

上海圖書館藏書

中國通商銀行

總行設在上海

民國七年

總行設在上海

上海圖書館藏書

LIBRARY

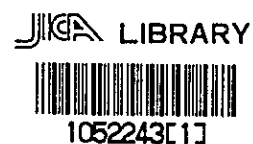
013
61
MNH

ホンデュラス共和国西部地区
鉍物資源開発基礎調査報告書

第 3 卷
(第 2 年次)

昭和54年 2 月

国際協力事業団
金属鉍業事業団



国際協力事業団	
受入 04. 0. 29 / 月日 '84. 8. 29	613
	66.1
登録No. 14337	MPN

は し が き

日本政府はホンデュラス共和国政府の要請に応え、同国西部地区の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質等の調査を実施することとし、この調査を国際協力事業団に委託した。事業団は本調査の内容が地質および鉱物資源の調査という専門的な分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に依頼することとした。

本調査は3ヶ年にわたり行われるものであるが、本年はその第2年次にあたり、上記調査の一環として、三井金属エンジニアリング株式会社佐久間正氏を団長とする11名からなる調査団を編成して、昭和53年5月15日より昭和53年10月6日まで現地に派遣した。

現地調査はホンデュラス共和国政府関係機関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、第1年次および第3年次の調査結果と併せて最終報告書の一部となるものである。

本調査の実施にあたって御協力をいただいたホンデュラス共和国関係機関ならびに通商産業省、外務省および関係各社の方々に衷心から感謝の意を表するものである。

昭和54年2月

国際協力事業団

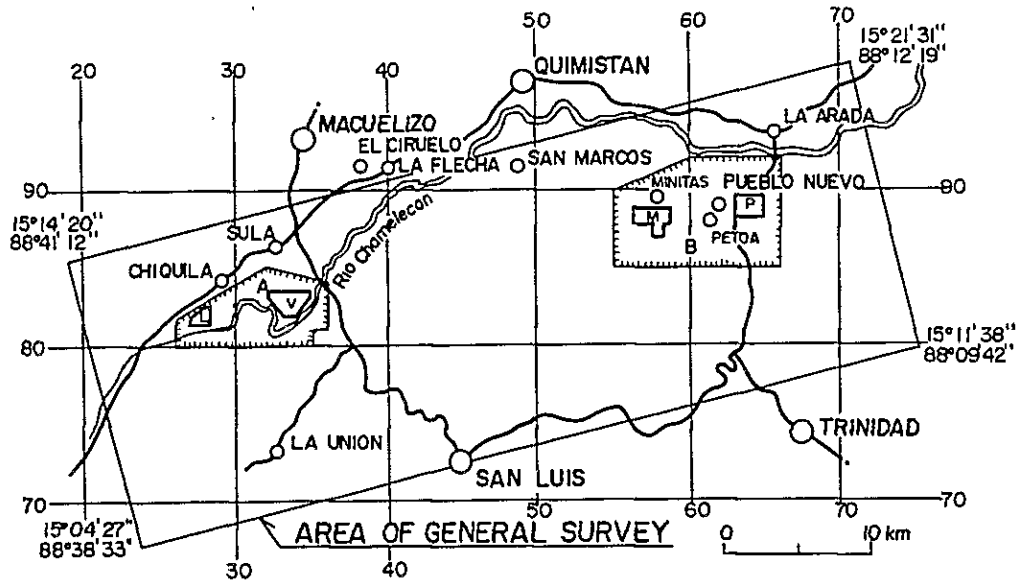
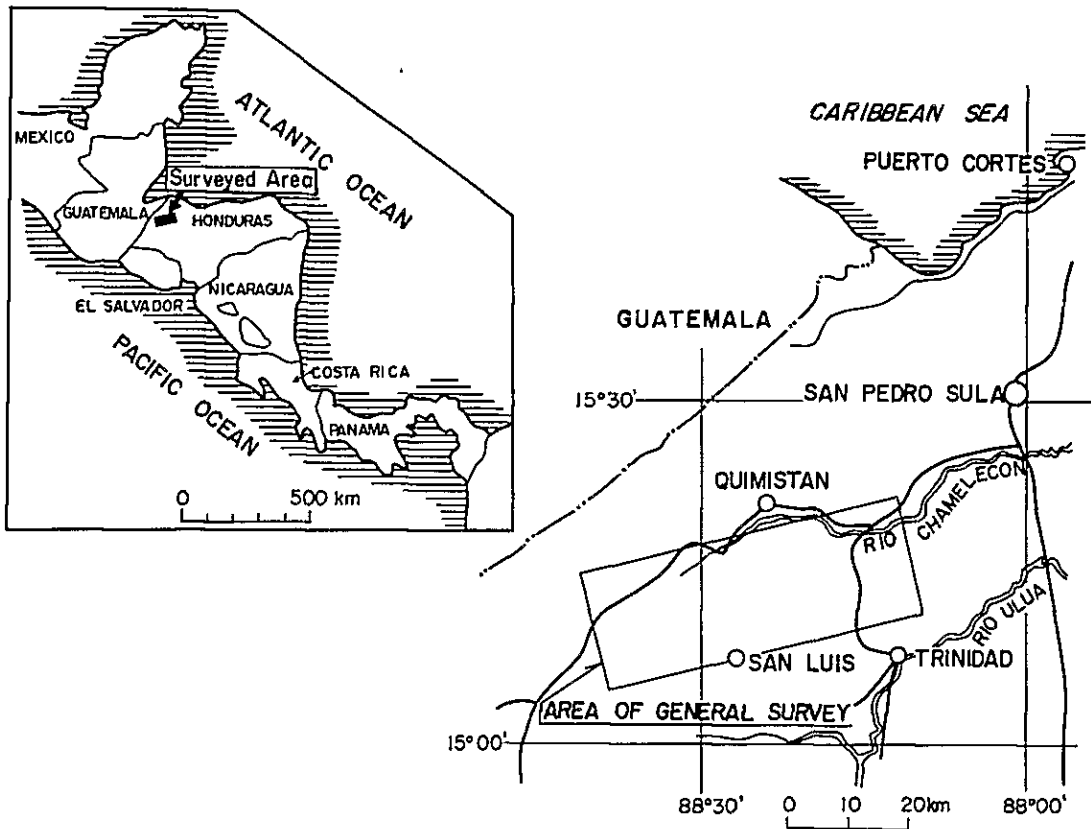
総 裁 法 眼 晋 作

