支流）に優勢に露出している。本岩はVargas川本流で、巾約1.5km、Vargas川水系とTelembi川水系との分水嶺で約6.5kmと、北部方向に先細りで、概ね北東～南西方向に伸長した大岩体で、黒雲母、角閃石、石英の結晶粒が0.5cm～1.0cmの粗粒均質な花崗閃緑岩である。

又、本岩体周辺の黒色粘板岩及び後記、安山岩に見られる顕著なホルンフェルス化、及び一部に見られる紅柱石は、花崗閃緑岩貫入の際の熱変成作用によるものと考えられる。

安山岩はVargas川上流に幅100m内外、長さNNE～SSW方向に500m～800mの規模で黒色粘板岩中に小露出する。本岩は、暗灰色～暗褐色で極めて緻密、細粒の外観を呈する。本岩及び本岩周辺の黒色粘板岩層は、共に上述の花崗閃緑岩によるホルンフェルス化を極めて強く受けて居り、本岩の産状も判明し難いが、その露出及び分布状況より見て、黒色粘板岩層中のシート状平行岩脈と考えられる。

鉱徴としては、凝灰角礫岩、黒色粘板岩、花崗閃緑岩及び安山岩などの各所に黄鉄鉱の鉱染が見られ、又、局部的には黄銅鉱の鉱染も認められるが、注目すべき鉱徴地としては、Telembi川とBlanco（ブランコ）川との合流点付近の黄鉄鉱鉱染珪化帯がある。この付近には、石英脈を伴う赤焼け帯も認められるが、Blanco川鉱徴地域の北端部に相当するので、銅鉱徴

など詳細な説明は 3-3-3 Blanco 川の地質及び、6-2-2 Rio Blanco 鉱化帯の項を参照されたい。

3-3-3 Telembi 川 中・上流域の地質

Telembi 川 中・上流域の地質は、Eden 付近より下流の緑色火山岩類および泥質堆積岩類と、上流側に広く分布する Piedrancha (ピエドランチャ) 花崗閃緑岩からなる。

前者は、概ね NNE 系のトレンドを持ち、見掛上西から東へ向けて、より下位から上位の緑色安山岩類層、泥質岩類、斑状安山岩更に泥質岩の順で帯状に分布している。

緑色火山岩類は、人頭～鶏卵大の本質礫を含む安山岩が主体であるが、均質かつブロック状節理の発達した岩相もみられる。本岩類は有色鉱物の緑泥石化を普遍的に受け、部分的に緑簾石及び海緑石を含み、海底火山活動の産物と思われる。

Eden 北方では Telembi 川東岸に下位から黒灰色石灰岩、黒色粘板岩状頁岩、千枚岩、細粒砂岩などからなる堆積岩が出現する。基底部の黒灰色石灰岩は鏡下では石灰岩片を含む砂質石灰岩で化石片に富む。

堆積岩類の一般的走向傾斜は、 $N30^{\circ}\sim40^{\circ}E$, $70^{\circ}\sim80^{\circ}SE$ を示す。緑色安山岩類と、その上位の堆積岩類の関係は、全体的に整合と考えられるが、これらの境界部付近には、堆積岩と火山岩類の薄層が互層状に現われ漸移乃至指交関係にある。

以上の火山・堆積岩類は Eden 東から Telembi 川上流にかけて広く分布する花崗閃緑岩の熱的影響のため、岩体周辺に幅 500~1000 m の接触変成帯を形成している。泥質岩では董青石-黒雲母-白雲母ホルンフェルスに代表される様な角閃岩相にまで達している (Ref. Fig. 3)。一方、中性-塩基性火山岩類には普通角閃石緑簾石が生成している。

この他、安山岩類を貫く角閃石安山岩質岩脈(玢岩)が Vargas 川との合流点近傍の標識番号 301, 309 にそれぞれ、脈巾 50 m 及び 200 m をもって露出している。川筋にみられる裂罅系は、 $N45^{\circ}\sim50^{\circ}E$, $N-S$, 及び $N45^{\circ}W$ の 3 系が顕著であり、岩脈の貫入方向も $N10^{\circ}E$ および $N30^{\circ}E$ とほぼ上述した裂罅系に従っている。

花崗閃緑岩は通称、Piedrancha 花崗閃緑岩と呼ばれ比較的均質な岩相をもつ粗粒-中粒の黒雲母・角閃石花崗閃緑岩で、黒雲母は六角板状の自形結晶を呈するのが特長である。

Eden 東方の本岩体周縁部では岩質の均質性に欠け、黒雲母を欠く角閃石花崗閃緑岩相や優黒質ゼノリスが含まれる。またこの様な周縁部では花崗閃緑岩が $N50^{\circ}E$, $60^{\circ}E$ 傾斜の片状構造をもち、貫入時の偏圧を暗示している。南部 Santa Cruz (サンタクルス) 川上流では片状構造は発達せず、花崗閃緑岩は細粒となり、アブライト岩脈が周囲の堆積岩中に母岩の広域的走向とほぼ調和的な方向 ($N65^{\circ}E$) に貫入している。花崗閃緑岩中には、しばしば $N50^{\circ}W$ の裂罅があり、La Esperanza (ラ エスペランサ) 付近では、細粒花崗

岩石や、石英脈が貫入している。

岩体は一般に変質はなく新鮮で、地表部ではオニオン構造の風化作用がわずかにみられるのみである。しかし、この岩体を母岩とする Desguite (デキステ), El Paraiso (エルパライソ) の両金鉱山では珪化絹雲母化の局部的変質作用を伴っている。

鉱徴は Vargas 合流点より南方 0.7 km の地点に見られる NE 方向の裂罅沿いの黄鉄鉱鉱染および同地点近傍に出現する玢岩脈の下盤裂罅沿いに弱い緑色銅鉱物の浸み出しを発見した。又、Vargas 合流点の南方約 5 km (試料採取番号 323) の沢にて黄鉄鉱を鉱染した石英脈の転石を認めた。

Eden 以南の Telembi 川流域における鉱化作用には花崗閃緑岩中の鉱脈型、安山岩中の裂罅充填鉱脈型および安山岩中のスカルン型が認められる。前 2 者は現在稼行中の Desguite, El Paraiso の両金鉱山が代表例となっている。

Desguite 鉱山の鉱脈は黄鉄鉱、閃亜鉛鉱を主とし、絹雲母、石英の生成する変質作用を伴う。

スカルン型は花崗閃緑岩体の東に分布する安山岩中に賦存すると思われ、Cartagena (カルタヘナ) 沢には、鉄苦灰質スカルン鉱物に伴う黄銅鉱、黄鉄鉱の細脈状鉱化作用を示す転石がみられた。その他、銅、その他の有用元素は含まれず、殆んど黄鉄鉱のみの鉱化作用が花崗閃緑岩体接触部にちかいホルンフェルス帯に生じ、地表付近では顕著な焼けとなっている。

3-3-4 Blanco 川流域の地質

この付近の地質層序はほぼ中に凝灰質砂岩・頁岩層が占め、上・下位に玄武岩ないしは安山岩質溶岩層が発達する。この地域に分布する層序の層厚は 300~400 m と見積られる。下位の火山岩層の少なくとも一部は、半深成岩の組織をもっており、Blanco 川と Telembi 川合流点付近より南方 4 km 位まで石英閃緑岩様岩石が分布する。中粒且つ等粒状組織をもち、一部粘土化変質を伴ない鉱染状の黄鉄鉱と少量の黄銅鉱を含む。一般に岩相変化が著しく局部的には暗灰色で雲母を含むはんれい岩質岩石も産する (TH-4)。この様な岩石は周囲の緑色火山岩類の半深成岩相にあたるかもしれないし、或いはこれを貫く石英閃緑岩質貫入岩である可能性がある。

安山岩は暗緑色~暗紫色を呈する角礫岩様の産状を示す。角礫は組成的には同質岩で 20 cm 一数 cm の径の垂円礫の形態をもち、大部分は溶岩流と思われる。

この安山岩層は上部で明緑色と暗緑色の縞状安山岩質溶岩が泥岩の薄層をはさみ、砂岩、凝灰質砂岩と互層する。この上位には粗粒砂岩、礫岩、凝灰質砂岩が分布する。この砂岩は比較的分級が良好で、石灰質砂岩もはさみ、泥岩の岩片のインブリケート様構造もみられる。転石からして、この更に上位層にも安山岩質溶岩を主とする緑色火山岩類が分布するようである。

鉍化作用は若干安山岩中にもみられるが、N 60°Wの割目に沿った黄鉄鉍の細脈などで重要なものはない。中位の堆積岩類の走向は、概ねN 20°E~N 10°Wで一定せず10°前後とゆるい傾斜をもち局部的にうねっている。安山岩類中に発達する割目・節理はNW系が卓越している。

3-3-5 Gualcala 川流域の地質

Gualcala 川は調査地域の南東部に源を発し北西方向に約40 km流れ Telembi 川に合流する大河であって、数多くの支流を擁し、調査地域内の流域面積は約250 km²を占める。

調査地域内の本流域を3分し、上流域・中流域、下流域に分けて各流域の地質状況を説明すれば下記の通りである。

(1) Gualcala 川上流域

本地域は Gualcala 川の最上流部に位置し、河床標高は1,500 mを越え、流域一帯が密生する樹林に覆われる。Gualcala川は、下流の河床標高1,500 m~1,860 mにかけてはV字谷が発達し、河岸にせまる大木のため日射しの直射がなく、苔むした巨礫の川原は極めて渡渉困難である。河床標高1,860 m付近の地点で本流と、Bombona (ボンボナ)川とに分岐する。

地質は大きく3分帯でき、上流に向い、緑色安山岩、安山岩質凝灰角礫岩、頁岩・砂岩の互層、及び花崗閃緑岩が分布する。緑色安山岩、安山岩質凝灰角礫岩は塊状緻密の外観にて、凝灰角礫岩には拳大の同源火山岩礫を含む。礫には走向・傾斜N 40°~60°E, 50°~60°SEの配列が観察される。

頁岩、砂岩互層は層厚5cm~10cmの黒色頁岩及び細粒砂岩が互層しているもので、部分的に縞状チャートの薄層や、緑色凝灰岩乃至緑色安山岩の厚層を挟む。

本岩層は一般走向傾斜N 30°E, 80°SEを示し層厚は3,000 mを越えると推定される。

花崗閃緑岩は、塊状の露頭を示し、しばしば罅穴が作られている。主鉱物組成は角閃石・黒雲母・斜長石・石英で粒径3mm~4mm前後の粗粒均質な岩石で、本地区では新鮮な岩体である。当地域の地質構造は比較的単純で、下位層準の緑色安山岩・安山岩質凝灰岩層と上位層準である黒色頁岩・細粒砂岩互層とは整合関係にあり、下位から上位に火山岩及びその砕屑物の卓越相から砂泥質堆積物が卓越するような岩相変化を示している。顕著な断層・褶曲は観察されなかつたが、地層は走向NE-SW傾斜は東へ急傾斜しており、これらの堆積岩層は花崗閃緑岩体に近づくにつれ片理構造が発達して粘板岩、千枚岩状を呈し、又砂岩はホルンフェルスとなっている。

花崗閃緑岩は、直接貫入している境界部は観察していないが、頁岩・砂岩互層の走向を切って分布すること、及び上記の変成作用が見られることから貫入岩体であることは明らかである。

踏査したルート内では、鉍化作用の徴候は認められなかった。

但し、上流地域の Bombona 川にて、黄鉄鉍鉍染した花崗閃緑岩の転石を少量発見しており、更に上記の Gualcala 山山麓近くには、数十年以上前盛大に稼行された Bombona 鉍山 (Au) がある。今回鉍染型銅鉍床の鉍徴地発見に、主眼を置いたため最上流地域の踏査を中止したが、金山開発の観点からは、更に調査が必要である。

(2) Gualcala 川中流域

○ 南西部 Tablon 沢、Carbonera 沢流域

本流域は Gualcala 川中流域の支流で、調査地域西部の東南端に位置し、上流は扇形に広がって、概ね 6×7 km の谷間を形成する。両沢共、自動車道路の通る Guabo 川沿い流域との境界を為す稜線に源を発し、主流は北東に流れて、Gualcala 川に合流する。

本地域の地質は全般的に安山岩質凝灰角礫岩、及び安山岩溶岩が広く分布し、一部に黒色粘板岩が露出する。

安山岩質凝灰角礫岩は直径 $5\text{cm} \sim 30\text{cm}$ の安山岩の垂角礫状の礫を含み、同質凝灰角礫岩様で、礫の配列には規則性が見られず、裂隙の発達も乏しく、塊状である。安山岩溶岩は細粒～中粒の輝石安山岩で、緻密、堅硬である。又、凝灰角礫岩及び安山岩溶岩共、全般的に緑泥石化及び緑簾石化を受け、暗緑～淡緑色を呈する。

黒色粘板岩は Gualcala 川と Tablon 沢との合流点付近より、Tablon 沢と Carbonera 沢との合流点付近にかけて、凝灰角礫岩中の挟みとして、数枚露出する。細粒の珪質砂岩を伴う粘板岩状で、明瞭な層理を有し、走向は概ね $NE 20^\circ \sim 30^\circ$ 、傾斜は $30^\circ \sim 60^\circ E$ とばらつきがある。

塊状の凝灰角礫岩の分布が広いことと、黒色粘板岩の露出が局部的に限られているため、全体的な構造を述べることは出来ない。又、大きな断層構造を示す露出は見られなかった。

鉍化作用は Tablon 沢の下流 (Gualcala 川との合流点近く) 及び、Tablon 沢上流の凝灰角礫岩中に黄鉄鉍の鉍染が認められたが、極めて微弱なもので、本地域の鉍徴地としては、特筆すべきものは発見できなかった。

○ 中部 Gualcala 川、Ramos 沢流域

Gualcala 川は、この付近では兩岸に広い河岸段丘、花崗閃緑岩の巨礫 (礫径 $1\text{m} \sim 2\text{m}$) を含む河川堆積物が分布する。

本流域の地質は、安山岩質凝灰角礫岩と安山岩溶岩が広く分布している。安山岩質凝灰角礫岩は、同質の垂角～垂円礫を含む。岩色は緑泥石化緑簾石化をうけて暗緑～明緑灰色を呈する。礫径は最大 80cm 、平均 10cm で、ソーティング、グレーディングは非常に悪く無層理塊状を呈する。

Ramos 沢中流付近で凝灰角礫岩中に幅 50m の黒色粘板岩の挟みが見られる。この岩層の

走向、傾斜はN30°E, 70°E落ちである。安山岩溶岩は緑泥石化、緑簾石化をうけて暗緑色を呈し、連続性にとぼしく凝灰角礫岩中にはさみ状に存在する。

Carbonera 川と Gualcala 川の合流点の 500 m 上流には、細粒花崗閃緑岩が貫入している。鉍化作用はまったく見られない。

Ramos 沢の下流付近には、角閃石玢岩が貫入している。本岩は 6 mm × 2 mm の角閃石の柱状結晶が見られ周辺の凝灰角礫岩にホルンフェルス化を与えて居り、黄鉄鉍の鉍染が認められる。

(3) Gualcala 川下流域

○東岸

緑色～暗緑色安山岩類を主とする溶岩が卓越して分布し、他に火山性堆積岩（緑色凝灰質砂岩、シルト岩、泥岩）や、安山岩質凝灰岩、石質凝灰岩もみられる。

緑色～暗緑色安山岩は通常、細粒～中粒の輝石安山岩で有色鉍物は緑泥石化や緑簾石化を受けている。但し粗粒相では未変質の輝石が観察され閃緑岩様岩となる。鉍徴地は、Agua-Tigre から Rio Blanco にかけての全域が、弱鉍化帯となっている。母岩は上記溶岩や同源質凝灰角礫岩である。

変質は全般的に粘土化（一部珪化）を受け、所により緑色酸化銅鉍が認められるものの、大部分は黄鉄鉍の鉍染状及び細脈状の鉍化作用である。

鉍化帯そのものは、N75°W-N60°W, 60°-70°S の幅 3m-4m の鉍化変質帯のあつまりで、その間には全く黄鉄鉍を含まない安山岩溶岩が占める。(Rel. 6-2-3)

○西岸

本地域には、いずれも北東方向に流れ Gualcala 川に合流する 3 本の支流、Santa Rosa (サンタ・ロサ)、Cristal (クリスタル) San Fransisco (サン・フランシスコ) がある。地質は玄武岩、安山岩及び安山岩質凝灰角礫岩より成る火山岩類及び細粒閃緑岩から成る。

玄武岩は下流域の Santa Rosa, Cristal 川に分布し、淡黄緑色の橄欖石斑晶を含むことを最大の特徴とし、所により玉ずい質の石英斑晶を含むことがある。San Fransisco 川の流域では、岩相は安山岩質となり有色鉍物は輝石を主とし、斜長石の斑晶 (1mm~2mm 径) が目立つようになる。本流域の転石には、多量の橄欖石玄武岩及び安山岩質凝灰角礫岩が認められる。これら火山岩類は全体に緑泥石化を受け、所により緑簾石を生じており所謂 meta-volcanics と呼ばれるものである。

細粒閃緑岩は主構成鉍物として角閃石・斜長石・石英から成り、粒径 2mm~3mm の細粒暗緑色を呈す。その分布は、Santa Rosa 川の中流から上流にかけて、3 km 以上に亘り断続的に

露出する。細粒閃緑岩は付近の地質状況より判断して上記火山岩中に貫入したものと推定出来るが、接触境界部は観察していない。

当地域の断層系は Gualcala 川に平行する南北方向が目立ち、細粒閃緑岩の伸長方向もこれと略平行する北北東-南南西を示す。

鉍化作用は Santa Rosa 川に露出する細粒閃緑岩体の一部に黄鉄鉍鉍染を主とし、黄銅鉍のフィルム状鉍化を従とする斑岩銅鉍床型鉍化の示徴が観察された。(Ref. 6-2-4)

3-3-6 Nambi 川流域の地質

Nambi 川は、調査地域西半分を流域として北流する大河であり、調査地域内では Gualcala 川、Ramos 川の大きな支流を有し、本流上流は西方 Junin 部落付近に達している。

- (1) 本流上流地域は本来調査計画範囲の外になっているが、Ramos 本流中流地域に斑岩銅鉍床型鉍微地が発見されたので、その周辺としての地質状況把握のため Ramos 川から上流の地質及び地化学探査を行ったものである。

Nambi 川上流地域は兩岸比較的急峻で、処々に大滝が在り、踏査困難であるが、Ramos 地域に近い南岸一帯には塊状緑色の凝灰角礫岩が分布する。本岩にはほとんど層理が見られず、数 10 cm の丸味を帯びた安山岩乃至玄武岩質の礫を含むが、配列が不規則なので全体的構造は不明である。

Ramos 川との合流地点から西方約 2 km の尾根線には安山岩質集塊岩乃至凝灰角礫岩がほぼ水平に上記緑色凝灰角礫岩上に乗っているのが見られ、又、Junin-Balbaoas 自動車道路にも露出している。マトリックス部分はやゝ粗鬆軟質で、新鮮な所では灰緑色であるが乾いた場所では白色、時には赤鉄鉍焼けによる赤色を呈する。又、一部には泥流的な要素も見られるので、比較的新しい時代のものと推定される。

当地域には銅又は金の鉍微は発見出来ず、露頭及び転石類もすべて新鮮である。

- (2) Ramos 川流域は、調査地域西部のほぼ中央部を占め、上流地域は支流が扇形に広がった大凡 10 km × 10 km の広い谷間を形成する。主流はほぼ真北に向って流れ Nambi 川と合流するが、流域の大きさと本地域が降雨が多いため水量は非常に豊富である。

本地域の地質は全般的に広く凝灰角礫岩が占め、一部に珪質頁岩及び玄武岩、安山岩が分布し、更にそれらを買いて花崗閃緑岩がほぼ中央部に露出する。

凝灰角礫岩は直径数 cm から数 10 cm の玄武岩、安山岩の礫を含み、全体的に緑泥石化及び緑簾石化を受けている。礫の配列には規則性が見られず、又裂罅の発達も乏しく、緻密塊状の外観を呈し、層厚少なくとも 150 m に達する。

珪質頁岩は Ramos 川の上流、即ち南部西向きの支流 Verde 川中流に露出し、灰色乃至淡緑色の珪岩状頁岩である。層理が明瞭で走向ほぼ東西、傾斜北向き 15 度乃至 26 度の比較的緩

傾斜をなしている。その露出位置から更に上流には上記凝灰角礫岩との境界を観察出来る大きな亀が在るが、そこでは、頁岩層の上に整合的に凝灰角礫岩が乗っている。

珪質頁岩の露出は川沿いに約400mの狭い範囲なので全体的な構造を正確に述べることは出来ないが、ほぼ地形の傾斜に平行して南部の高地に向かって上昇し、反対に中部から北部に向かっては緩く沈んでいるものと考えられる。大きな断層構造の露出は見られなかった。

花崗閃緑岩は、Ramos川中流から東に分岐するMirador(ミラドール)川の合流点付近及び西側に遡行するChuspi(チュスピ)川中流の2ヶ所に露出している。この内、Mirador川に露出する花崗閃緑岩はRamos川をほぼ中心として南北に伸長した1.5km×0.8kmの楕円形をなして分布し、Ramos川河岸及びMirador川合流点付近では結晶粒が0.5cm~1.0cmの粗粒均質な花崗閃緑岩であるが、約500m上流では不均質且つ石英、長石の斑状構造を持つ石英斑岩状の外観を呈するものとなっている。本花崗閃緑岩体には全般的に黄鉄鉱の鉱染があり、南東部のSardinera(サルディネラ)川及び西岸の支流中には更に黄銅鉱の鉱化作用が認められる。

Chuspi川中流北側に分布する花崗閃緑岩はMiradorのそれよりも明るい灰白色の中粒岩石で、これには硫化鉱物の鉱染は認められない。

鉱徴地としては、Ramos川中流の銅鉱染地帯が重要で他には全く鉱化作用が認められないが、銅鉱徴については、別途詳述する。

3-3-7 Guabo川流域の地質

Guabo川はVolcan Azufra(ボルカン・アスフラ)にその源を発し北西方向に流れMira(ミラ)川に合流する大河で、川沿いには西海岸Tumaco(ツマコ)港に至る自動車道路が通り、本調査範囲には本流及び支流の一部が含まれている。本流の河川勾配は比較的緩やかで、兩岸には崖錐堆積物が広く分布している。

本地域の地質は、安山岩質凝灰角礫岩、粘板岩及びそれら貫く、花崗閃緑岩が分布する。又、調査地域範囲からは外れるが、Piedrancha村のGuabo川を挟んだ対岸丘陵部には粘板岩、花崗閃緑岩及び粘板岩貫く安山岩とそれらを被覆する凝灰角礫岩が露出して居り、本凝灰角礫岩は、固結度は比較的弱く、全体として粗鬆軟質であるので新期の火山岩類と考えられる。

安山岩質凝灰角礫岩は、Piedrancha村北西約8kmに位置するCurucuel(クルクエル)沢付近に分布し、一般に風化著しく、黄褐色を呈し、礫と基質部とは明瞭に分離して居り、無層理、塊状である。この付近の露出は極めて少なく地質状況を判断するには困難を伴うが、その岩相から見て、山陵を越えて北部及び北東部に位置するCarbonera沢、Ramos沢の凝灰角礫岩と同じもので、以下に記述する粘板岩の下位層と考えられる。

黒色粘板岩は、Piedrancha村とCurucuel部落の中央部に約4kmに亘って分布するほか、

Piedrancha 村対岸にも露出する。層理は極めて明瞭で、本岩体の東部では走向概ねNNE傾斜 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}E$ で変化少なく、直線的であるが、西部では北側のCanpanario(カンパナリオ)沢で、走向 $N70^{\circ}E$ 、傾斜 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}ES$ 南側のGuabo川沿いの自動車道で走向 $N15^{\circ}W$ 、傾斜 $45^{\circ}E$ と変化し、走向線は中央部で西側に膨んだ円弧状を描くと考えられる。又、本岩体の東部は巾 $500m$ に亘って黒雲母、紅柱石、ホルンフェルスが見られるが、これは後述の花崗閃緑岩の貫入により熱変成を受けたものと考えられる。

花崗閃緑岩は粘板岩に調和的に貫入し、Piedrancha村付近に幅約 $3km$ に亘って露出している。角閃石、黒雲母、斜長石、石英などの粗粒、均質な結晶粒よりなり岩相変化は極めて少ない。

安山岩の露出は極めて少ないが、調査範囲外のPiedrancha村南方Guabo川南岸の丘陵地に小露出する。

岩相は暗灰色を呈し、緻密、堅硬で、粘板岩、を貫ぬく小岩脈で花崗閃緑岩の貫入によりホルンフェルス化をうけている。新期の凝灰角礫岩は上記安山岩と同じく、Piedrancha村対岸の丘陵部に露出する。本岩は風化を受けているものが多く、全般的に灰白色の外観を呈し、礫は直径 $1cm\sim 20cm$ の垂角礫状で安山岩、粘板岩、花崗閃緑岩などを包含しているが、固結度は弱く、全体として粗鬆軟質である。礫の配列には規則性が見られず塊状で、粘板岩、花崗閃緑岩、安山岩を不整合に覆っている。

鉍徴地としてはCurucuel部落、北東約 $2km$ にマンガン鉍を露天掘した旧坑がある。鉍床は粘板岩中の層状鉍床で、成因については明瞭なことは言えないが、粘板岩と同生的なものと考えられる。

銅、その他の鉍徴については特筆すべきものは認められない。

3-4 地質構造

本調査地域の地質を大局的に見ると東部に黒色頁岩・粘板岩卓越層と、それを貫く花崗閃緑岩の大岩体が分布し、中央部から西部にかけては広く安山岩質凝灰角礫岩・安山岩・玄武岩類と閃緑岩、花崗閃緑岩などの貫入小岩体が露出している。

当地域に卓越する地質構造は、堆積岩類の走向、片理方向及び貫入岩類の岩体の伸長方向、配列状況などからNNE-S SW乃至NE-SW方向を示す。

黒色頁岩・粘板岩層は、その分布の広さ及び局所的な小露出などから北部でNNE-S SW、南部でNE-SWを軸方向とする等斜褶曲が推定され、これは太平洋側からの東西性の横圧力により形成されたものと考えられる。

安山岩質凝灰角礫岩は塊状無層理であり、溶岩及び岩脈・岩床の貫入形状も複雑なので構造的判断をするのは非常に困難であるが、局所的に見られる黒色頁岩、粘板岩の挟み、及び

Ramos 川上流に露出する珪質頁岩の走向・傾斜により、Ricaurte 町から Gualcala 川下流域 Blanco 沢への NE-SW 方向を軸とする緩やかな背斜構造が想定され、この背斜軸の延長部に Blanco 川 (Telembi 支流) の貫入閃緑岩体が存在し、岩体の伸長方向も軸と同じ方向を示す。又、西部地域には、Ramos 川中流及び Gualcala 川下流の支流 Santa Rosa 川に花崗閃緑岩、閃緑岩の貫入岩体があるが、その分布配列、及び夫々の伸長方向も NE-SW 方向であり、こゝにも向斜又は背斜軸或いは破碎帯構造線等の存在が推定される。

調査地域内の断層は、繁茂する植生や岩石風化のため露頭では良く確認出来なかったが写真地質解析を参照すると、NE-SW、NW-SE、NNW-SSE の 3 系列の断層群が存在すると推定される。

NE-SW 系断層により北西側が北東方向へ転移し、NW-SE 系断層により北東側が北西へ転移する傾向を示している。これら両断層線は互いに切断し合う関係を示しているため、ほぼ同時期の生成と考えられ、両者は東西性圧縮力に対する共役的な剪断面を形成しているものと考えられる。

NNW-SSE 系断層は比較的連続性が良いので、上記両断層生成後の比較的新しい時代に生成されたものと考えられる。

Telembi 川と Vargas 川との合流点付近及び Sande 部落近傍の Cristal 川と Tigre 沢との合流点付近に N-S 方向、急傾斜の断層があり夫々その延長線方向沿いに花崗閃緑岩、閃緑岩、玢岩などの貫入岩体が同方向に伸長して配列している。

黒色頁岩・粘板岩層を貫く花崗閃緑岩の大岩体は、N-S、NE-SW 2 方向の構造規制をうけて露出している。又、NW-SE 系統の断層は、Diamante、Patoquilla 両金山の鉱脈型鉱床の他、Blanco、Gualcala-E 両鉱徴地の石英細脈群の方向を規制しており、本地域の鉱脈鉱床探査の上で注目すべき構造方向であると考えられる。

以上を総括すると、本調査地域は、大凡そ南北方向に伸長する白亜紀のユウ地向斜の一部に相当し、はじめ塩基性-中性の火山岩類及びその火山砕屑岩、ついで黒色頁岩を主とする堆積岩の厚層が堆積した。

火山岩類と堆積岩類との境界付近は指交型漸移関係を示しており、調査地域西部に火山岩類が卓越分布し、東部は堆積岩類が優勢である。

両岩類は東西方向の横圧力を受け褶曲しているが、堆積岩類は特に激しく褶曲し東に傾斜した等斜褶曲構造を呈する。

断層系は前述横圧力に対応して NE-SW、NW-SE の共役 2 剪断面及び NNW-SSE 方向が顕著である。

褶曲帯の中軸部に第 3 紀中新世の花崗閃緑岩が貫入し、周辺岩石に熱変成作用を与えている。上記貫入岩よりやや前期と考えられる細粒花崗閃緑岩、閃緑岩の小岩体が西部に点在露出する。

第4章 地化学探査

4-1 地化学探査概要

本調査範囲の大半は熱帯地特有の植生で樹木繁茂し且つ地形急峻で踏査困難な地域なので、有望鉱徴地の発見には、川砂による地化学探査が最も有効であると判断し今回本地域 1,000km² の面積に対し、川砂試料 1,420ヶ採取の計画が実施された。採取された川砂は日本に持ち帰り分析した。又現地調査中、採取せる川砂試料の一部を用いてバイキノリン法による銅分析を行ない鉱化要注意地帯の把握に役立てた。

4-2 川砂試料の採取・化学分析及び解析

4-2-1 試料の採取方法及び個数

地化学探査用の試料は原則として流水中の川底に沈積した80メッシュ以下のシルト質川砂とした。試料は80メッシュスチール篩を使用して水中で篩分けをし、40g-60gを採取したが、採取に際しては誤差の要因となる有機物質や荒い河岸堆積物が混入しないよう注意した。

試料は水を切った後紙製小封筒又はビニール袋に入れ、野外キャンプに集めそこで自然乾燥した。乾燥された試料は日本分析用と INGEOMINAS 用に2分し、クラフト紙封筒に入れ混合を防ぐため、それらを更にビニール袋にまとめた。

採取地の選定は調査ルートが出来る限り均等に調査全域をカバーすること、および採取間隔が均等になるように計画された。採取間隔は踏査ルート上300m-500m毎に1ヶ、バイキノリン法簡易分析及び鉱徴を示す露出・転石などより、アノマリー地区と思われる場合には100m-300m毎に1ヶと密度を増して採取した。採取地点には今後の精査に役立つように番号つきアルミプレートを保存のよい目標になる樹木に打ち着けた。

試料は計1,425個採取した。

4-2-2 試料調整と化学分析

分析には現地より持ち帰った各サンプル量20g-30gの試料を四分法によって約5gの分析試料に調整した。

分析はAu, Cu, Pb, Zn, Moに関して行った。Au, Cu, Pb, Znは原子吸光分析法を用い、Moに関しては、含有量が低いので精度が高い吸光光度法を用いた。分析方法フローシートは Fig. 5 に示す。