金属鉱業事業団

理 事 長 西 家 正 起



Fig.1 LOCATION MAP OF THE SURVEYED AREA



1977 year	AREA OF SEMIDETAILED SURVEY (Chamelecon Area)	AREA OF SEMIDETAILED SURVEY (Petoa Area)
1978 year	AREA OF DETAILED SURVEY (Vueltas del Rio Sector)	AREA OF DETAILED SURVEY (Laguna Seca Sector)
	AREA OF DETAILED SURVEY (Minitas Sector)	AREA OF DETAILED SURVEY (Pueblo Nuevo Sector)

総合目次

はしがき

位置図

要約..... Ⅱ

総論..... I

各論

第1部 地質調査..... I-1

第2部 ボーリング調査..... II-1

APPENDICES

ATTACHED MAPS (別巻)



要 約

- (1) ホンデュラス共和国西部地区における鉱物資源開発基礎調査の第2年次調査として、前年度までの地質調査、地化学探査、物理探査（IP法）および試錐によって第1年次の調査地域内より抽出された4地域に対し、更に具体性の高い鉱物資源賦存の可能性の探求を目的として、地質精査およびボーリング調査がそれぞれ実施された。

抽出された4地域とはVuelatas del Rio（ブエルトス デル リオ）地域、Laguna Seca（ラグナ セカ）地域の西部2地域およびMinitas（ミニタス）地域、Pueblo Nuevo（プエブロ スエーボ）地域の東部2地域である。

- (2) 調査地域はホンデュラス共和国北西部に位置し、San Pedro Sula（サン ペドロ スーラ）市南方約75 kmに在り、海拔200 mより650 mに至る低山岳地で、地質構造区として中米北部山脈構造区に含まれる。

調査地域の地質は北側には古生代雲母片岩類、その南側にVuelatas del Rio層又はMinitas層、更にAtima（アティマ）塊状石灰岩層、Guare（グアレ）石灰岩・頁岩層が配列し、南部は何れも第三紀火山岩類Matagalpa（マタガルパ）層により被覆される。

古生代層と他層との境界付近はほぼ東西方向のPueblo Nuevo 衝上断層によって境され、この断層より南側幅約5 km以内の東西方向のゾーンに石英閃緑岩、安山岩、輝緑岩、石英粗面岩より成る岩脈又は岩株状火成岩類が東西方向を主とする方向に分布し一部古生層、中生層中に貫入し、変質作用、構造変化を与えている。

本地域内の鉱徴地は、前述火成岩類の一部に関連した鉱染銅鉛床型、銅・鉛・亜鉛・鉄・接触交代鉛床型、金・銅・鉛・亜鉛・鉄脈型が多く、その分布はPueblo Nuevo 断層南側周辺に偏在し、既知鉱徴地の大部分は上記4地域内に分布している。

- (3) Vuelatas del Rio 地域においてトレンチ併用の地質精査、ボーリング調査5孔計掘進延長2,004.1 mを実施した結果、Vuelatas del Rio層を詳細に区分して、次の地質事象が推論出来た。

すなわち、Vuelatas del Rio層は変成された凝灰岩、凝灰角礫岩、溶結凝灰岩、凝灰質砂岩・頁岩、安山岩、塩基性凝灰岩、輝緑岩などの火砕岩を主とする堆積岩類より成り、絹雲母化、珪化、粘土化等の変質作用を極めて強く受け、原岩の推定を極めて困難なものにしている。

北側は比較的片理が発達し、全体として東西方向を軸とする複合向斜構造を示すと推察される。

本年度のボーリングにより、53-1孔、53-2孔、53-4孔の各孔に銅1%以上を含有す

る鉍脈部分を確認し、特に53-3孔は深度104mより22m間にわたり銅の細脈鉍染部分が認められた他、亜鉛1.7%程度の合金鉍脈部も出現した。更に53-2孔および53-3孔に金を多量に含有する部分があり、金・銅・亜鉛の鉍脈鉍染型鉍床の最も期待出来る地域となった。

本地域南側地帯に、東西方向に金の旧坑群および地化学探査高異常帯を以って代表される破碎帯が推定され、また鉄汚染の強いゾーンが広く分布している。これら破碎帯の深部における鉍化状況の探査および浅所における金の動向を探求する為に、今後トレンチによる地質精査、ボーリング調査の実施が必要である。