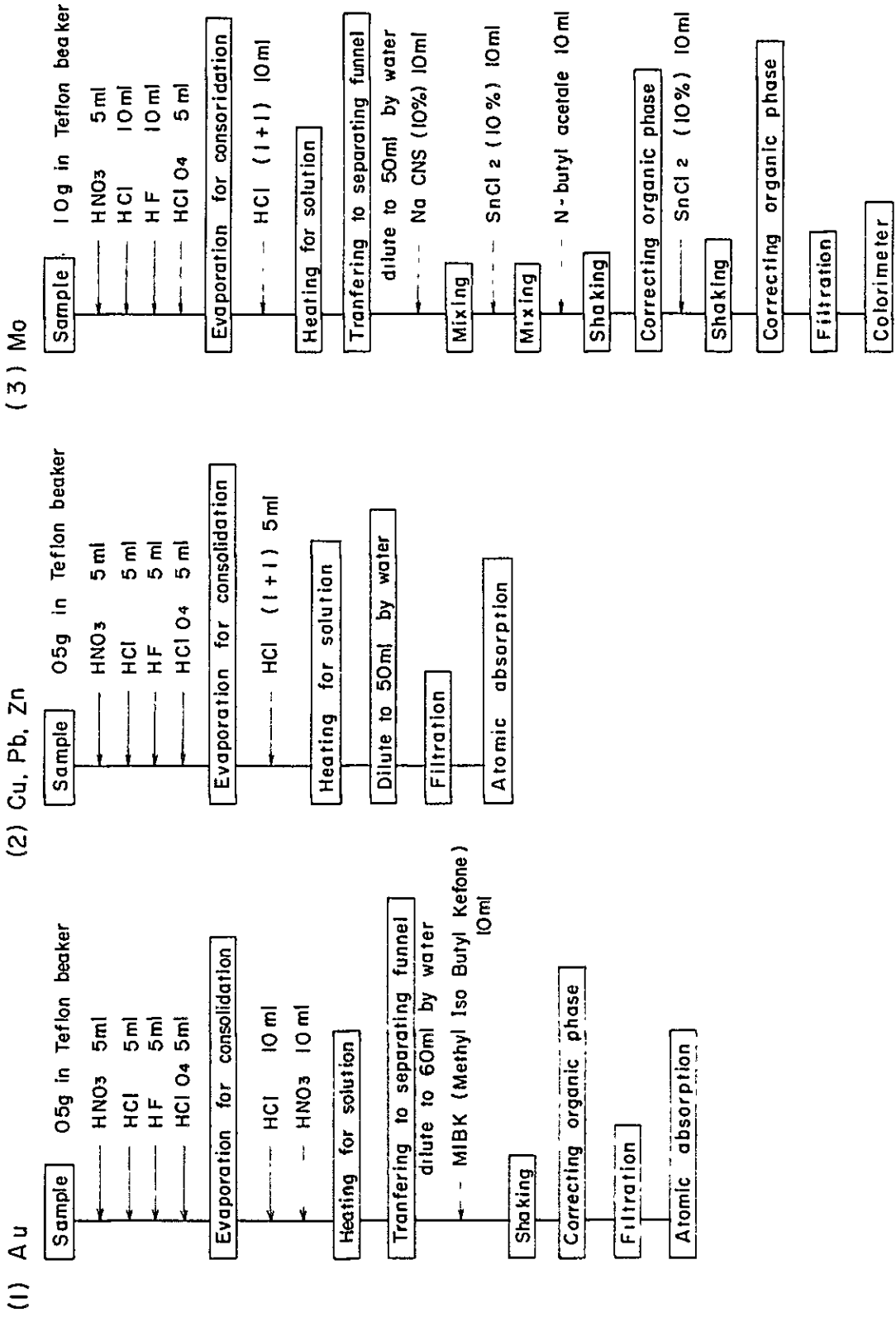


Fig 5 Flow sheets of chemical analysis

4-2-3 データの統計処理及び解析

川砂の分析結果を使用し、コンピューターによる統計処理を行なった。全試料に関する累積度数曲線及びヒストグラムは各元素ごとに Fig. 5-A, B, C, D, E に示す。各元素ごとのヒストグラムは対数正規分布を示し、累積度数曲線はほぼ直線的になる。それらから得られた各元素の平均値(\bar{X})及び標準偏差値(S)を Table 4-A に示す。

また、試料採取付近の地質との相関性を検討するため、本調査地域の岩相を大きく3つのグループに分類した。第1グループは Piedrancha 花崗閃緑岩で記号(G)で表した。その中には Canellera 閃緑岩も含むこととする。第2グループは緑色火山岩類及びこれに貫入している銅の鉱徴を有する酸性-中性の小規模貫入岩より成り(V)で表した。第3グループは黒色頁岩に代表される堆積岩類で(S)で表している。それぞれの岩相グループの各元素の \bar{X} 及びSは Table 4-B に示す。

\bar{X} 値を比較すると、Gグループでは、Pb, Moが最大値・Cuは最小値を示し、VグループではCuが最大値・Au, Zn, Moは最小値を、SグループではAu, Znが最大値・Pbは最小値を示している。

上記の結果は、地質調査によって判明した以下の諸事実と対応している。即ち、Moの値が高い地域はGグループの Piedrancha 花崗閃緑岩の分布と良く一致する。又Cuの示徴地がVグループに多数見出だされ、Au鉱床はSグループに多く見られる。

全試料及び各岩相グループに関して、各々2元素間の相関係数を Table 4-C に示す。全試料に関する各2元素間の相関係数は全体的に低い。各岩相グループ内の2元素間の相関係数はGグループに於いて、ZnとPb, ZnとCu, ZnとAuなどが比較的高い値を示す。Vグループでは、全体的に低くSグループではZnとAu, MoとCuが比較的高い相関係数を示す。

4-3 異常域

4-3-1 異常域の抽出

一般的に地化学探査において、異常値は $\bar{X} + 2S$ 以上の値をとる。今回の調査では前述した様に、現地でバイキノリン試験及び地質的に鉱化要注意地域と判断された場合、試料採取密度を約3倍乃至それ以上に増加した。そのために一様に採取した場合よりも異常値のしきい値を示す試料数は多くなると判断される。そこで今回は異常値を $\bar{X} + S$ 以上として異常域の抽出を行なった。異常値の等級は $\bar{X} + S \sim \bar{X} + 2S$ 間は弱異常値、 $\bar{X} + 2S$ 以上は強異常値とした。各元素の異常値のしきい値は次のとおりである。

	$\bar{X} + S$	$\bar{X} + 2S$	(単位 ppm)
Au	1.41	515	
Cu	13062	26853	

Table 4-A Mean and Standard Deviation of Stream Sediment Samples

Element	Mean $10^{\bar{x}}$	Standard Deviation 10^s	$10^{\bar{x}+s}$	$10^{\bar{x}+2s}$	Skew	Kurtosis
Au	0.39	3.66	1.409	5.15	0.796	-0.202
Cu	63.53	2.06	130.62	268.58	-0.790	1.334
Pb	16.07	2.13	34.28	73.11	0.609	1.217
Zn	137.40	1.52	209.41	319.15	0.098	0.701
Mo	0.61	1.69	1.03	1.75	2.970	8.797

N = 1,425 * Au N = 249 (\bar{x} : logarithmic mean)
 (s : logarithmic standard deviation)

Table 4-B Mean and Standard Deviation of Stream Sediment Samples Classified by Lithology

Element	Lithology	Mean $10^{\bar{x}}$	Standard Deviation 10^s	$10^{\bar{x}+s}$	$10^{\bar{x}+2s}$	Skew	Kurtosis
Au	G	0.32	3.03	0.81	2.95	0.719	-0.216
	V	0.31	3.22	0.99	3.19	1.018	0.434
	S	0.83	4.51	3.74	16.87	0.111	-1.068
Cu	G	37.50	2.28	85.31	194.09	0.124	-0.757
	V	73.62	1.88	138.36	260.02	-1.157	4.151
	S	50.70	2.02	102.57	207.49	0.155	0.020
Pb	G	22.13	2.49	55.21	137.72	0.391	0.059
	V	15.35	2.02	31.05	62.81	0.422	1.289
	S	13.55	2.06	27.86	57.28	1.342	2.947
Zn	G	151.00	1.48	222.84	328.85	0.787	0.172
	V	131.22	1.51	198.61	300.61	-0.080	0.803
	S	162.55	1.57	255.86	402.72	0.257	-0.458
Mo	G	0.72	2.08	1.58	3.30	1.603	1.289
	V	0.57	1.52	0.86	1.32	3.853	16.293
	S	0.71	1.99	1.403	2.89	2.157	4.293

G : granodiorite N(G) = 229 * Au N = 63
 V : volcanic rocks N(V) = 1,044 * Au N = 132
 S : sedimentary rocks N(S) = 152 * Au N = 54

Table 4-C Coefficient of Correlation between Analyzed Elements

(1) Total

	log(Au)	log(Cu)	log(Pb)	log(Zn)	log(Mo)
log(Au)	100.0	-5.7	7.2	14.1	8.5
log(Cu)	-5.7	100.0	16.5	20.1	14.8
log(Pb)	7.2	16.5	100.0	29.7	9.9
log(Zn)	14.1	20.1	29.7	100.0	2.3
log(Mo)	8.5	14.8	9.9	2.3	100.0

(2) Granodiorite

	log(Au)	log(Cu)	log(Pb)	log(Zn)	log(Mo)
log(Au)	100.0	39.1	18.7	44.3	15.6
log(Cu)	39.1	100.0	41.6	49.6	34.5
log(Pb)	18.7	41.6	100.0	58.3	0.5
log(Zn)	44.3	49.6	58.3	100.0	3.8
log(Mo)	15.6	34.5	0.5	3.8	100.0

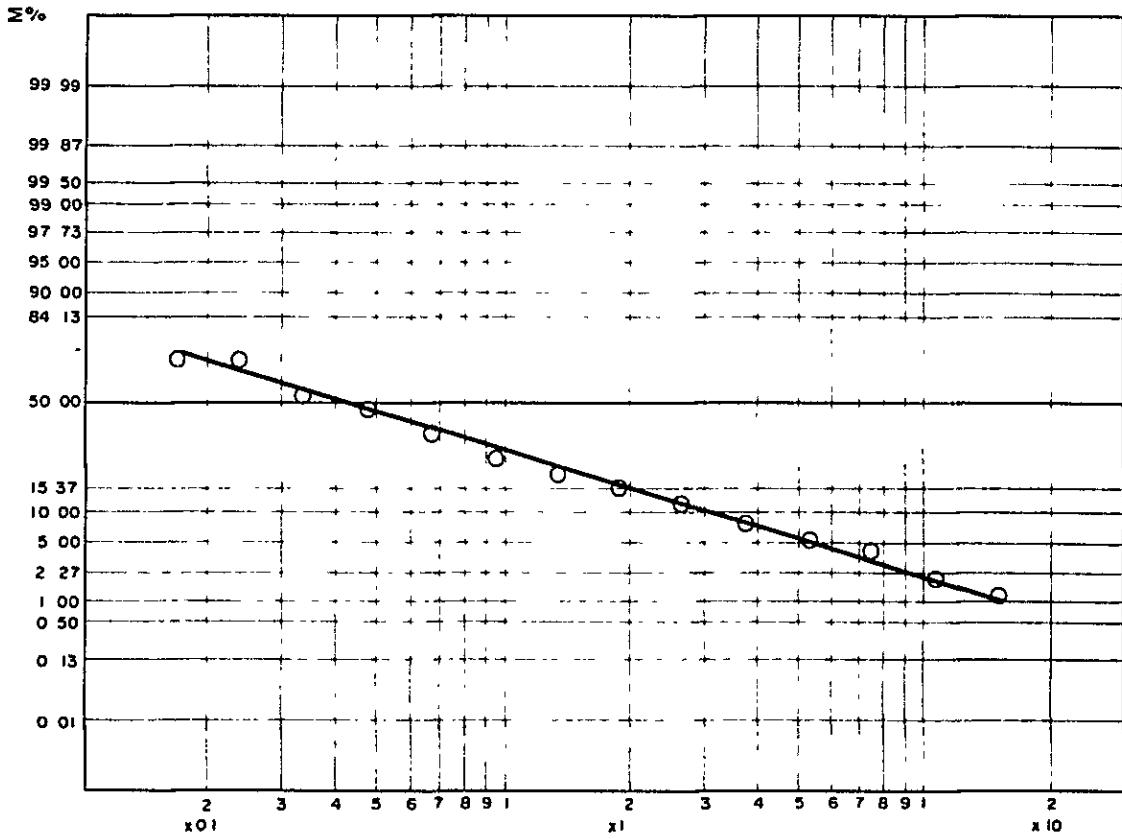
(3) Green volcanic rocks

	log(Au)	log(Cu)	log(Pb)	log(Zn)	log(Mo)
log(Au)	100.0	-16.0	18.5	-23.4	23.0
log(Cu)	-16.0	100.0	18.2	26.7	18.5
log(Pb)	18.5	18.2	100.0	24.0	7.8
log(Zn)	-23.4	26.7	24.0	100.0	-5.9
log(Mo)	23.0	18.5	7.8	-5.9	100.0

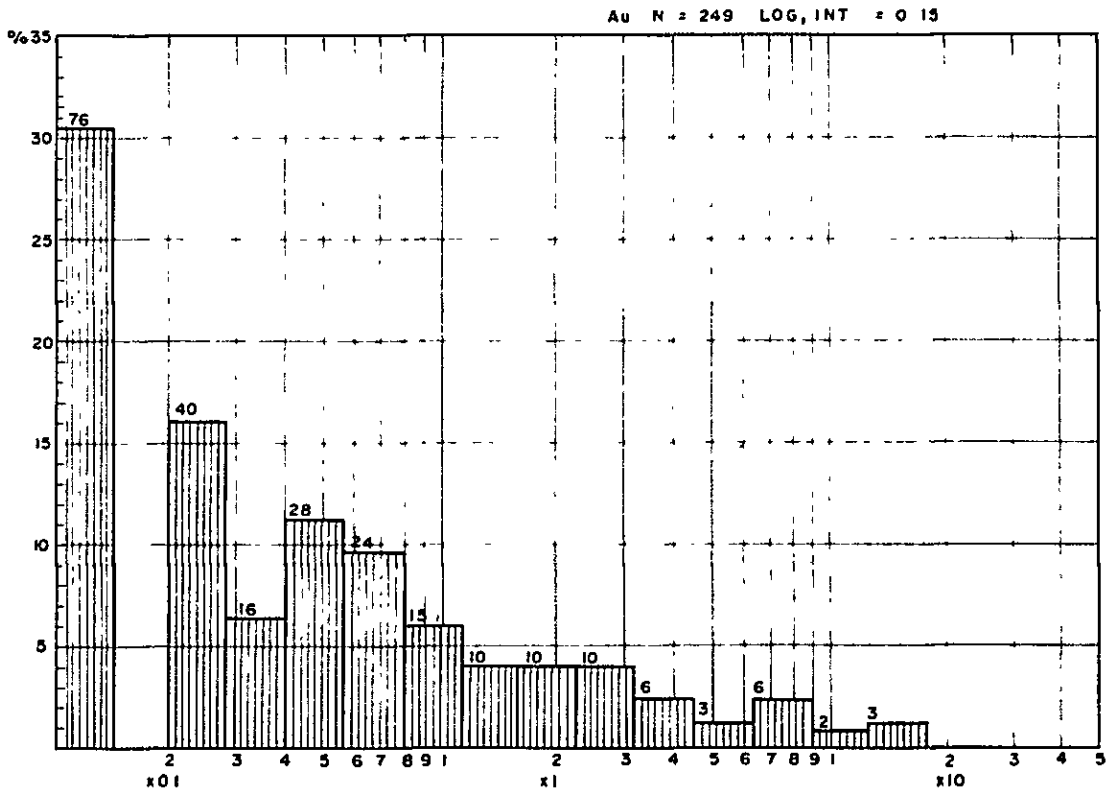
(4) Sedimentary rocks

	log(Au)	log(Cu)	log(Pb)	log(Zn)	log(Mo)
log(Au)	100.0	-9.9	6.8	38.3	-14.5
log(Cu)	-9.9	100.0	15.9	5.0	33.6
log(Pb)	6.8	15.9	100.0	20.2	20.7
log(Zn)	38.3	5.0	20.2	100.0	7.2
log(Mo)	-14.5	33.6	20.7	7.2	100.0

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION FOR Au.



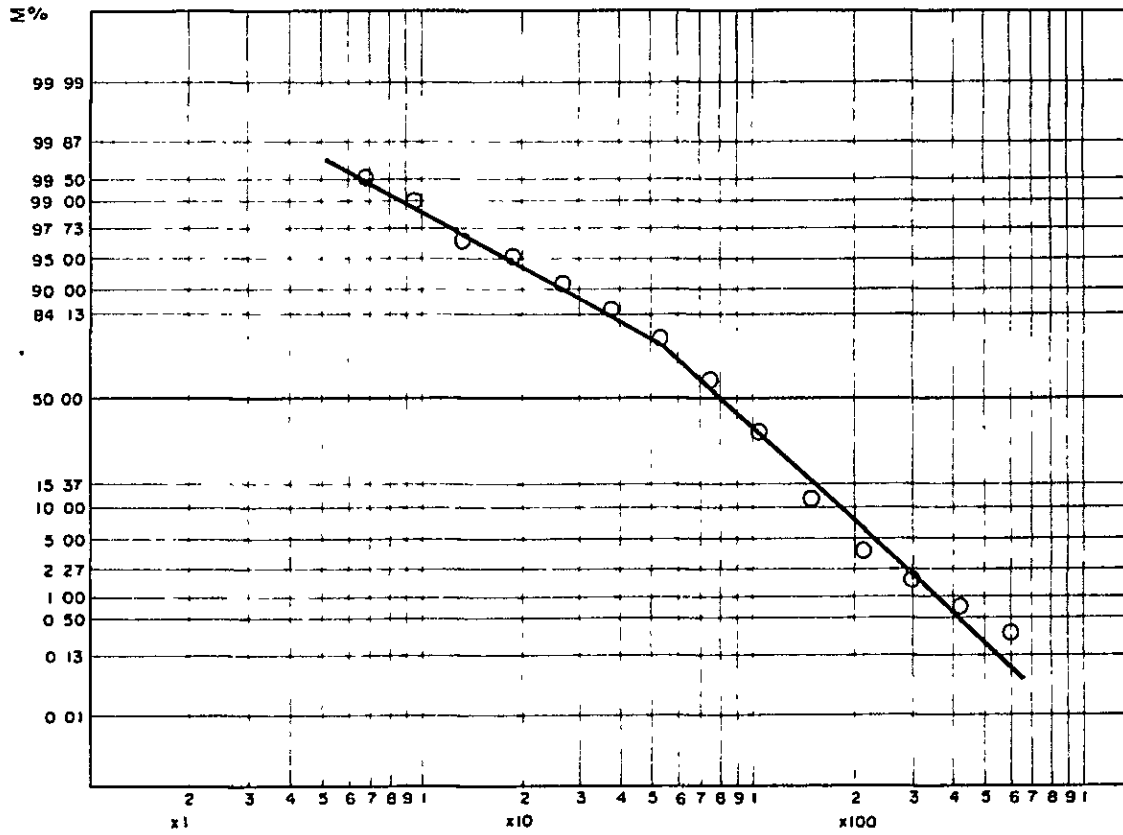
HISTOCRAM FOR Au



Au N = 249 LOG, INT = 0.15

Fig.4-A Statistic analysis of geochemical data. (Au)

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION FOR Cu



HISTOGRAM FOR Cu

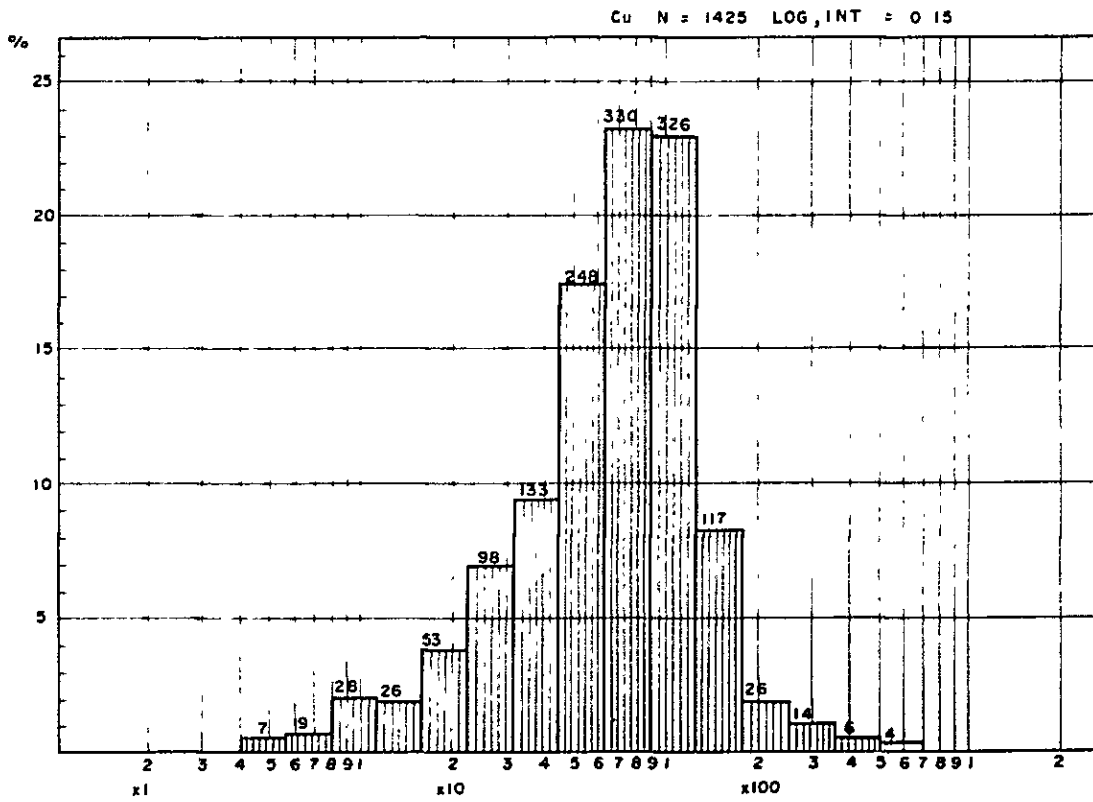
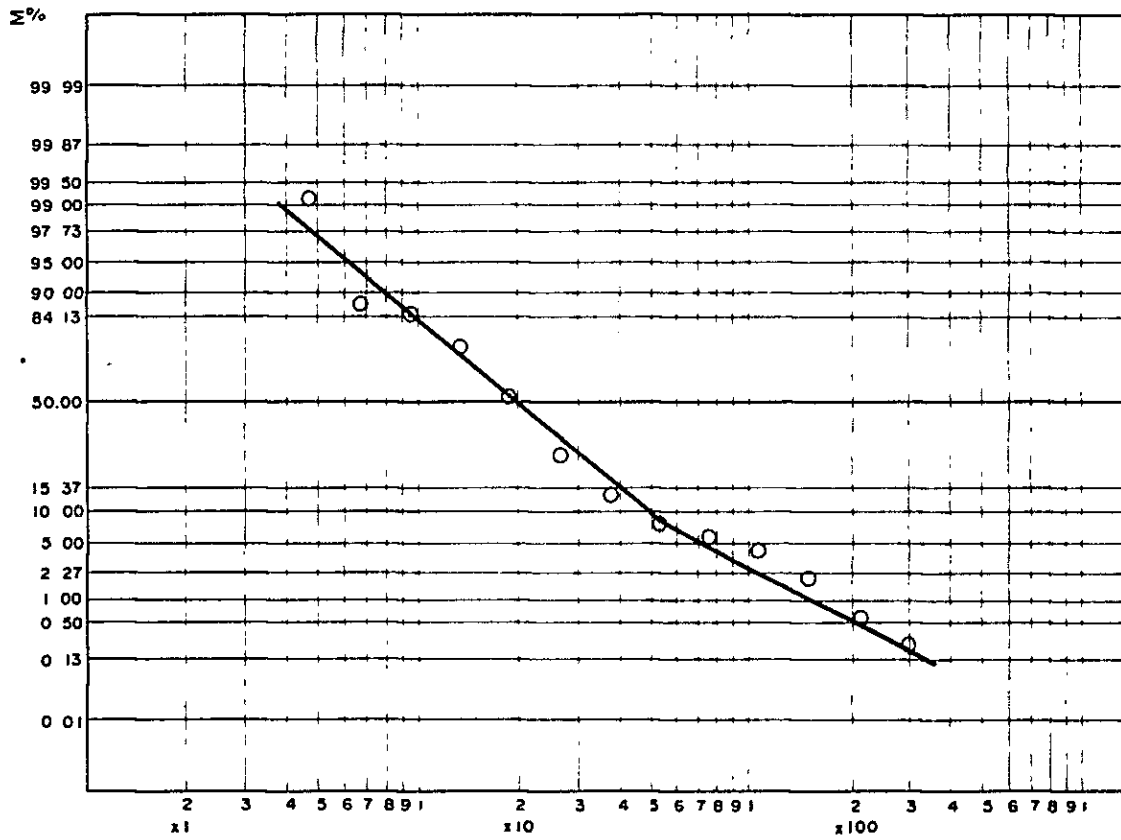


Fig. 4-B Statistic analysis of geochemical data (Cu)

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION FOR Pb



HISTOGRAM FOR Pb

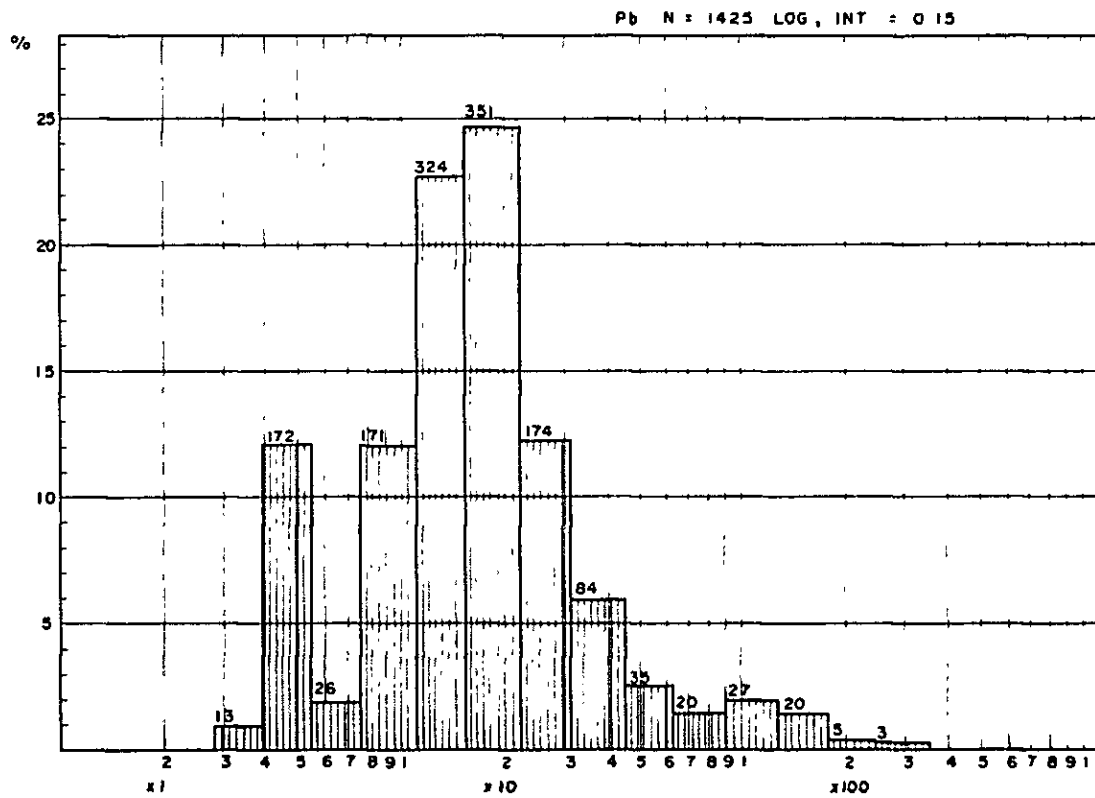
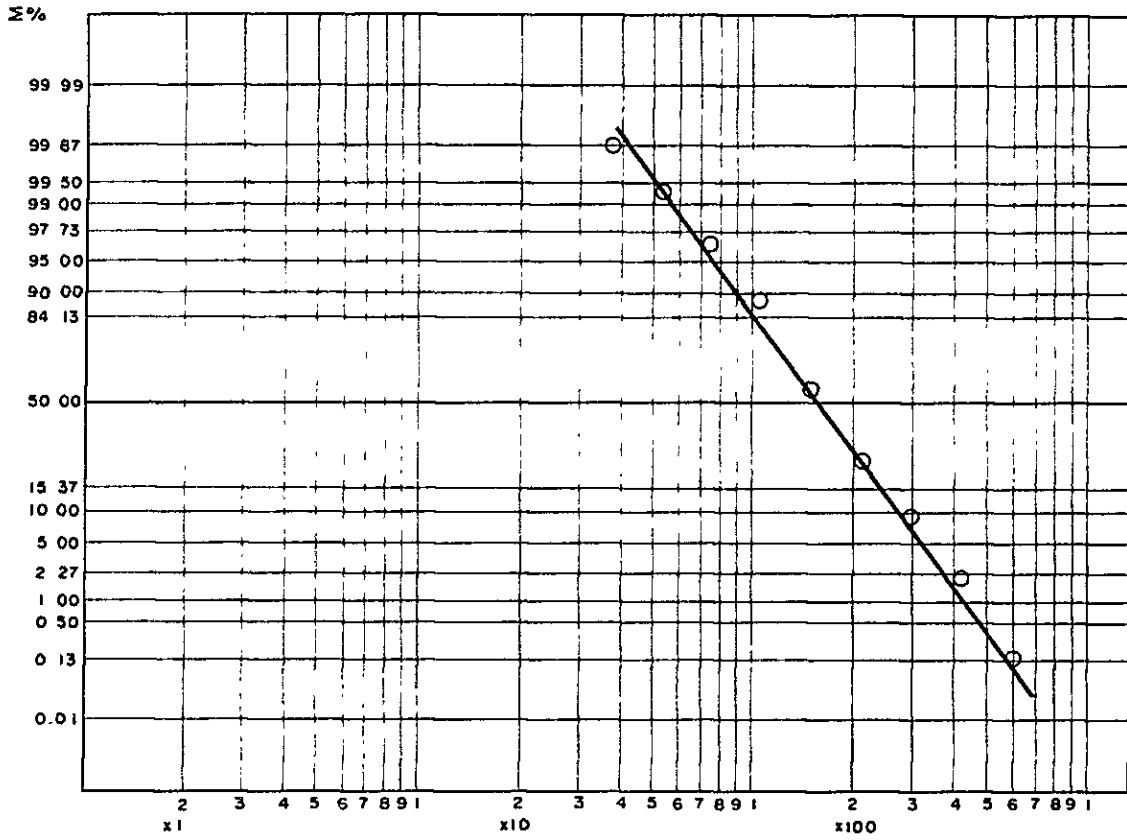


Fig. 4-C Statistic analysis of geochemical data. (Pb)