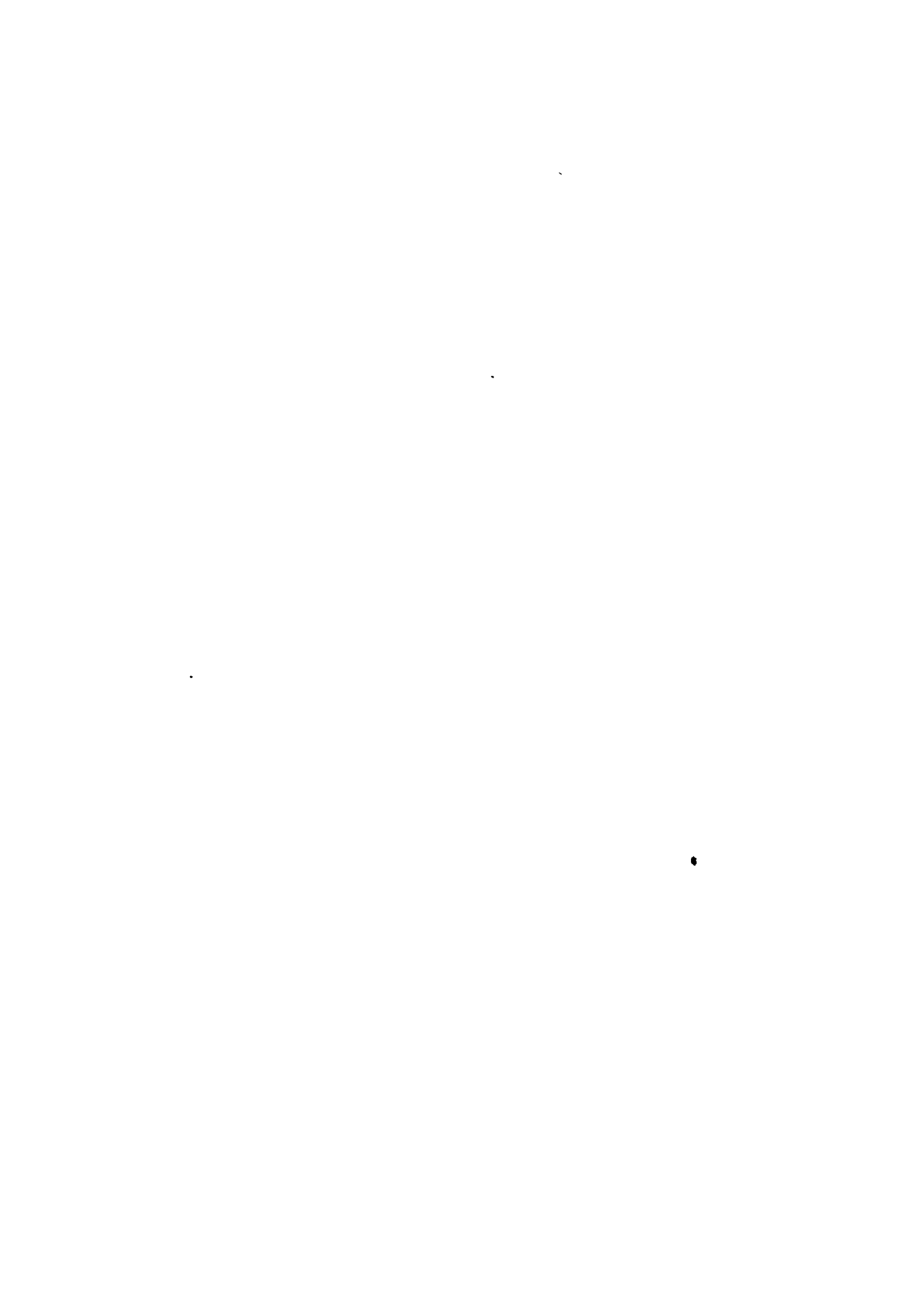
(4) Laguna Seca 地域において、トレンチ併用の地質精査を実施した。地域の北側には、古生代雲母片岩類が石灰岩レンズ層を挟んで分布し、断層を隔ててVuelatas del Rio層さらに南側に、Atima 石灰岩層が分布している。Vuelatas del Rio層とAtima層の境界付近は、地化学探査による銅、亜鉛の高異常帯があり、これは珪化作用を強く受けたゾーンに相当し、一部に鉄汚染の強い部分を含んでいるが顕著な鉍徴は未発見であり、積極的な有望性は少い。Vuelatas del Rio地域の結果を参照して探査の方針を定める地域と考えられる。

(5) Minitas 地域においては、トレンチ併用の地質精査、ボーリング調査3孔計掘進延長901.8mを実施し、次の点が判明した。地域内において従来閃緑岩類として一括されていた岩層類をMinitas層および花崗閃緑岩、斑岩類に分類を試みた。

Minitas層は変成安山岩および変成安山岩質火砕岩より成り、全体的に珪化、緑泥石化などの変質作用を受け、岩質の識別を困難なものにしている。これら変成安山岩類は、K-Ar法による年代測定の結果 224 ± 17 m. y. の花崗閃緑岩に貫かれており、二疊紀以前の古期岩と予想される。これらを被ってAtima石灰岩層が山腹、丘陵部に分布している。これらを買いて花崗閃緑岩質斑岩、閃緑斑岩、花崗斑岩の岩脈類が、北西-南東方向に各所に見られる。本地域南端部には第三紀Matagalpa火山岩類が被覆している。また、本地域には東西系、北西-南東系の断層、岩脈が発達する。

トレンチおよびボーリングによって、花崗斑岩、閃緑斑岩岩脈の周縁部にざくろ石・陽起石スカルン中に銅、鉛、亜鉛、鉄を伴う鉍化帯がMinitasよりMacutalo(マクタロ)にかけて存在することを確認した。ボーリング孔53-6孔には7m間緑泥石・緑れん石低品位スカルン、さらに53-7孔には石灰岩を挟むざくろ石・陽起石スカルンが地表より深度93mまで断続し、顕著な銅鉍化作用を伴っている。地表においてはMinitas谷において岩脈沿いに銅、亜鉛の鉍徴を発見したが、これら花崗斑岩類の形態、硫化物随伴の分布について、更に研究が望ましい。

(6) Pueblo Nuevo 地域においては、草木繁茂多い為、トレンチ併用の地質精査を行ない次の事項が判明した。



本地域の南側には、変成安山岩類のMinitas層、これを貫いて北側には石英粗面岩類が分布し、花崗斑岩類岩脈が更にこれらを貫いており、地域中央部より南側にはAtima石灰岩層が丘陵地を形成している。

東西方向および東北-西南方向の構造線、断層が卓越している。

石灰岩と石英粗面岩類との境界付近には、Santa Ines（サンタ イネス）およびSanto Domingo（サント ドミンゴ）の銅、鉛、亜鉛の鉱徴地があり、これらは石灰岩の底部と火成岩類および地質構造線の組合せに支配されていると考えられる。

- (7) 以上の如く、抽出された4地域に対する探査によって、Vueltas del Rio層およびMinitas層の地質、構造および鉱化作用について明確になり、特にVueltas del Rio地域およびMinitas地域で行なわれたボーリング調査中に金、銅、亜鉛の多くの鉱徴地を発見した。これら鉱徴地について、鉱化範囲、鉱化の種類、鉱化に関連する火成岩および地質構造との具体的関連に対する解明を目的として、Vueltas del Rio地域を第一とし、Minitas地域を従として地質精査、ボーリング調査を続行する事が必要である。

目 次

は し が き	
位 置 図	
要 約	ii
総 論	1
第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯および目的	1
1-2 調査作業の概要	1
1-3 調査団の編成	2
第 2 章 総合検討	4
2-1 調査地域の一般地質概要	4
2-2 地質調査	5
2-3 ボーリング調査	7
第 3 章 調査の結論および将来への展望	10
3-1 結 論	10
3-2 将来への展望	12
各 論	I-1
第 1 部 地質調査	I-1
第 1 章 地質概要	I-1
1-1 調査地域の地理	I-1
1-2 地質および層序	I-2
1-3 火成活動	I-4
1-4 地質構造	I-6
1-5 鉍化作用	I-7
1-6 参考文献	I-11
第 2 章 地質各論	I-13
2-1 Vueltas del Rio 地域	I-13
2-2 Laguna Seca 地域	I-17