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION FOR Zn



HISTOGRAM FOR Zn

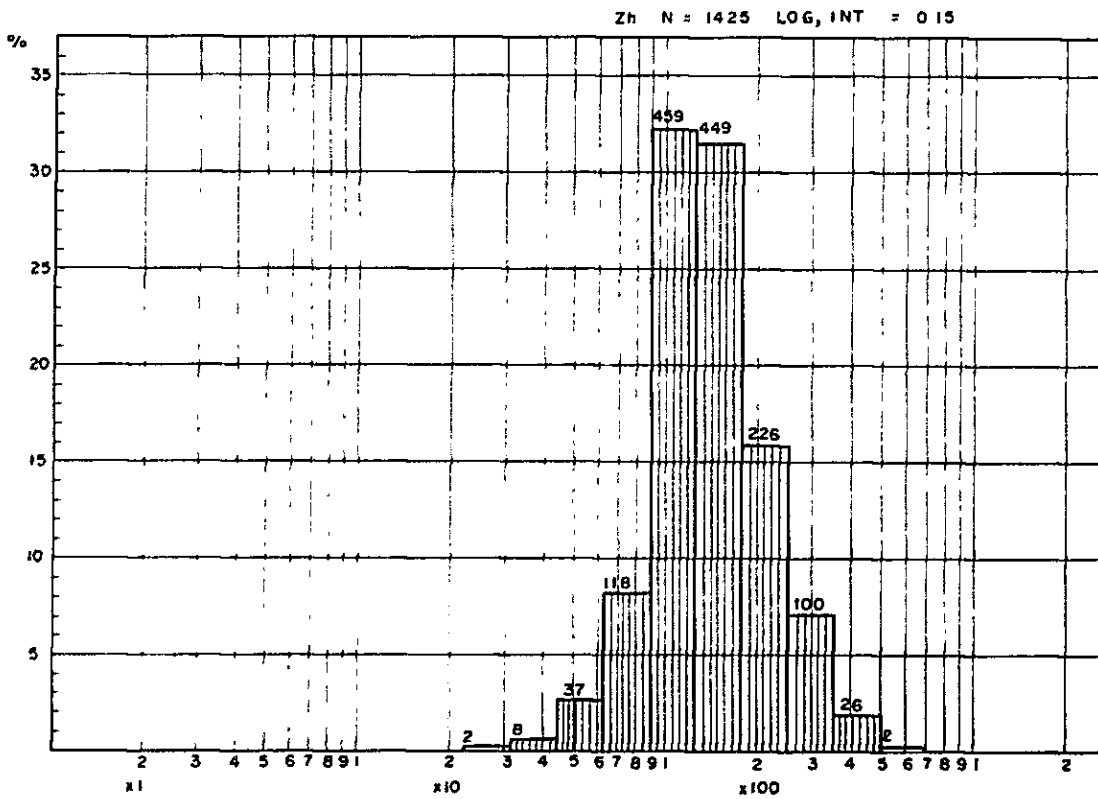
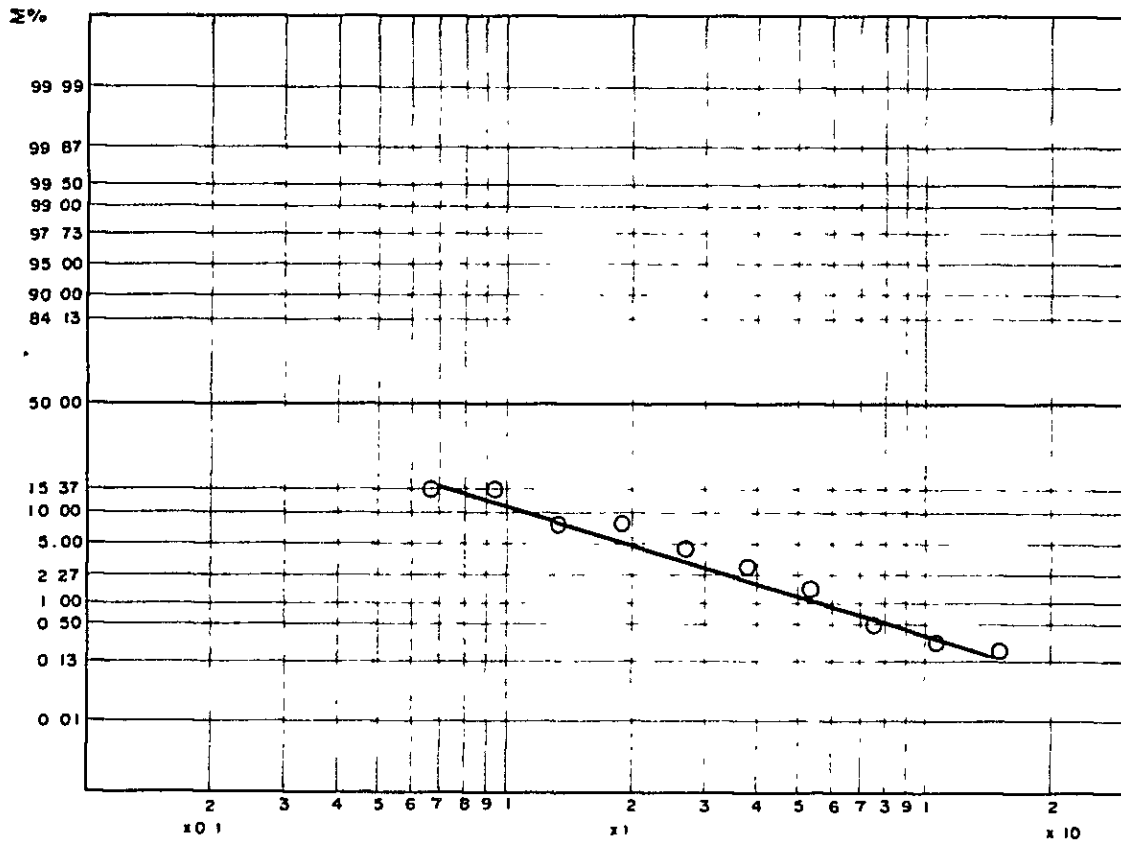


Fig.4-D Statistic analysis of geochemical data.(Zn)

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION FOR Mo



HISTOGRAM FOR Mo

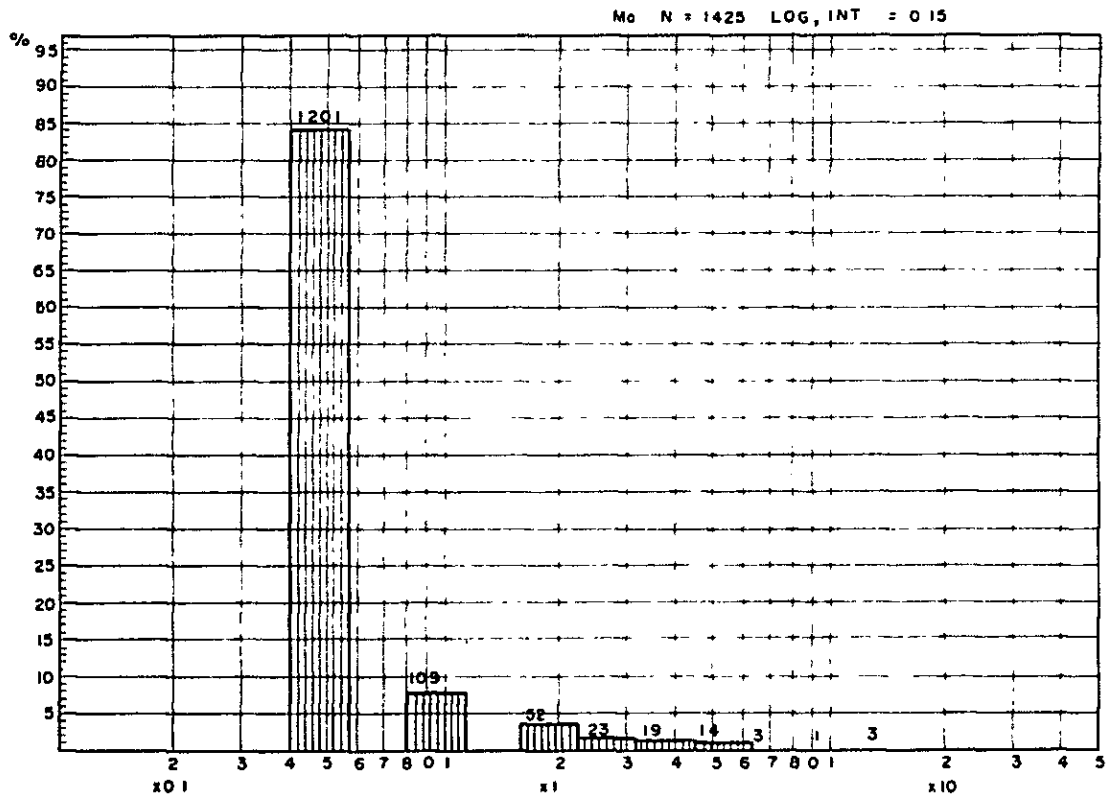


Fig.4-E Statistic analysis of geochemical data (Mo)

Pb	3 4 2 8	7 3.1 1
Zn	2 0 9.4 1	3 1 9.1 5
Mo	1.0 3	1.7 5

各元素の分析限界は，Auは0.1 ppm，Cu，Pb，Zn，Moは1 ppmである。実際の異常値のしきい値は次の様になる。

	$\bar{X} + S$	$\bar{X} + 2S$	(単位 ppm)
Au	1.4	5.2	
Cu	1 3 1	2 6 9	
Pb	3 4	7 3	
Zn	2 0 9	3 1 9	
Mo	1	2	

異常域はこれらの異常値が集中的に分布する地域とした。

4-3-2 異常域の解析

前節の異常値を採用し，PL. 4-2にCu，Mo，Au，PL. 4-3にPb，Znの地化探異常値分布図を示す。これをもとに各元素ごとの異常域を抽出し解析した。

(1) Cu, Mo, Au

各元素毎の異常値の個数は次の通りである。

	使用試料数	弱異常試料数	強異常試料数
Cu	1,4 2 5	1 2 2	1 9
Mo	1,4 2 5	1 0 8	1 1 5
Au	2 4 9	3 3	1 3

Auは分析限界が0.1 ppmなのでそれ以下の試料は0 ppmとして統計処理を行ない，対数計算をしたため使用試料数が大巾に少ない。又，Moは分析限界が1 ppmで，分析値の>1 ppmが8.4%を占め，かつ分析値が1 ppmきざみとなっているため，強異常値と弱異常値との試料数が逆転している。

異常域として抽出された地域を調査地域の東部から西部へと列記すると以下の如くである。

()内は異常元素を表わす。

- ① Cristal 川上流域の Nevada 沢 (Au)
- ② Cristal 川下流域の La Verde 沢 (Cu, Mo)
- ③ Telembi 川下流域の Blanco 川 (Cu, Mo)
- ④ Telembi 川中流域 右岸の支沢 (Cu)

- ⑤ Telembi 川中流域 左岸の支沢 (Mo)
- ⑥ Telembi 川上流域 (Mo)
- ⑦ Gualcala 川中流域 (Mo, Au)
- ⑧ Gualcala 川下流域 右岸 Gualcala E (Cu)
- ⑨ Gualcala 川中・下流域 左岸 (Cu, Mo)
- ⑩ Gualcala 川下流域 Santa Rosa 川 (Cu)
- ⑪ Ramos 川中・上流域 (Cu, Mo)

Cu の異常域として抽出された 7 地域のうち、②、③、⑧、⑩、⑪の 5 地域はいずれも緑色火山岩類中に酸性—中性火成岩の小岩株が分布しており、貫入岩の一部及び周辺に顕著な黄鉄鉱化作用が認められる。斑岩銅鉛床型の鉛化作用が存在し得る、重要な要精査地域であると考えられる。

異常域④は 1 支沢中に限られる弱異常帯であり、広がり狭く小規模な鉛化作用に起因するものと考えられる。

異常域⑨は、Gualcala 川の左岸一帯に延長南北方向 10 km 強に亘り点在する Cu 主 Mo 従の異常域であって、判然としたまとまりのある地域を抽出することが困難である。局地的な弱い、恐らくは裂目沿いの鉛化作用に起因するものと考えられる。

Mo の異常域は 7 地域抽出されるが、このうち②、③、⑪の 3 地域は、Cu 異常域と重複する斑岩銅鉛床型鉛化作用地域を示している。

異常域⑤、⑥、⑦は Piedranca 花崗閃緑岩の分布する地域及びこれに由来する川砂堆積物が多量に存在する地域を示している。異常域⑨については Cu の項で説明した。

Au の異常域は東部地域の 2 地域である。

異常域①は、下流に Concordia, Floresta, Socorro 等の金山を擁す鉛床地帯であり、本流域には上記と同種の鉛床存在が大いに期待される。

異常域⑦は、Gualcala 川が西流から北流へと急角度で折れ曲がる地帯に当り、河川勾配が緩く、兩岸に 0.5 km—1 km 巾の Piedranca 花崗閃緑岩の巨礫を有する河床堆積物が分布している。

本流域の最上流には往時盛んに採掘されたという Bombona 金山が存在することから、これに由来する漂砂型金鉛床の存在を示唆するものと考えられる。

(2) Pb, Zn

各元素毎の異常値の個数は次の通りである。

	使用試料数	弱異常試料数	強異常試料数
Pb	1,425	98	68
Zn	1,425	165	165

異常域として抽出されるのは下記する9地域であるが、異常値のレベルとしては、Pbの最大値325 ppm、Znの最大値585 ppmと比較的低く、Pb、Zn鉱床の存在を直接指示するものとは考えられない。

- ① Cristal 川上流域の Nevada 沢 (Zn, Pb)
- ② Cristal 川下流域の La Verde 沢 (Zn)
- ③ Telembi 川中流域 (Pb, Zn)
- ④ Telembi 川下流域の Blanco 川 (Zn)
- ⑤ Gualcala 川中流域 (Pb)
- ⑥ Gualcala 川中流域の Ramos 沢 (Pb)
- ⑦ Gualcala 川下流域の Blanco 川 (Pb, Zn)
- ⑧ Gualcala 川中流域の Carbonera 沢 (Pb)
- ⑨ Ñambi 川流域の支沢 (Zn)

異常域①は、Pb、Znの複合異常域で、上流側にZn、下流側にPbの異常値が濃集しており、かつAuの異常域と重複している。Pb・Znは本流域に存在すると予測される金鉱床の指示元素を示しているかも知れない。

異常域②、④は既述したCu異常域と重複する。異常域③、⑤は共に、Telembi、Gualcala 両川が大きく流れの方向を変える地帯の上流側に位置し、河床勾配が緩やかな地帯を占めている。

上流域からの運搬作用により異常域が出来たものと考えられる。異常域⑥、⑧には、比較的まとまりの良いPb異常値が存在するが、これらの地域は、風化の進んだ火山砕屑岩の地帯であり、母岩中の微量成分が濃縮されたためであろうと推定される。

異常域⑦はPb、Zn複合異常帯であるが①と同じく上流側にZn、下流側にPbの濃集部が観察される。

本地域には裂隙沿いの強黄鉄鉱化作用が認められており、これに伴う弱Pb・Zn鉱化作用が原因でないかと考えられる。

異常域⑨は広範囲に亘る弱Zn異常帯であるが、⑥、⑧と同じ風化の進んだ火山砕屑岩が分布している。母岩中の微量成分の濃集であろうと推定される。

4-4 バイキノリン法による地化学探査

鉍徴を示す露頭や転石などよりアノマリー地区を把握するには限界がある。且つ調査地域が広いため、鉍化示徴地帯を現地に於いて知り、調査及びサンプリング密度を上げる等の措置を講ずるため、現地踏査・川砂試料採取時にバイキノリン試験による冷酸抽出銅の簡易分析を行った。今回実際に行なったバイキノリン試験方法は次に述べる如くである。川砂2gを計量スプーンで20ml有栓試験管に入れ、抽出液(酢酸ナトリウム・3水塩25gに酢酸50mlを加えて純水で500mlにする。pH=4)を10ml加えて激しく2分間振盪する。その抽出溶液を濾過し、20ml有栓試験管に濾液を受ける。濾液(検液)2mlに塩酸ヒドロキシアミン溶液1ml緩衝溶液(酢酸ナトリウム・3水塩400gと酒石酸カルシウム・ナトリウム100gを純水で1ℓとする)10ml加えた後、バイキノリン溶液(イソアミルアルコール500mlに22'バイキノリン溶液0.1gを50℃に加熱して溶かした溶液。)1mlを加えて2分間激しく振盪する。検液は2相に分離して有機相が着色する。その色調を肉眼で比較するが比色用標準溶液として3ppm, 6ppm, 9ppmのCu 2,2'バイキノリン溶液をカプセルに封じたものを日本国内で作成携行した。

本調査により、Cristal川流域のLa Verde, Telembi川流域のBlanco川下流部, Gualcaia川下流域のTigre-Blanco沢, Nambi川流域のRamos中流域にて、顕著な異常値の集合部が認められた。これらの地域は、地質調査、川砂分析結果によっても要探鉍地域として取り上げられるもので、本調査は銅鉍徴地抽出のために有効な方法であった。

第5章 パンニング調査

5-1 調査の目的及び調査方法

調査地域内には、数々の稼行金鉱山が存在することが知られており、又斑岩銅鉱床型鉱床には、しばしば金を伴う事例もある。金を指示元素として、鉱化帯を抽出すべく、河川砂の椀掛け調査を実施した。

採取地点は地化学探査の試料採取地点と同一箇所とし、バテアと呼ばれる直径30cm-40cmの木製皿を使用し、3回のパンニング操作を行って重鉱物を集め、含有される金粒個数を肉眼で数えた。

5-2 調査結果の解析

調査の結果、採取した重鉱物中に金粒が観察された地区は下記の通りである。

(1) Cristal川流域

Cristal川本流は、上流から下流のTelembi川合流点迄全域に亘り、金粒が観察された。併し、この川の沿岸には多数の金鉱山があり、今でも所々で地元民による川砂からの金採取が行なわれている。(但し、採取量は僅量であって、家族ぐるみの作業の収量が辛じて糊口をしのごに過ぎない。)この他、最上流域のNevada沢、Transveal沢、中流域のTigre沢及びその東隣沢、中下流域のPatoquilia沢、Canellera川に於けるパンニング調査でも金粒が発見された。

(2) Vargas川流域

中流域のTabano金山に通じる沢及びその近傍上流地の2カ所で金粒を認めた。

(3) Telembi川流域

本流域では、上流域のDiamante金山近傍及び中上流域Desquite, El Paraiso両金山の近傍沢にて金粒が観察された。

本流中では、下流域に位置するVargas川との合流点より、上流へ約4kmの地点で椀掛金採取をしている現地人が居り、此処でも金粒が認められた。

(4) Gualcala川流域

本流の中流域にて金粒が観察された。

上記地区以外では、金粒は観察されず、特に調査地域の西部一帯では、金粒は全く観察されなかった。

以上の地区で観察された金は、いずれも単体分離した1乃至2個の自然金で、粒径1mm~0.0Xmmの扁平状を呈し、パンニング皿の底部に黒色磁鉄鉱と共に集るため、鑑定は比較的容易である。

本調査による、金粒観察地区は大部分、既知金鉱床存在箇所の下流域である。

しかしながら鉱山の知られていないCristal川上流 Nevada 沢、及びGualcala川中流域では、少量ながら金粒を認めており、これらの地区の河川堆積物の分析結果でも、数ヶの金異常地点が発見されておるので、両地区には未知金鉱床の存在が期待される。

尚、採取したパンニング試料は、カウンターパートとの約束に基づき、全量INGEOMINAS Popayan 支局に引渡した。

第6章 鋳床・鋳徴地

6-1 概 説

本調査地域に賦存する鋳床・鋳徴地は Table 5 に示した通りである。鋳床の形式に従って大別すれば次の2つのグループに集約することが出来る。

斑岩銅鋳床型鋳徴 La Verde, Rio Blanco, Gualcala-E, Santa Rosa, Ramos 鋳徴地区

含金多金属鋳脈型鋳床 Diamante, Desquite, Bombona, El Salado, El Tabano, Concordia, Patoquilia, Floresta 鋳山

6-1-1 斑岩銅鋳床型鋳徴

バイキノリン法による銅鋳徴地探査, 転石, 露頭地質調査, 川砂地化学探査結果により La Verde 以下5ヶ所の鋳染銅鋳化地区を発見, 抽出することが出来た。

これらの地区は, 調査地域の西部にあって, ほぼNE-SW方向に並んで分布する。鋳化母岩は, 白亜系火山岩類及びそれに貫入せる閃緑岩, 花崗斑岩などから成る。鋳化作用は, 黄鉄鋳を主とし, 黄銅鋳を少量伴い, 所により輝水鉛鋳が認められる。

母岩の変質作用は, 緑泥石化作用, 絹雲母化作用, 珪化作用, カオリン化作用が認められ一部に二次的生成とみられる黒雲母が見られる。黄銅鋳が肉眼的に観察出来る露頭はどの鋳化地区でも稀なので鋳化規模や品位はまだ不明である。

6-1-2 含金多金属鋳脈型鋳床

これらの鋳山は更に, Cristal 川流域にある El Tabano, Concordia, Patoquilia, Floresta 鋳山の如く優勢な石英脈にやゝ量的に少い黄鉄鋳を主とする硫化鋳物を伴う鋳脈と, Diamante 鋳山に代表される閃亜鉛鋳を比較的多量に含み, 石英のやゝ少い鋳脈型鋳床とに分けられる。いずれにも金を5~15 g/t 含有し, 金鋳山として開発され, 大部分は現在も小規模ながら稼行されている。又, いずれにも含砒素鋳物を伴う。これらの鋳脈鋳床は, 一部の鋳山を除いて手掘りによる小規模稼行なので, 調査を加えればまだ多くの鋳量を埋蔵し, 品位にも興味のもてる鋳山があり得る。

6-2 鋳化帯各説

6-2-1 La Verde 鋳化帯

本鋳徴の所在地は, 調査地域の東部図幅中の最北部に位置している。

Cristal 川に合流する2本の支流 La Verde, Sergia 両河川に挟まれた東西幅約1 km の

Table 5 Mineralization Showings In the Surveyed Area

Name (Evaluation) Main mineral	Location (Map)	Grid posi- tion (Figure)	Area of mi- neral. & al- teration (Area to be surveyed) km ²	Number of geochemical samples in anomaly				Geological comments
				El.	Wk.	st	Tt	
1. La Verde (Prospective) Cu, Mo	North-central (FL. 4-2-E, No. 2) (FL. 4-3-E, No. 2)	E920N654 (Fig. 6-A)	1.2x1.2 (1)	Cu Mo Zn	8 6 10	2 4 5	19 19 19	Abundant py with rare cp and Mo are visible in network of small veinlets, in porphyrite and porphyritic diorite.
2. Rio Blanco (Prospective) Cu, Mo	North-central (FL. 4-2-E, No. 3) (FL. 4-3-E, No. 4)	E915N645 (Fig. 6-B)	2x5 (11)	Cu Mo Zn	5 2 11	9 8 1	18 18 20	Anomaly is in the diorite intrusive with quartz veinlets. Limits of mineralization toward NW and SE are not determined.
3. Gualcala-E (Prospective) Cu	North-central (FL. 4-2-W, No. 8)	E906N640 E909N638	1.5x1.5 1 x 1 (3.3)	Cu Mo Pb Zn	30 0 9 5	0 0 0 0	83 83 49 49	Two anomalies are extracted from Agua-Tigre and Rio Blanco. Mainly altered andesite is their country rock. It is relatively low grade anomaly but wide area.
4. Santa Rosa (Prospective) Cu	North-western (FL. 4-2-W, No. 10)	E902N642 (Fig. 6-C)	1 x 3.5 (3)	Cu Mo	9 1	0 1	22 22	Microdiorite is suffered chloritization and pyritization with relatively poor Cu mineralization and very poor molybden.
5. Ramos (Prospective) Cu, Mo	Western (FL. 4-2-W, No. 11)	E897N637 (Fig. 6-D)	1 x 1 (2)	Cu Mo	5 1	3 7	8 8	Southern part of porphyritic granodiorite (1.5x2km ²) is mineralized with py-cp-Mo. Contact zone is more oxidized but central part of intrusive is very fresh.
6. Nevada (Prospective) Au	Eastern (FL. 4-2-E, No. 1)	E933N637	1 x 3 (15)	Au Zn Pb	3 2 4	3 6 1	12 12 12	The area is on the south of the Concordia-Floresta gold mines, and in black slate and shale. There is not known old mine.
7. Gualcala-Middle Au	South-central (FL. 4-2-E, No. 7) (FL. 4-3-E, No. 5)	E912N632	0.5x 4 (2.5)	Au Mo Pb	5 11 4	1 9 18	36 36 24	Boulders and gravels of granodiorite are abundant in wide valley, and the old gold mine "Bombona" is to the south-East upper stream. Placer gold deposit will be prospective.
8. Diamante mining area (Prospective) Au, Zn, Cu	South-eastern (FL. 1-E)	E930N625 (Fig. 6-E)	0.8x2.5 (2)					The principal vein has 600m and more length with direction of N 60W dipping to N60W, with 1.2m to several meters wideness. Au (3.3-32.0g/t), Zn (1-2%), Cu (0.3-1.5%), and As (0.5-32.0%) are main constituent elements of ore mineralization. Only superficial soft oxidized ore has been mined in small scale.
9. Bombona mine (Area very re- quired detailed survey) Au, Zn, Cu	South-eastern (FL. 1-E)	E922N623	1 x 2 ? (2)					No geological survey has been carried out, but as the most famous old mine, this had a record of gold production up to twenty and more kilogram a month in past. Being similar to Diamante mine, it may expect considerable remained sulfide ore reserves.
10. Desquite mine Au, Zn	Eastern (FL. 1-E)	E925N630	0.2x0.3					Gold bearing sphalerite-pyrite vein with 0.2-1.0m wideness and 250m length is in small scale mining. Vein occurs in granodiorite and E-W is general direction, and dipping steeply.
11. Concordia mine Au	Eastern (FL. 1-E)	E932N642 (Fig. 6-F)	0.5x0.5					One milky white quartz vein with breccia had been mined in several decade years ago. It contents 10 g/t Au in 20-200cm.
12. El Tabano mine Au	North-eastern (FL. 1-E)	E924N644 (Fig. 6-F)	0.3x0.3					Slow dip--horizontal milky white quartz vein, 0.5-2m wideness, has been mined out almostly. North corner of tunnel has a quartz pyrite vein with 76 g/t Au and 50cm wideness, which is now producing small tonnage by 10-15 miners.
13. Floresta mine Au	Eastern (FL. 1-E)	E932N642 (Fig. 6-F)	0.1x0.1 (Old mining area: 0.5 x 0.5)					A milky white quartz vein (20-30cm) with a few sulfide is principal source (Au 10g/t) for Socorro Plant, located at 500m NW from Floresta tunnel. Many other old adits distribute nearby.
14. Patoquilla mine Au	North-eastern (FL. 1-E)	E925N650 (Fig. 6-F)	0.2x0.2					Narrow white quartz vein is in black shale, dislocated by several fault. Sulfide part with its oxide contains more Au.
15. Telembi-middle- north Cu	East-center (FL. 4-2-E, No. 4)	E920N638	1 x 2	Cu Mo	5 0	0 1	5 5	Weak copper anomaly is checked in a valley only. It may be an indication of vein like mineralization. No appears Au anomaly.

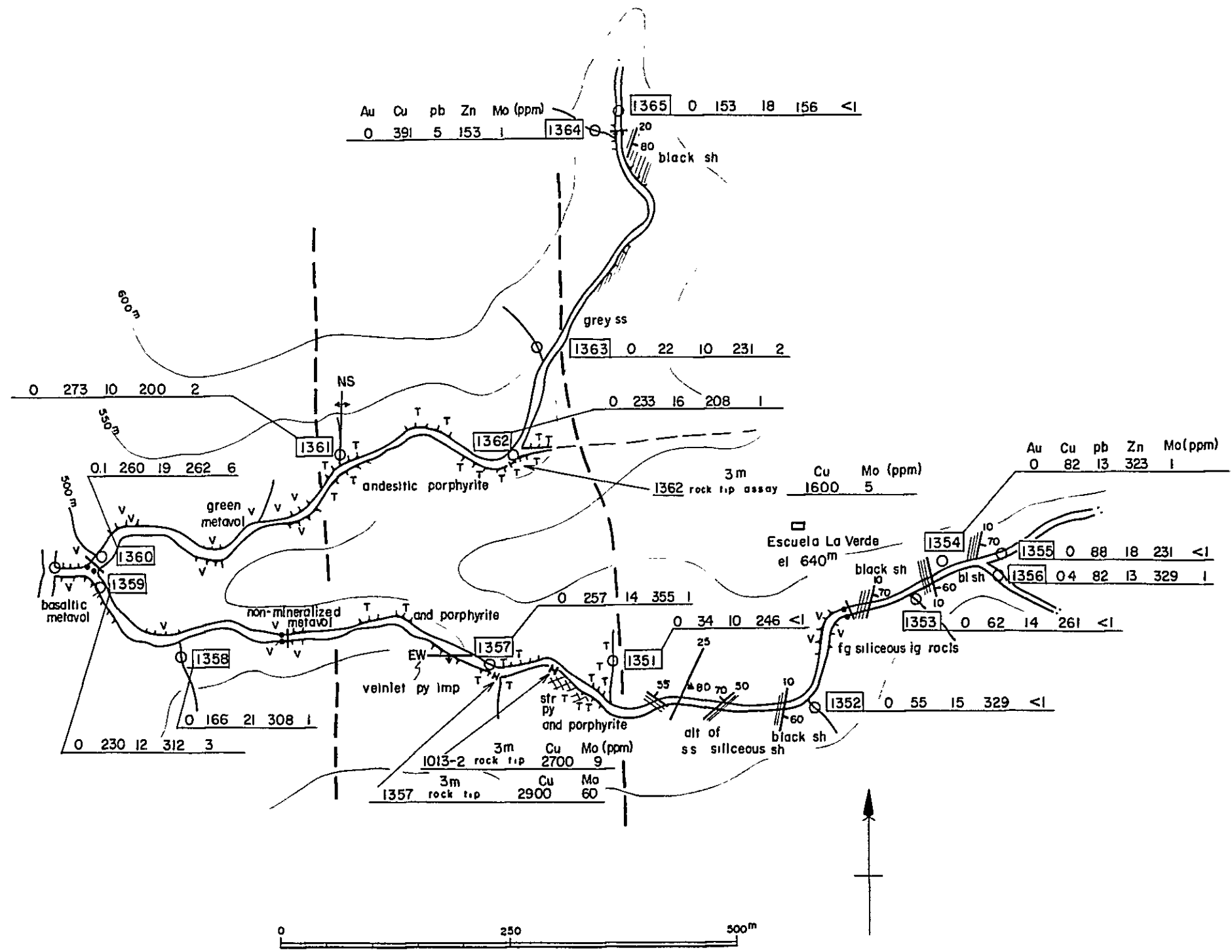


Fig. 6 - A Geological sketch of mineralization showing
: La Verde prospective area

地区内が鉍化変質帯で、顕著な露頭が La Verde の支沢中に在り、黄鉄鉍鉍化を主とし若干の銅を含む鉍染鉍化帯である。

地質は下位層は暗黒色一見砂状を呈するところがある、含橄欖石玄武岩、上位層は一般走向傾斜 N10°E60°E の黒色頁岩・細粒砂岩互層が分布する。(Ref. 6-A)

鉍化帯は上記地層の境界部に貫入した安山岩質玢岩及び中粒閃緑岩を母岩とする。本岩体は南北方向に伸長し、東部境界は黒色頁岩の走向を切るが、西部境界は漸次黄鉄鉍鉍化が弱まり、明瞭な鉍化変質の変化点がなく、又風化により露頭岩石も明瞭でないで、岩相の境界を識別できない。

併し乍ら、地化学探査結果から、概略の範囲を推定すれば鉍化帯の広がり東西幅 300 m、南北延長 1000 m 強と考えられる。又露頭のチップサンプル (3 m 間、30 cm 毎に 1 掘みずゝサンプル採取) の分析結果は次の値を示した。

サンプル番号	採取長	分析値	
		Cu (%)	Mo (ppm)
1013-2	3 m	0.27	9
1357	3 m	0.29	60
1362	3 m	0.16	5

当地域の鉍化作用は、貫入岩に随伴し、裂隙充填及び鉍染状を示す斑岩銅鉍床型であるが、鉍化規模はやゝ小さい。

6-2-2 Rio Blanco の鉍化帯

Telembi 川から Rio Blanco 上流約 4.5 km 迄の間にバイキノリン異常及び川砂地化学探査異常が認められた。付近は細粒石英閃緑岩から成り、石英細脈の発達や 2 次雲母の生成が認められる。鉍化帯の範囲は 2 km × 5 km 程度と見られるが、未だ北西端、南東部の境界が把握されていないので明瞭でない。露頭には黄鉄鉍と共に微量の黄銅鉍も認められる。更に地化学探査で Mo 強異常地域をともなっており、斑岩銅鉍床型示徴地区と考えられる。

尚、バンニングにより金粒を認めており、今後の調査に注意を要する。

6-2-3 Gualcala-E 鉍化帯

Gualcala 東岩の支流 Agua Tigre から Blanco 川にかけて安山岩を母岩とする黄鉄鉍の鉍化帯が認められる。鉍化作用の範囲は、バイキノリン法による銅の地化学探査異常帯として、広範囲に及ぶことが認められ、川砂試料の分析結果により、異常域として Agua Tigre の流域で 1.5 km × 1.5 km、Rio Blanco 流域では 1 km × 1 km を抽出した。付近の安山岩類は弱い広域変質をうけ、角閃石が一部緑泥石に変わっているが、鉍化帯中では、更に珪化、粘土化 (緑泥石・モンモリロナイト・絹雲母)、緑簾石化が認められる。(Ref Fig. 5)

鉍化帯は、厳密に言えば均質な鉍染体ではなく、割目支配が強く、良く鉍化している場所では割目の密度も大きくなっている。割目の方向は、 $N60^{\circ}-70^{\circ}W$ 、 $N40^{\circ}-50^{\circ}E$ の2系列が卓越しており、特に鉍化の強い部分は数m程度の幅である。

6-2-4 Santa Rosa 鉍化帯

本鉍化帯は、調査地域の北西部に位置し、調査地域を南東方向から北西方向に縦貫する Gualcalca 川下流域の支流である Santa Rosa 川に発見された。

現段階での調査は主要沢沿いの地質概査及び河川堆積物採取であって、鉍化帯の広がりの方ほうは把握されていない。

鉍化作用は、閃緑岩中の節理沿い及び母岩中への鉍染状を示す黄鉄鉍(主)、黄銅鉍(従)鉍化である。閃緑岩は、粒径 $1mm\sim 2mm$ の角閃石・黒雲母を 20%~30%含む細粒閃緑岩である。上流域に於ける川砂試料採取番号 204 の地点より、黄鉄鉍鉍染した閃緑岩が断続的に露出し、調査終点(採取番号 214)迄約 1.2 km 間続いている。(Ref. Fig 6-C)

鉍化閃緑岩は、 $5cm\sim 10cm$ 間隔の節理が入り、節理面及び母岩中に黄鉄鉍がフィルム状及び斑点状に鉍染している。

1部、黄鉄鉍と共生する黄銅鉍が観察される。

母岩の変質は緑泥石化・若干のカオリン化・珪化が認められるが、全般に弱く初生有色鉍物の肉眼識別が可能である。鉍化作用の型式からみて、斑岩銅鉍床型鉍床の示徴であるが、未だ外縁部の変質作用、鉍化作用を示しておると考えられ今後の精査が必要である。