2-3	Minitas 地域	I-18
2-4	Pueblo Nuevo 地域	I-21
第2部	ボーリング調査	II-1
第1章	序論	II-1
1-1	調査目的	II-1
1-2	調査概要	II-1
1-3	コア鑑定および解析作業	II-2
第2章	ボーリング調査	II-3
2-1	ボーリング地点	II-3
2-2	設営作業	II-3
2-3	掘進作業	II-4
2-4	移設・撤収作業	II-9
第3章	ボーリング孔の地質	II-10
3-1	ボーリング地点の地質	II-10
3-2	ボーリング孔の地質	II-11
第4章	ボーリング孔鉞徴地	II-18
4-1	ボーリング孔鉞徴地	II-18
4-2	ボーリング孔と地質構造の関係	II-21

APPENDICES

ATTACHED MAPS

APPENDICES

General

List of Figures

- | | |
|--------|--|
| Fig. 1 | Location map of the surveyed area |
| Fig. 2 | Geotectonic map of Republic of Honduras, C.A. |
| Fig. 3 | Schematic geological column of the surveyed area |
| Fig. 4 | Recommended exploration program for Vueltas del Rio Sector |

Geology

List of Figures

- | | |
|------------|--|
| Fig. I - 1 | Geological sketch of the Nelson trench in the Vueltas del Rio Sector |
| Fig. I - 2 | Geological sketch of mineral indication in the drill hole No. 53-3 |
| Fig. I - 3 | Summary of core log in the Vueltas del Rio Sector |
| Fig. I - 4 | " " " Minitas Sector |

List of Tables

- | | |
|-------------|--|
| Table I - 1 | List of rock samples |
| Table I - 2 | Microscopic observations |
| Table I - 3 | Photomicrographs |
| Table I - 4 | Results of X - ray diffraction test |
| Table I - 5 | Charts of X - ray diffraction test |
| Table I - 6 | Chemical analysis of ore and rock samples in the surveyed area |
| Table I - 7 | Chemical analysis of core samples |



Table I - 8 Results and photomicrographs of X - ray Microanalysis

Table I - 9 List of mineral indication in the surveyed area

i

List of Plates

Plate I - 1	Geological map of the Vueltas del Rio Sector	1 : 5,000
Plate I - 2	" Laguna Seca Sector	"
Plate I - 3	" Minitas Sector	"
Plate I - 4	" Pueblo Nuevo Sector	"
Plate I - 5	Geological profiles of the Vueltas del Rio Sector	"
Plate I - 6	" Laguna Seca Sector	"
Plate I - 7	" Minitas Sector	"
Plate I - 8	" Pueblo Nuevo Sector	"
Plate I - 9	Geological sketch of trenches in the Vueltas del Rio Sector	1 : 2,000
Plate I - 10	" Laguna Seca Sector	"
Plate I - 11	" Minitas Sector	"
Plate I - 12	" Pueblo Nuevo Sector	"
Plate I - 13	Geological sketch of the Macutalo outcrop in the Minitas Sector	"
Plate I - 14	Location map of rock samples in the Vueltas del Rio Sector	1 : 5,000
Plate I - 15	" Laguna Seca Sector	"
Plate I - 16	" Minitas Sector	"
Plate I - 17	" Pueblo Nuevo Sector	"
Plate I - 18	Geochemical map by UNDP in the Vueltas del Rio Sector	1 : 5,000
Plate I - 19	Geochemical and geophysical map by Japanese team in the Vueltas del Rio Sector	1 : 5,000

Diamond drilling

List of Figures

Fig. II - 1	Progress record of diamond drilling	No. 53 - 1
Fig. II - 2	"	No. 53 - 2
Fig. II - 3	"	No. 53 - 3
Fig. II - 4	"	No. 53 - 4
Fig. II - 5	"	No. 53 - 5
Fig. II - 6	"	No. 53 - 6
Fig. II - 7	"	No. 53 - 7
Fig. II - 8	"	No. 53 - 8

List of Tables

Table II - 1	Drilling machines used and materials consumed	
Table II - 2	Preparation and removal	
Table II - 3	Operational data for the drill hole	No. 53 - 1
Table II - 4	"	No. 53 - 2
Table II - 5	"	No. 53 - 3
Table II - 6	"	No. 53 - 4
Table II - 7	"	No. 53 - 5
Table II - 8	"	No. 53 - 6
Table II - 9	"	No. 53 - 7
Table II - 10	"	No. 53 - 8
Table II - 11	Summary : Operational data for the drill holes	
Table II - 12	Working time by drill holes	
Table II - 13	Drilling meterage of diamond bits	
Table II - 14	Specifications of diamond bits	

List of Plates

Plate II - 1	Location map of drill holes in the Vueltas del Rio Sector	1 : 5,000
Plate II - 2	" Minitas Sector	"
Plate II - 3	Geological log of drill holes in the Vueltas del Rio Sector No. 53 - 1, No. 53 - 2, No. 53 - 3	1 : 500
Plate II - 4	Geological log of drill holes in the Vueltas del Rio Sector No. 53 - 4, No. 53 - 5	"
Plate II - 5	Geological log of drill holes in the Minitas Sector No. 53 - 6, No. 53 - 7, No. 53 - 8	"
Plate II - 6	Assay map of drill holes in the Vueltas del Rio Sector No. 53 - 1, No. 53 - 2, No. 53 - 3	1 : 500
Plate II - 7	Assay map of drill holes in the Vueltas del Rio Sector No. 53 - 4, No. 53 - 5	"
Plate II - 8	Assay map of drill holes in the Minitas Sector No. 53 - 6, No. 53 - 7, No. 53 - 8	"



総論

第1章 序 論

1-1 調査の経緯および目的

ホンデュラス政府は国連と共同で1969年より1974年に至る5年間に、ホンデュラス共和国北西部の面積10,800 Km²の範囲において、広域的地質調査、地化学探査さらに抽出地における地質精査、地化学精査、物理探査、ピッチング、トレンチおよび試錐の各方法を組合せて組織的探査を実施した。この結果、銅、金、鉛、亜鉛、各金属の鉱染型、スカルン型鉱徴地数地区が探査有望地としてリコメンドされたので、ホンデュラス政府は1975年10月資源開発基礎調査の要請を日本側に申入れた。

日本政府は3回にわたる調査団によって、Chamelecon (チャメレコン)地区およびPetoa (ペトア)地区を含む範囲を選定し、1977年5月より資源開発協力基礎調査が開始された。調査は地質調査、地化学探査によって選定された範囲の地質構造および鉱床種の概要を明らかにし、ChameleconおよびPetoa両地区は鉱物賦存の可能性の高い地域として抽出され、さらに両地区に対し、トレンチ併用地質精査、IP法による物理探査、地化学探査および構造試錐を実施すると共に、既存国連探査資料、既存文献を併せて検討し、抽出地区における深部岩層の分布、変質、鉱化の性格を把握し得て、鉱床タイプとして、鉱染銅鉱床型、鉱脈型、接触交代型、風化残留型の各鉱床タイプが期待出来る地域であることが判明した。

さらに、関連火成岩と鉱化変質状況をより具体的に探査する必要がある鉱床賦存の有望地域として、本年度はVueltras del Rio, Minitas, Laguna Seca, Pueblo Nuevoの4地域を更に抽出して地質調査、ボーリング探査を行ない、鉱化作用と地質構造の詳細な解明をすることとなった。

1-2 調査作業の概要

1-2-1 調査範囲 (Fig. 1参照)

調査地域は、San Pedro Sula市南西方約75kmに位置し、その範囲は第一年次地質概査範囲地域内に在る西部Vueltras del Rio, Laguna Secaの2地域および東部Minitas, Pueblo Nuevoの2地域計4地域合計面積15km²の区画である。

1-2-2 地質精査

抽出された4地域には、国連による調査および昨年度の地質精査、物理探査(IP法)および試錐によって、地質構造の概要および鉱徴地の概要が確認されていたが、同地域は何れも植物繁茂し、地表の変質激しい為に露出が少ないので、各地域共ブルドーザーを用いて合計延長11kmに及ぶトレンチを施し、ポケットコンパス、間縄を用いて縮尺2000分の1以上の精密地質スケッチを実施した。顕著な鉱徴地は系統的なサンプリングを行い、化学分析、X線解析、検

鏡によって鉱物組合せ、変質作用などの解析に用いた。今年度は特に風化変質がいちぢるしく、岩種判別困難な各地域の岩層を出来る限り分類追跡して地層単元の消長、鉱化への役割を解明する様に努力した。

これらの現地地質調査は、ホンデユラス鉱山局地質技師と共同で、日本人調査団員3名により約4ヶ月の期間を通じて行なわれた。

1-2-3 ボーリング調査

前年度までの地質調査等により得られた知見をもとに、ボーリング位置の検討を行ない、Vueltas del Rio地域5本合計掘進長2,004.1m、Minitas地域3本合計掘進長901.8m、合計8本2,905.9mが実施された。現地調査期間は1978年6月5日より同年10月6日までの124日間である。

1978年5月15日に日本より先発試錐担当調査員1名がLa Flecha（ラフレチャ）に入り、試錐機の点検、試錐地点の確認、試錐座の作成を行ない、機材補充部品及び泥水材料の運搬船の入港に合わせ、6月5日日本隊調査員6名及び地質調査員1名が渡航し、設営作業を開始した。両地域共ブルドーザーによる運搬路の建設、試錐座の作成および使用水の準備を実施した。使用試錐機はTGM-5A（掘進能力NQ510m、BQ660m）2台でワイヤーライン工法をもって一方8時間の作業時間3交代制の作業とした。掘進にはベントナイト泥水を使用し、タンク車による水運搬、表土付近は一部メタルビットによる無水掘進によりコア採取の向上に努めた結果、全コア採取率は92.1%である。4ヶ月にわたる掘進作業終了後、機械類およびコアは前回同様のLa Flecha敷地内倉庫に格納し、10月6日全員帰国した。

コア鑑定は、全コアについて岩質、変質、鉱化作用について鑑定を行ない、縮尺500分の1の地質柱状図にまとめ、品位傾向を見る為、系統的なサンプリングを行ない、現地ホンデユラス鉱山局および日本国内にて分析を実施した。

1-3 調査団の編成

調査に参加した調査員は下記の通りである。

日本側	団 長	佐久間 正	三井金属エンジニアリング株式会社
	総務渉外	長 畑 貞 之	国際協力事業団
	"	黒 子 孟 夫	金属鉱業事業団
	"	森 脇 久 光	"
	"	原 田 幸 雄	"
	調 査 員	及 川 準之助	三井金属エンジニアリング株式会社
	"	中 村 仁 一	"

現場代理人	柴田 精久	三井金属エンジニアリング株式会社
"	下出 春吉	"
調査員	下垣 加根雄	"
"	清水 久司	"
"	小原 芳夫	"
"	北 次夫	"
"	大貫 宗範	"
"	関口 茂男	"

ホンデユラス側

Ing.	Sergio I. Vicencio	Departament de Geologia
		※ (DGMH)
Ing.	Jose M. Gutierrez	"
	Danilo Vasquez	"
	Francisco Galeano	"
	Porfirio Zuniga F.	"

ホンデユラス側カウンターパートは随時交替して、共同で調査を行なった。

※ DGMH : Direccion General de Minas e Hidrocarburos.

第2章 総合検討

2-1 調査地域の一般地質概要

調査地域はホンデュラス共和国北西部に位置し、グアテマラとの国境近くの山岳地帯にあって、カリブ海に向い北流するChamelecon河の流域中部に位置する。本年度の調査地域は海拔200mより650mに達する丘陵性山地で、南部は次第に起伏の大きい急峻な山岳地となる。

本地域は中米北部山脈区の地質構造区に属し、古生代の変成岩類、中生代の堆積岩類、およびこれらに貫入した火成岩類より成り、南部は第三紀の火山岩類がこれらを被覆する。

今年度調査地域は西部より東部へLaguna Seca, Vueltas del Rio, Minitas, Pueblo Nuevoの4地域より成る。古生代変成岩類は各調査地域の北側にほぼ東西方向のトレンドを有して分布するもので、雲母片岩類黒色片岩類などの泥質堆積物を原岩とする変成岩より成る。

更に、この片岩類の北側には変成度の高い緑色片岩類、東側には一部片麻岩を含む変成岩類が分布している。前述4地域の南側は中生代白亜紀に相当するYojoa(ヨホア)層群に属するAtima(アティマ)石灰岩層が分布し、古生層との中間には、Vueltas del Rio層およびMinitas層の火砕岩類を主とする変成堆積岩類が分布している。

Vueltas del Rio層は主として酸性より塩基性に至る成分の火山砕屑岩類および火山岩類より成り、主としてVueltas del Rio地域およびLaguna Seca地域の一部に発達する。弱変成を受け片岩状片理が発達し、東西方向を軸として複雑な褶曲構造を示し、古生層とは断層を以て接する。