6-2-5 Ramos 鉍化帯

Ramos 川本流のほゞ中流に閃緑岩乃至花崗閃緑岩の貫入岩体があり、やゞ楕円形をなすと思われる貫入岩体の南西及び南東部に黄鉄鉍、黄銅鉍、輝水鉛鉍の鉍化地帯がある。バイキリン試験での含銅示徴も認められたが、川砂試料分析結果、この付近の試料数 8 ケの内、Cu の弱異常値 4 ケ、強異常 4 ケが検出された。Ramos 川西岸、異常帯中の沢には酸化した珪化岩、所謂“ゴッサン”状の露頭、及び粘土化した破碎帯等が見られる。このような変質岩石の露頭を含めて鉍微地としての範囲は約 $0.5 \times 1 Km$ である。

然しながら、Ramos 本流及び東に延びる支流 Mirador 川中の花崗閃緑岩質貫入岩体の中心部には、節理面に黄鉄鉍の鉍化が認められるが、銅鉍物はほとんど認められず、破碎も少なく比較的新鮮である。

東岸 Sardinera (サルディネラ)川に於ける Sample №102 の点では、暗緑色の変質安山岩が、緑泥石化、黄鉄鉍化及び黄銅鉍化作用を受けて居るのが見られ、黄銅鉍は節理中にフィルム状に付着した状態で比較的多量に晶出している。川砂分析値は №102A は Cu 305, Mo 6

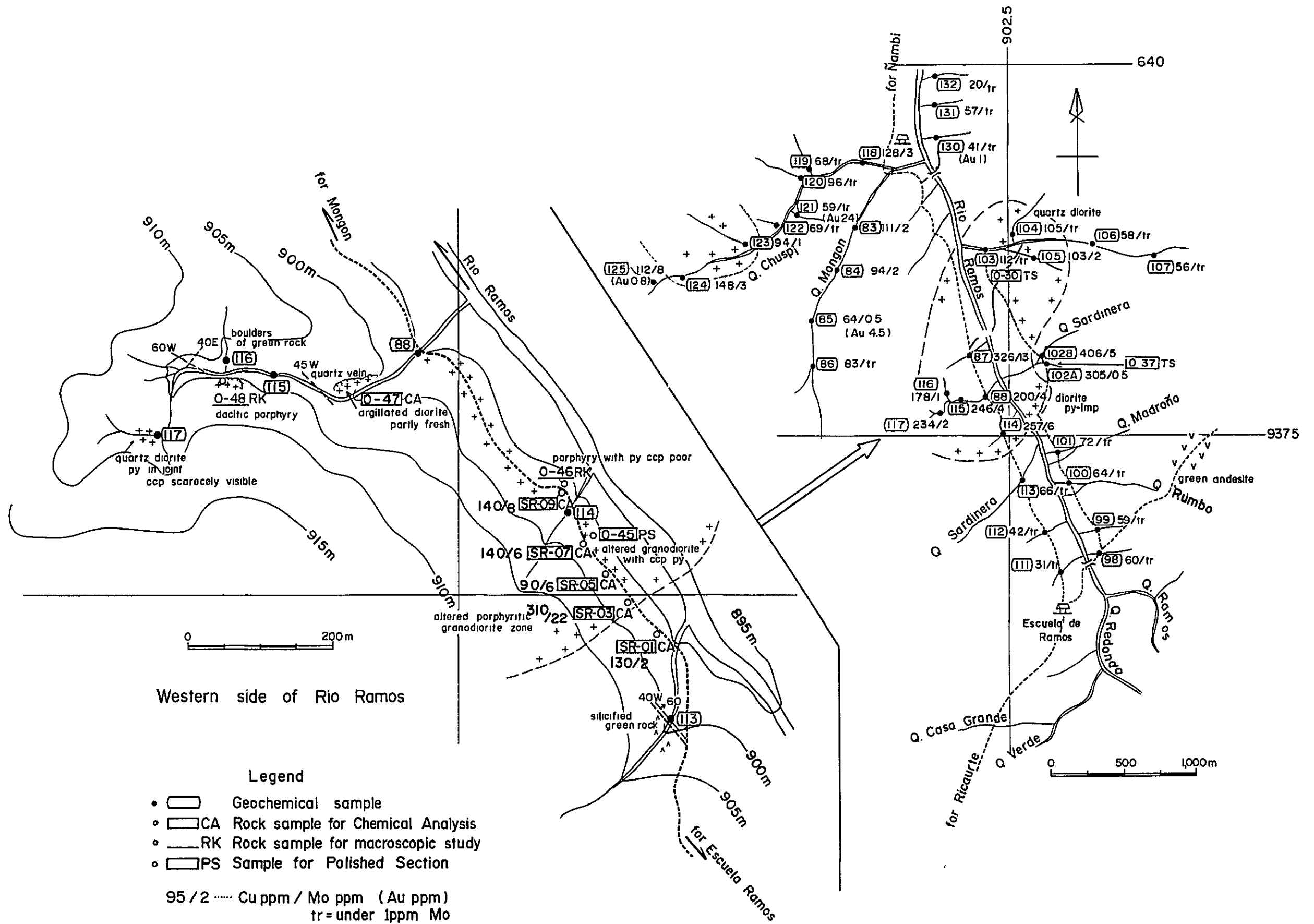


Fig. 6-D Geological sketch of mineralization showing ; Ramos prospective area

で、 $\#102B$ はCu 406, Mo 5 (夫々 ppm)であった。但し、母岩内部にはほとんど鉍染が見られず、顕微鏡観察結果でも、閃緑岩貫入時の接触変質作用によると考えられる透角閃石様角閃石、絹雲母及び磁鉄鉍のみが認められるに過ぎない。(Ref. Table 6, $\#0-37$)

西岸の沢中、川岸の粘土化せる変質岩露頭のサンプリング(0-47, 水平2m, 5cm幅, チャンネルサンプリング)分析結果はCu 370 ppm, Mo 7 ppmの値を示した。また川砂試料採取位置 $\#88$ と $\#114$ の間で50m間隔で採取せる土壌試料5ケの内4ケの分析値はCu 90 ppm-140 ppm, Mo 2 ppm-8 ppmと低く、1ケのみCu 310 ppm, Mo 22 ppmであった。

現在迄の所、これらの分析値からは全体的に鉍化作用が弱い印象を受ける。しかしながら、未だ鉍化圏の形状が不明であって、鉍化の中心部を見出すため更に精査を行うことが必要である。

6-2-6 Diamante 鉍山地帯

調査地域東南隅を占めるGualcala山周辺には鉛・亜鉛・銅鉍物を少量伴う金・銀鉍山・Diamante, Desquite, Bombona, El Salado (エルサラド)等が分布する。今回此の地区の鉍床地質の概要を知るため、これらの中のDiamante 鉍山の調査を行った。(Ref. Fig 6-E)

Diamante 鉍山はSanta Cruz町の南西、直巨約4kmにあり、Telembi川の最上流Diamante 沢中に存在する。標高2500mから2700m迄の間に旧坑多数分布し、近年の金・銀の価格上昇に伴い、それらの旧坑の内、4ヶ所が取開けされ、旧坑内充填研の再探掘や探鉍が行なわれている。延長約1kmの間に4ヶ所の探掘場とその処理のための水車動力による粉砕・磨鉍・パンニング金採取工場等(4ヶ所)がある。Hormiga (ホルミガ), San Rafael (サンラファエル), Auxiliadora (アウシリアドーラ), Diamante, Gualquilia (ワルキリア), San Sebastean (サンセバステアン)と呼ばれる作業場内の入坑可能な坑内を概略調査し、切羽面の簡易スケッチを行い、試料を採取して分析及び顕微鏡観察を行った。鉍脈周辺岩石は全般的に灰緑色安山岩質岩石で塊状緻密であり、鉍床はその中の断層性裂隙充填鉍脈であるが、各坑内に見られる鉍質には若干づゝの相違が見られ、以下に列挙するような特質がある。

- | | |
|---------------|---|
| San Rafael 坑 | 幅50cm前後、傾斜 $40^{\circ}\sim 70^{\circ}N$ 、珪質で硫砒鉄鉍、閃亜鉛鉍に富む。 |
| Hormiga 坑 | 幅20cm~100cm、黄鉄鉍、硫砒鉄鉍に富み、粘土脈を伴ない、膨縮顕著である。 |
| Auxiliadora 坑 | 塩基性安山岩質岩石が破碎を受け、それに硫化物(主として黄鉄鉍)を伴なり珪化作用が行なわれている。主要裂隙(Ref. Table |

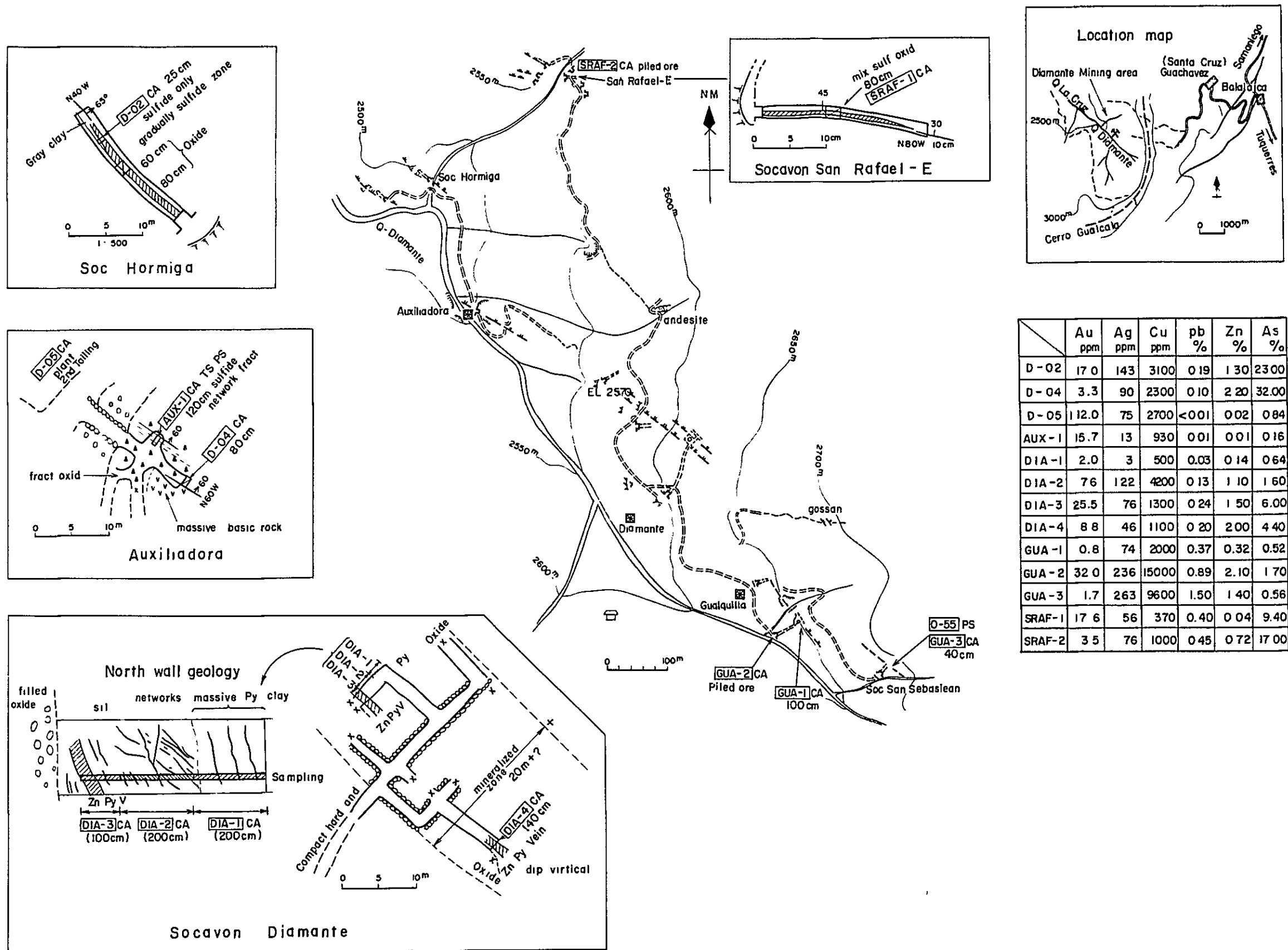


Fig. 6- E Geological Sketch of mineralization showing : Diamante mining area

6 Sample (AUX-1) の走向 $N 60^{\circ}W$, 傾斜 $60^{\circ}NE$ 。角礫化した岩石の間を埋める部分には石英安山岩状に見える所があり、酸性貫入岩体があって、それ自体が破碎・鉍化している可能性があり興味深い。

Diamante 坑 約 $100m$ の X-cut の奥部で幅広い鉍脈帯 ($20m+$) に逢い、既存旧坑から、採掘し易いものを抜き堀り、選鉍処理を行っている。水車選鉍場には、 $2m$ のテーブル比重選鉍機が1台設置されている。又硫化鉍からの膏化法による金採取も一部試験中である。奥部北側の壁には東側に塊状の黄鉄鉍、中央にやや粘土化した母岩中に石英-閃亜鉛鉍-方鉛鉍の細脈が数条不規則に分布し、西側に約 60° 東方に傾斜する幅 $70cm \sim 80cm$ の緻密な閃亜鉛鉍-黄鉄鉍-硫砒鉄鉍-石英の鉍脈がある。更にその西側には充填された旧坑があり、そこには酸化したおそらく粘土質の黄鉄鉍の多い鉍脈があったものと推定される。これらを合わせた鉍としての全幅は $20m$ 以上となる。その奥部の南向き切羽 (DIA-4) には、幅 $140cm$, 緻密な閃亜鉛鉍、黄鉄鉍鉍脈が観察された。

Gualquilia 坑 $40m$ の X-cut にて旧坑に当り、その南向き切羽には、幅 $100cm$ の閃亜鉛鉍-黄鉄鉍-石英脈があり、ほぼ垂直でその西側に白色珪質の細い岩石を伴う。

San Sebastean 坑 最南端にある旧坑で、標高も最も高い。鉍脈は幅 $40cm$ でほぼ垂直、石英質で閃亜鉛鉍、方鉛鉍の他四面銅鉍を伴う。鏡下では閃安鉛鉍も認められ、砒素の含有も高い。また南の方が銀が多いように見受けられる。

これら相互の関係としては、Auxiliadora 坑と Diamante 坑奥部の鉍化帯 (Diamante 主脈と仮称) は走向、傾斜関係から連続するものと考え、他の鉍脈は夫々枝脈である可能性が強く、Diamante 主脈は Gualquilia から北東約 $200m$ の路傍にある“ゴッサン”がその延長と予想され、今後調査が必要である。また北西、南東の両延長についてはまだ探鉍の余地がある。

現在、各坑口から出鉍される鉍石量は手掘り採掘のため極く少量であり、水車選鉍処理量にも限度がある。また金粒の採取率も良好とは云えない。例えば Auxiliadora 選鉍場でのパンニング2回後の尾鉍中にまだ $112g/t$ の金が含まれていた。(Ref. Table 6 (AUX-05))

Desquite 鉍山は、Diamante 沢の下流約 $7km$ の Telembi 川東岸にあり、十数人にて稼行

中である。鉍石はDimante 鉍床と類似の構成鉍物、即ち閃亜鉛鉍、方鉛鉍、黄鉄鉍に少量の硫砒鉄鉍を含み、金を含有する。今回坑内調査は行っていないが、鉍脈は1本、走向E-W系で延長約250m、脈幅20cm~50cm、母岩はDimanteとは異なりPiedrancha花崗閃緑岩である。盤際は粘土化を受け、金粒はX線マイクロアナライザーによればAu:Ag=約60:40である。(Ref.Fig.8-B, Fig.9)

この他、含金鉍脈中に閃亜鉛鉍、硫砒鉄鉍、その他の鉍物を伴う鉍山として、Dimante西方約8kmに所在するBombona 鉍山及び南東約4kmに所在するEl Salado 鉍山等がある。