Minitas層は中性成分の変成安山岩類およびその火山砕屑岩類一部閃緑岩質ひん岩類より成り、Minitas地域およびPueblo Nuevo地域に発達する。Minitas地域ではこれらに貫く花崗閃緑岩、Pueblo Nuevo地域では北側に石英粗面岩類が分布し、これらを被って白亜紀Atima石灰岩層が堆積している。

Vueltas del Rio層を貫いて輝緑岩、安山岩質ひん岩、石英斑岩および石英安山岩質斑岩の岩脈、岩株が観察され、これら岩脈の多発地帯は絹雲母化・珪化などの変質作用がいちぢるしく原岩の識別を極めて困難なものにしている。

Minitas地域においては、北西-南東方向に貫く花崗斑岩岩脈と石灰岩類との接触部にはスカルンを生じ、鉄、銅、鉛、亜鉛の鉱徴地を形成している。Pueblo Nuevo地域においては、火成岩類と接する石灰岩類の接触部付近に銅、鉛、亜鉛の鉱徴地が見られる。一方Vueltas del Rio層の変成凝灰角礫岩、変成凝灰岩中に銅、金、一部鉛、亜鉛の鉱脈、鉱染型の鉱徴地を形成しているが、おそらく前述岩脈類の一部と時期を同じくする鉱化作用と思われる。

2-2 地質調査

本年度は抽出された地域すなわち Vueltras del Rio, Minutas, Pueblo Nuevo, Laguna Seca の4地域に集中して地質精査を実施し, 周辺および地域相互の関連調査を行った。特に, 昨年度迄の調査に加えて, Vueltras del Rio層は変質激しい為に原岩の同定は困難であるが, 敢えて区分を試みた事, Minutas層についても火成岩類を出来るだけ識別してみた事が特徴である。

2-2-1 Vueltras del Rio 地域

本地域には, Vueltras del Rio層を主体とし, 南部に Atima 石灰岩層が僅かの範囲に分布する。

1) Vueltras del Rio層は変成された凝灰角礫岩, 凝灰岩, 溶結凝灰岩, 安山岩, 礫岩, 頁岩, 輝緑凝灰岩の各層より成る火山碎屑岩類および火山岩類を主とする地層であって, 弱い変成作用を受けている事より, 火成活動を伴わない堆積岩類より成るジュラ紀 EI Plan (エルプラン)層よりは, 古生代の可能性が強い事が判明した。すなわち, これら変成された凝灰角礫岩, 凝灰岩, 安山岩の各地層は, 数回互層をくりかえし, 700m以上の厚さに発達しているが間に礫岩, 頁岩を挟み, 火成活動の数回にわたる歴史があったと考えられる。Cantarranas層(カンタラナス)層, Atima層, Guare(グアレ)層の各地層は, ジュラ紀より白亜紀にかけて本地域に分布する石灰岩類を主とする堆積岩類で, 火成活動は伴っていない。

従って, Vueltras del Rio層は, Chiquila(チキラ)部落付近に分布する雲母片岩類および石灰岩レンズを挟む黒色片岩類の生成の後に起った塩基性より酸性に至る数回の火成活動によりもたらされた火山碎屑岩類および火山岩類の堆積による生成であり, 古生代末の変成作用を受けていると考えられる。

2) Vueltras del Rio層は東西方向を軸とする複合向斜構造を示すことが判明した。本地層は片理が発達し, いちぢるしい褶曲を示し, ほぼ東西ないし東北東-西南西方向の走向を示し, 急傾斜が多い。断層, 裂罅は北東-南西方向, 東北東-西南西方向が卓越し, 地層に沿う東西方向も発達する。岩脈の方向もこの方向が多く, 東西方向の破碎帯が一部に発達する。

3) 変質については, 緑泥石化, 珪化の各作用は不明瞭ながら北部に多く, 絹雲母化, 珪化, 粘土化などの熱水変質作用が広く行なわれており, さらに炭酸塩化, 粘土化, 褐鉄鉱化などの強い熱帯性風化作用を受けている。

4) 輝緑岩, 安山岩質ひん岩, 石英斑岩および石英安山岩質斑岩の岩脈・岩株が東西方向, 北東-南西方向に見られ, それぞれ緑泥石化, 珪化などの変質作用を受けているが, 地質構造上, 鉱化作用上, 特徴のある分布は示していない。

5) 鉍化作用は変成された凝灰角礫岩，凝灰岩中の破砕帯，裂隙に沿う石英，方解石，粘土等に伴う銅，金，鉛，亜鉛の鉍化作用が顕著である。地域中央部の東西方向のゾーンに金旧坑，トレンチ跡が多数散在し，国連による地化学探査の結果によれば南北幅 300m，東西延長 1200m 間に Au 1g/t～3.0g/t のゾーンが知られ，広範囲な金の酸化帯，二次富化帯を示している。

2-2-2 Minitas 地域

1) 本地域の基盤をなす Minitas 層は主として細粒ないし中粒の変成安山岩および同質火砕岩，さらにこれらを通る花崗閃緑岩より成る。変成安山岩は，安山岩より微粒閃緑岩，斑岩様岩石まで岩相変化の激しいもので，変成凝灰岩，凝灰角礫岩などの火砕岩を伴う。前年度までは，後期の岩脈を含め岩相の同定困難なため一括閃緑岩類としていたもので，今年度はこれらを出来る限り分類することによって，次の火成史が判明した。

安山岩類，同質火砕岩の進出 → 花崗閃緑岩の進入（石英粗面岩の噴出） → 変成作用
→ Atima 石灰岩類の堆積 → 花崗斑岩岩脈類の進入 → 鉍化作用

2) 地質構造は，変成安山岩および花崗閃緑岩は東西方向を基礎として分布しているが，不整合に Atima 石灰岩層が載っている。断層および岩脈類は北西-南東方向に通るものが多く，地化学探査，物理探査の結果もこれを裏書きしている。

3) 花崗斑岩岩脈が東西方向，北西-南東方向に走り顕著なスカルン化作用を及ぼしている。基盤となった変成安山岩類と石灰岩との接触部には，赤鉄鉍，緑泥石，緑れん石が数 m の幅で生ずることがあるが，顕著な鉍化作用は行なわれていない。本地域における鉍化作用は，石灰岩類と花崗斑岩岩脈との接触部に生じたざくろ石を主とするスカルンに銅，鉄，鉛，亜鉛を伴う鉍徴が多く，Macutalo（マクタロ）および Minitas 地区に顕著な鉍化作用を確認出来た。