6-2-7 El Tabano-Concordia 鉍山地帯

調査地域北東部を流れるCristal川流域には多数の古い金鉍山があり、一部は最近のブームによって再開発中の鉍山もある。中でも、中流のSande部落南方Vargas川への峠付近にあるEl Tabano 鉍山は数十年前に、水力発電所を有し、機械採掘、選鉍が行なわれ、往時の盛況が住民によって伝えられている。現在も十数名によって、手掘り採掘であるが、稼行が継続されている。現在稼行中の坑道は標高約1250mにあり、坑内略図はFig.4-F-(1)に示した如くで、鉍脈は非常に緩傾斜、時には水平に近い厚さ50cm-200cmの乳白色石英脈からなる。その中に10cm×20cm前後の角礫、亜角礫を含み、それを囲むように黄鉄鉍がリング状に沈殿したものや、石英脈の上盤、又は下盤々際に5cm-30cmの黄鉄鉍層を作り、その中に金が含まれている。母岩は、坑内では限られた部分のみしか観察出来なかったが、玄武岩質安山岩や凝灰岩等からなる緑色岩類に閃緑岩が岩株状又は岩脈状に貫入して居り、その後生じた緩傾斜裂隙を充填する形で石英、黄鉄鉍の鉍化が行なわれた。鉍山の地表、用水路カッティング及び坑内には、白色のアブライト質岩脈が多数認められた。(Ref.Table 7 頁0-24, 0-25) 金品位は、サンプル採取位置で非常に差があるが、現場採掘中の一切羽の品位は脈幅50cmでAu 160g/tであった。極く微量の硫砒鉄鉍を含むが、閃亜鉛鉍等は非常に少ない。

Concordia 鉍山は、更にCristal川の上流、Socorro 選鉍場から約2km上流Nevada川との分岐点にあり、この鉍脈も硫化鉍物の少ない乳白色石英を主とする。傾斜も緩く、母岩は黒色粘板岩層である。

その他、Socorro 選鉍場の鉍石を出鉍しているFloresta坑は、Concordia 鉍山との中間南岸にあり、この付近には北岸にも多数の旧坑がある。又、下流Patoquilia沢の北岸にあるPatoquilia 鉍山の鉍脈も、10cm-20cmの細脈だが乳白色、黄鉄鉍を伴う石英脈である。鉍脈は黒色頁岩中であって多数の断層によって転移されている。(Ref.Fig 4-F)

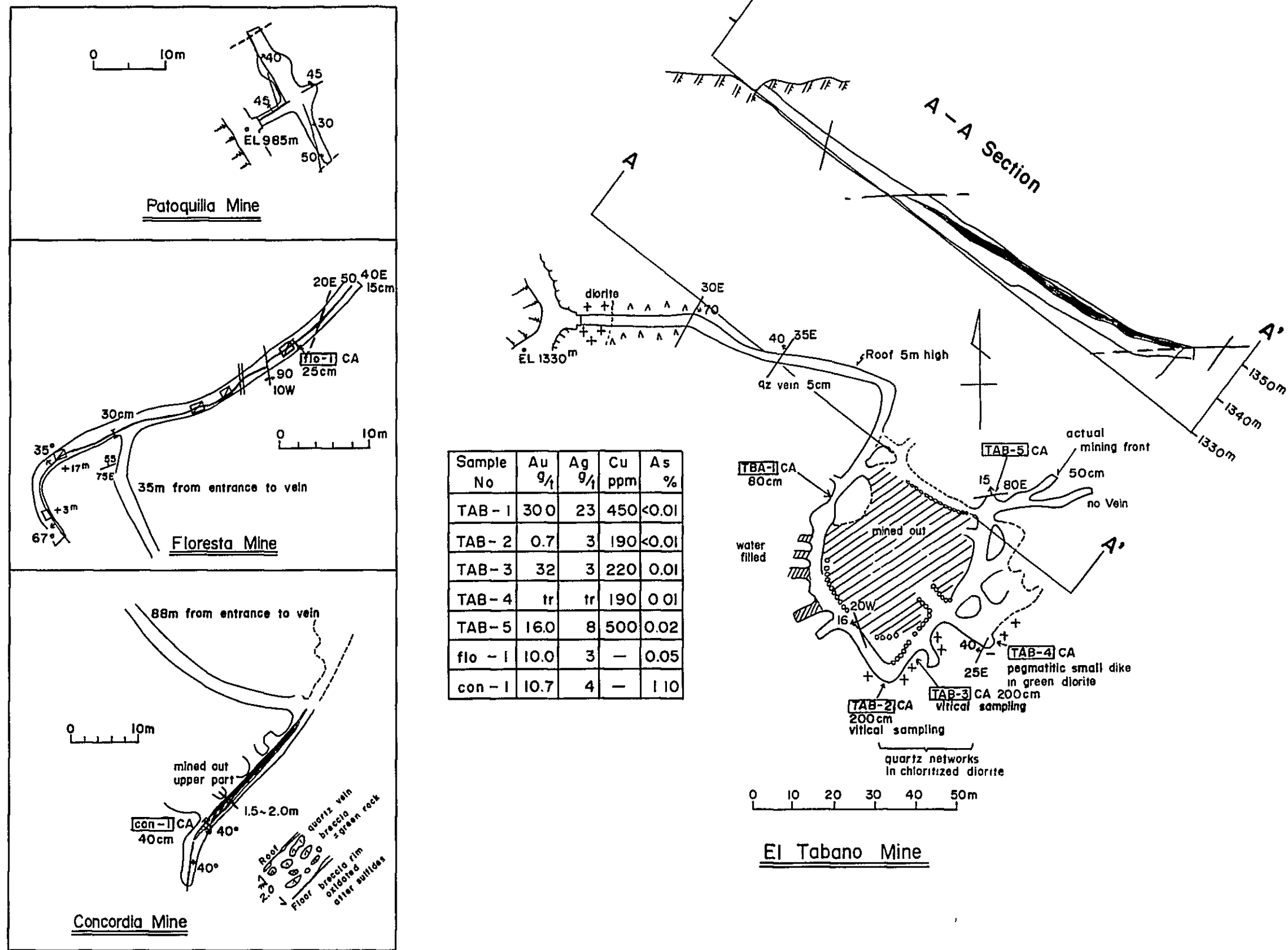


Fig. 6-F Geological sketch of El Tabano, Patoquilla and Concordia mines

第7章 総合検討及び結論

7-1 地質と鉍化作用についての考察

調査地域内の地質分布は、中央や、東寄りから東部に弱変成頁岩堆積岩層、西部一帯が凝灰角礫岩、玄武岩、安山岩等からなる緑色火山岩類が分布し、東部中央に Piedrancha 花崗閃緑岩及び Carellera 閃緑岩が貫入している。

鉍化作用は、この東西の地層の相違と調和して夫々に異質なものが分布する。即ち、東部には含金多金属鉍脈型鉍床があり、西部には斑岩銅鉍床型鉍徴地が分布する。又、含金多金属鉍脈型鉍床は、北東部と南東部で鉍質が若干異なり、北東部の鉍脈群は乳白色石英質鉍脈で、南東部のものは閃亜鉛鉍等の硫化鉍物を比較的多く含む。南東部の母岩は、灰緑色安山岩を主とし、細粒砂岩、頁岩等よりなり、一般的に珪化作用を受けて塊状を呈する。粘板岩等の堆積岩類の特徴が見られなかったので、一応地質図では緑色火山岩類としたが西部の集塊岩状凝灰角礫岩とは若干異なって居り、将来見直し調査が必要である。Diamante 鉍山付近には比較的新鮮な角閃石安山岩も見られることから、時代的に新しい岩石が分布している可能性もある。

一方、地質調査基礎資料と写真地質解析結果を総合した当地域の地質構造線は、NE-SW、NW-SE、及びNNW-SSEの3方向に集約される。地域的には東部ではNNW-SSE系が優勢で、西部ではNE-SW系が卓越している。3方向の構造線の内、NNW-SSE系の連続性が比較的良く、最も新しい生成である。NW-SE系とNE-SW系とは東西性圧縮力に対する最大剪断応力線として共役関係にあることが地層の転移方向から認められる。これらの断層線は、およそ7km間隔で発達しているが、今回抽出された5ヶ所の銅鉍徴地区は、Ramos 銅鉍徴地から La Verde に至るNE-SW系断層帯に沿って分布し、NW-SE系の断層帯との交点付近に所在している。このNE-SW方向には、多数の構造線が認められ約7kmの間が断層帯の様相を呈している。

東部の金鉍脈と構造線との関係としては、北東部の乳白色石英質鉍脈では、一般的に緩傾斜で方向に規則性がなく、且つ断層で切られて連続性に乏しい。南東部の多金属性の鉍脈は、まだ不明の点が多いが、断層による転移が少なく、同種の鉍脈である Desquite 鉍脈は Piedrancha 花崗閃緑岩体の中に生じている。Piedrancha 花崗閃緑岩体には大きな断層がなく、主要構造線が形成された後の貫入岩体と考えられるが、以上のことから、硫化鉍物類に富む鉍脈は Piedrancha 花崗閃緑岩体貫入以後の生成であることが明らかだが乳白色石英質金鉍脈は、同岩体貫入以前の生成である可能性がある。即ち、金鉍床の生成期は2期あった可能性がある。

斑岩銅鉍床型鉍徴地には、Gualcala-E地区を除き、閃緑岩若しくは細粒花崗岩類の貫入があり、それに関連して黄鉄鉍、黄銅鉍、輝水鉛鉍の鉍化作用がある。これらの岩体の形状や断層構造との関連についてはまだ判っておらず、検討出来る資料に乏しいので、それらの貫入

時期については不明である。これらの小規模貫入岩体の岩相は非常に多様性があるが同一ではないが、同一構造線上に分布する、同質鉍化作用に関連する、の2点から同一地質時代と考えてよいと思われるが、Canellera川中流に露出する、黄鉄鉍、黄銅鉍を伴なり、やゝ斑状の閃緑岩岩脈（Sample No 0-17）の同位体年代測定では29百万年を示した。これはPiedrancha花崗閃緑岩体よりも若干古い。

又、金鉍床の存在が斑岩銅鉍床探査の端緒となることがあるので、El Tabano, Concordia, Diamante鉍山等をその観点からも調査したのであるが、そのような徴候を示す現象は見受けられず、試みに採取したサンプル（例えばTAB-2, 3, 4）にも銅含有はごく微量にしか含まれて居らず、又原岩の変質も、珪化、絹雲母化等斑岩銅鉍床型に伴なりものは見られなかった。また、前記5ヶ所の銅鉍徴地に於いては、川砂試料中の金の異常値は共存せず、全く独立した分布をなしている。但し、これらの銅鉍化作用と石英質金鉍化作用の時代的な差異についてはまだ検討出来る資料が無い。

7-2 従来の調査結果との対比

調査地域には、レーダー写真から作成した10万分の1水系図のみしか無かったが、今回現地調査を行うに当たって人工衛星カラー写真像、一部ではあるが空中写真を使用、及びレーダー写真の読み直し等を行なって5万分の1簡易水系図を作成し、更に現地調査結果を加えて修正し、河川名、部落名等も明かにした。今までの水系図では、西部が南方へ約10kmずれた位置を占めて居り、又、Vargas川、Telembi川等の沢名の誤りを修正した。

地質調査においては、上部層である堆積岩層が東部に於いて著しく褶曲して沈み込み、弱変成を受け、その沈み込みの地帯に、Piedrancha花崗閃緑岩体が底盤状に貫入したものであることが明らかとなった。従来の地質図では、逆に背斜構造をなした所に貫入岩体の進入があると見られていた。即ち変成岩層をDagua groupとして、緑色火山岩類を主とするDiabases層の下位にあるものと考えられていた。

又、地化学探査により、銅モリブデン鉍徴地を西部に5ヶ所捕捉したが、UNDP-INGEO-MINAS 調査の結果によるCu-Mo異常値のNo 49 (Rio Blanco), 51 (Ramos) の2ヶ所が重複したと考えられるが、他は確認出来ず、新たに3地区を発見することとなった。鉛、亜鉛異常については、本流上流の旧鉍山からの汚染、母岩中の微量成分の濃集及び銅・金鉍徴に関連あるものの3種の異常域が抽出された。金については、全く未開発のNevada沢に今後調査すべき地域を抽出することが出来た。又、Gualcala中流に漂砂金鉍床の可能性ある地区を抽出した。

又、現在小規模稼行中の金鉍山の内、東南部に所在するDiamante鉍山地帯の鉍脈には、閃亜鉛鉍、方鉛鉍その他の有用金属鉍物を相当量含むにも拘らず、採選鉍の困難さから掘り残さ

れて居り、将来の発展性を有する鉱床として調査探鉱を行う十分な価値があることを見出した。

7-3 結論及び将来への展望

7-3-1 結論

本年度の調査結果は以下の如く綜括することが出来る。

- (1) 本地域の地質は下位の緑色火山岩類が西部を占め、東部を占める上位の堆積岩類が強く褶曲作用を受け広域の変成作用を蒙り、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 箇所を抽出出来た。
- (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 NE-SW 系断層群の発達した線上に配置する。
- (4) 金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。

7-3-2 将来への展望

本地域の第 2 年次の調査には、以下の如き調査が必要である。

A) 斑岩銅鉱床型鉱徴地区 (La Verde, Rio Blanco, Gualcala - E, Santa Rosa, Ramos) は、主要河川沿いに川砂試料異常値が発見されたのみで、鉱化の範囲、地質の詳細、鉱化の特徴等を知る必要があるのでこれらに対し；

- Ⅰ) 地質中精査 2 千分乃至 5 千分の 1 にてルートマップを作りながら調査し、1 万分の 1 地質図を作成する。
- Ⅱ) 地化学探査 尾根沿いに、ほぼ規則的な間隔で以って土壌試料採取による地化学探査。

以上により、次年度の物理探査、試錐探査、地質精査等の探査対象地区を抽出する。

B) 金鉱徴地区 (Nevada, Gualcala 中流)

2 つの地区は異なった鉱床型が期待されるので、夫々以下の如き調査を行うべきである。

- Ⅰ) Nevada 地区については、Anomaly 地区及びその上流を含め、より詳細な川砂地化学探査、パンニング調査、転石を含む地質精査を行ない、必要に応じトレンチ等を実施する。
- Ⅱ) Gualcala 中流地区は、金、モリブデン、鉛の 3 元素の異常域が重複して居るが現地は広い河原となって花崗閃緑岩の転石が多量に堆積している所である。上流にある Bombona 鉱山からの金、鉛と花崗閃緑岩からのモリブデンが沈積しているものと考え

られるが、経済的価値があるか否か慎重な調査を要する。先づ、異常域内の要所要所に
てピット・サンプリングを行い、経済的価値のある可能性があれば、異常域の地形図を
作成し系統的なサンプリング調査を行うべきである。

C) 合金多金属鉍脈型鉍床地区 (Diamante, Bombona, El Salado) は露頭延長、方
向、規模、品質等が不明で、且つ複雑鉍なので選鉍冶金上の検討も必要である。したが
って；

- I) 地質精査 鉍脈露頭の徹底追跡、坑内の調査、サンプリング等
- II) 地化学探査 土壌サンプリングによる潜在鉍脈延長の探査、鉍脈延長方向での川
砂試料による延長調査
- III) 試錐探査 露頭地下の鉍質、脈勢の調査方法として最も効果的
- IV) 物理探査 潜在露頭の探査、鉍脈肥大部の探査
- V) 鉍質調査 鉍床の成因的検討及び特に砒素の含有量が高いので選鉍上の問題点
を研究

本調査地域は、気候条件、地形条件が厳しいため開発が遅れて居る。しかしながら、今回の
調査によって当地域には鉍物資源、潜在のポテンシャルの高いことが明らかとなった。特に
銅・モリブデン鉍徴地区は西部の交通不便な地域に分布し、今後の探査、開発には多くの困難
を伴う。併し乍ら、もし良質の大規模銅鉍床を発見し開発することが出来れば、鉍山事業と
してのメリットのみならず、地域的な開発の原動力となることが出来る。又、合金多金属鉍脈
型鉍床は、現在小規模な稼行しか行なわれておらないが、実際にはもっと規模の大きい鉍床で
ある可能性があり、その探鉍と複雑鉍石の処理方法について技術協力を行うことは、速効性の
ある開発援助として地域開発に貢献し、且つコロンビア国内他地域の同種鉍床の開発振興にも
役立つことになる。

APPENDICES

- Fig. 7-A Photomicrographs of Thin Sections
- Fig. 7-B Photomicrographs of Polished Sections
- Fig. 8-A Photomicrographs of X-ray Microanalysis; 0 - 55
- Fig. 8-B Photomicrographs of X-ray Microanalysis; TH7bis
- Fig. 9 Chart of X-ray Diffractive Analysis
-
- Table 6 Results of Chemical Analysis of Ore Minerals
- Table 7 Description of Microscopic Observation on the Thin Sections and Polished Sections
- Table 8 Results of Analysis of Geochemical Samples
- Table 9 Results of X-ray Diffractive Analysis