2-2-3 Pueblo Nuevo 地域

1) 北側に見られた IP 探査の高い異常帯は，石英粗面岩の岩体の分布と一致しており，鉍化作用と直接の結び付きは無い。この石英粗面岩は変成安山岩類を貫き，石灰岩類に被われる為，Minitas 地域における変成安山岩類を貫く花崗閃緑岩と類似の時期の生成と考えられる。

2) 本地域における鉍化作用としては，Santa Ines（サンタ イネス），Santo Domingo（サント ドミンゴ）および Esperanza（エスペランサ）等の地点に，石灰岩と基盤岩もしくは石英粗面岩との境界付近の石灰岩中に，脈状又は層状に銅，鉛，亜鉛の鉍徴地が見られる。これら鉍徴地は東西系および東北-南西方向の断層，裂隙に関連する如く出現しているが，石灰岩類の下位に多いのが特徴である。

南北方向又は東北-南西方向の花崗閃緑岩質斑岩岩脈，安山岩岩脈に直接関連する鉍徴地は

発見されなかった。

2-2-4 Laguna Seca 地域

- 1) Vueltas del Rio層の西端部にあたり、南側には変成安山岩類が、北側には変成された輝緑凝灰岩、変成度のやゝ弱い凝灰角礫岩、凝灰岩が分布し、この変成安山岩類はMinitas層の変成安山岩類と類似している事よりVueltas del Rio層とMinitas層とは同一時期の火成活動による産物であろうと類推される。
- 2) 本地域の古生層は雲母片岩類、黒色片岩類、石灰岩層より成り、Vueltas del Rio層とは東北東-西南西方向ないし東西方向の断層をもって接しており、直接的な層序関係は不明である。
- 3) 前述断層に沿い石英粗面岩の岩脈が貫入し、また変成安山岩およびその上に載るAtima石灰岩層を貫く安山岩岩脈が見られるが、これら岩脈はAtima層以後の貫入と考えられる。本地域には東西方向又は東北東-西南西方向の断層が発達し、Atima石灰岩層を顕著に規制し北側は断層により分布が止められている。
- 4) 顕著な鉍徴地は無く、閃緑岩質斑岩の周縁に石英-赤鉄鉍より成る変質帯のポケットが数地点で認められているにすぎない。

2-3 ボーリング調査

2-3-1 Vueltas del Rio 地域

深部の新鮮な岩石によって、地表において識別困難な岩石類が相当程度識別する事が出来、かつ深部における岩相、変質、品位分布が明瞭となった。

- 1) 地表より深度140m~200m付近までの間は、酸化作用、二次富化作用が行なわれ、特に、炭酸塩化、粘土化、絹雲母化の各変質作用が顕著である。深部においては緑泥石化、珪化一部絹雲母化の各変質作用が行なわれており、変質作用は深度別に差があると考えられる。
- 2) 深部の岩質を区分する事によって変成凝灰岩、変成凝灰角礫岩の分布傾向が判明し、特に変成安山岩をキイベットとする構造解析を試みた結果、Vueltas del Rio地域は東西方向を軸とする複合向斜構造である事が類推された。
- 3) 昨年度の試錐によって、深部において銅品位の上昇が予想されたが、深度300m以下の試錐を実施した結果、一部に亜鉛の高含有部が把握されたが、下部で銅品位が必ずしも上昇する傾向は確認出来なかった。
- 4) 今年度の試錐によって53-1孔、53-2孔、53-3孔、53-4孔の各孔に夫々銅、金、亜鉛の顕著な鉍徴地を確認出来た。

これらは延長2mで平均銅含有1%以上を有する鉍脈部数地点と、延長22m間で平均銅

品位 0.122% の細脈，鉍染部より成る地点である。また金の鉍微地としては銅と同じく変成凝灰角礫岩，凝灰岩中の脈状部に含有するもので，銅，鉛，亜鉛に伴われる金，銀エレクトラムとして含有される。

主なる鉍微は次の通りである。

孔名	深度(m)	長さ(m)	分 析 品 位
53-1孔	96-98	2	Cu 1.28% Zn 0.12%
53-2孔	6-8	2	Au 44g/t
53-2孔	173-174	1	Cu 5.94% Ag 80g/t Au 97g/t
53-2孔	6-38	32	Zn 0.11%
53-3孔	104-126	22	Cu 0.122%
53-3孔	46-48	2	Zn 1.85% Au 3.3g/t
53-3孔	68-70	2	Zn 0.48% Au 3.72g/t
53-3孔	146-150	4	Zn 1.78% Au 1.3g/t
53-3孔	40-84	44	Zn 0.22%
53-4孔	108-110	2	Cu 1.59%
53-4孔	90-92	2	Zn 1.84% Au 0.76g/t
53-4孔	436-486	50	Zn 0.11%

5) これらの鉍微は大部分が二次富化帯に相当する深度 200 m より浅い所に存在し，変成凝灰角礫岩一部凝灰岩中にあり，絹雲母化作用，粘土化作用の強い地帯である。鉍石鉍物は黄銅鉍，閃亜鉛鉍，方鉛鉍，四面銅鉍，エレクトラムより成り黄鉄鉍を伴う。脈石は石英，方解石時に白色粘土を伴う。

2-3-2 Minitas 地域

1) 深部の新鮮な岩石によって，変成安山岩類を細分し，変成安山岩，同質凝灰角礫岩，溶結凝灰岩および後期花崗閃緑岩質斑岩，花崗斑岩，閃緑斑岩等に区分し，スカルン化作用は変成安山岩類より後期の花崗斑岩，閃緑斑岩などの岩脈に伴うのが最も顕著であり，古期変成安山岩類と石灰岩類が単に接触するのみでは 53-6 孔に見られる如く，赤鉄鉍，緑泥石，緑れん石の集合体を形成するのみで鉍化作用は行なわれていない。

2) 53-7 孔によって確認された主なる鉍微地は，深度 6 m より 96 m までの長さ 90 m にわたり，ざくろ石，陽起石，緑れん石の他，石英・方解石・ドロマイト・緑泥石を含むスカルン帯が石灰岩・花崗斑岩を挟んで確認された。鉍石鉍物は黄銅鉍，閃亜鉛鉍，方鉛鉍，磁鉄鉍および酸化銅鉍より成る。

顕著な銅品位を有する部分は次の通りである。

孔名	深度(m)	長さ(m)	スカルン種	分析品位
53-7孔	68-70	2	andradite	Cu 0.35%
"	80-82	2	"	Cu 0.09% Zn 0.68%
"	86-88	2	actinolite	Cu 0.68%
"	90-92	2	"	Cu 1.21%

3) 変成安山岩類を溶結凝灰岩、凝灰角礫岩、安山岩、細粒閃緑岩質岩とこれら貫く岩脈類とに岩相を識別したが、試錐孔が少いため、これら岩相による基盤岩類の地質構造を類推する事は出来なかった。鉍化作用の顕著な地区は基盤構造も複雑であり、岩脈類も豊富であるが、鉍化作用の乏しい単純な地域は、単調な構造・岩種より成ると類推される。

4) 53-7孔、深度288.7mより長さ3m間にわたり出現した石灰岩は変質激しい為に、時代の同定は出来なかったが、基盤岩の変成安山岩類の灰色粒状凝灰岩に載り、上位は閃緑ひん岩と接している。周辺に破碎帯の多い事より、①Atima石灰岩層が断層によって再び下部に出現したものか、②古期変成岩中の石灰岩であるならば、岩脈によって捕獲されて来たものか、③すぐ下位に黒色片岩類が存在し、石灰岩がその一員であるのか種々のケースが考えられる。何れにしても、この石灰岩の去就は試錐孔1孔のみでは決定し難く、今後の研究に待つものである。

1

2

.

第3章 調査の結論および将来への展望

3-1 結 論

本調査はホンデュラス共和国西部地区資源開発協力基礎調査の第3段階として行われた。第1段階は面積1,000 Km²の範囲の全域地質調査、地化学探査およびChamelecon, Petoa両抽出地区における地質精査、地化学探査が実施された。次いで第2段階においてChamelecon, Petoa両地区における物理探査(I P法)および試錐を実施し、地質の分布、地質構造、鉱徴地の概況を把握し、古生代結晶片岩類と中生代堆積岩類、Atima石灰層の接するゾーンが鉱化作用の顕著な地域として選択され、そのゾーン内に在るVueltas del Rio地域、Laguna Seca地域、Minitas地域、Pueblo Nuevo地域の4地域が特に鉱床賦存の可能性が高い地域として抽出された。

これらの抽出地域に対し、第3段階として、トレンテ併用の地質精査を実施し、特にVueltas del Rio, Minitasの2地域にはボーリング調査を行ない、得られた調査結果を要約すると次の通りである。

1) Vueltas del Rio, Laguna Secaの西部2地域においては、北部より南部にかけて、古生代結晶片岩類、Vueltas del Rio層、Atima石灰岩層が分布している。Vueltas del Rio層は古生代末の火山活動による変成された安山岩類の火山岩および火山砕屑岩を主とする堆積岩類より成る。

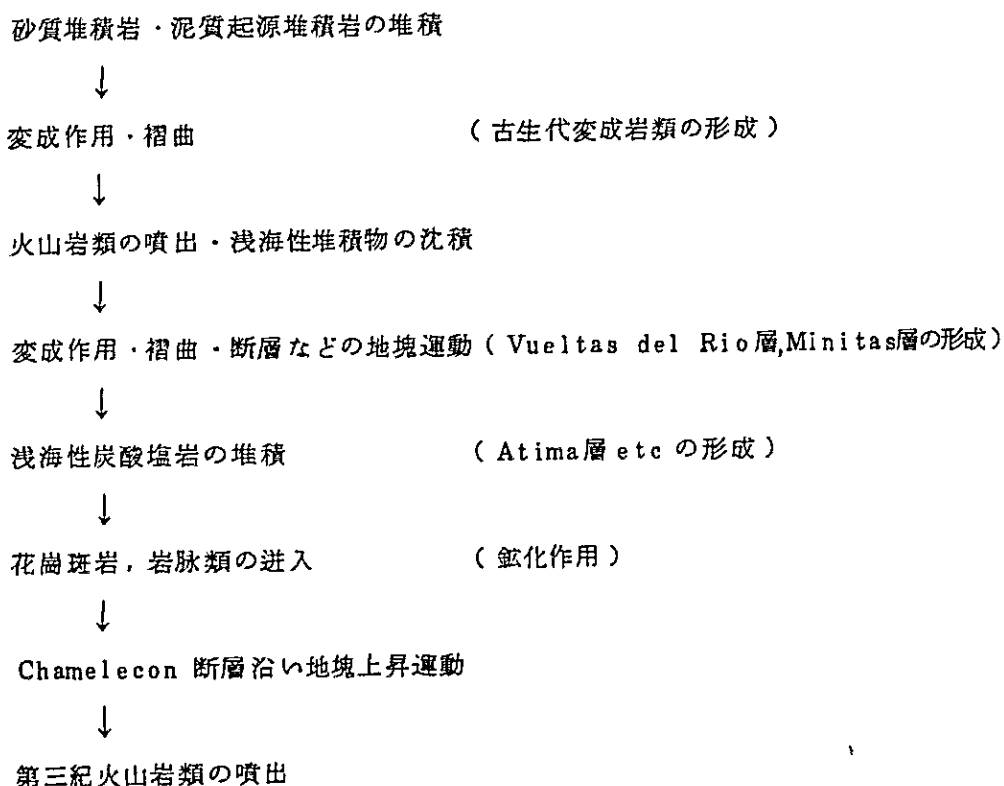
一方、Minitas, Pueblo Nuevoの東部2地域においては、基盤岩類は変成安山岩、同質火山砕屑岩類これらを通る花崗閃緑岩(石英粗面岩)より成り、Atima石灰岩層がこれらに載っている。Minitas地域南側には第三紀Matagalpa層の火山岩類が被覆している。

2) 何れの地域も東西方向を基礎とする地質構造を示す。Vueltas del Rio地域では東西方向を軸とする複合向斜構造を示し、東北東-西南西方向および北東-南西系の2方向に岩脈、断層、破砕帯が発達する。Laguna Seca地域は古生層とVueltas del Rio層とは東西方向、および東北東-西南西方向の断層を以って接し、岩脈、断層もこれら2方向が卓越する。Minitas地域では基盤岩および石灰岩の構造さらに断層は東西方向が卓越し、北西-南東方向の岩脈、断層の発達が特徴的である。さらにPueblo Nuevo地域は東西方向の他北東-南西方向の断層、岩脈が認められる。

3) 変質作用については炭酸塩化、粘土化の強い風化作用の為に地表における岩相の同定を極めて困難なものにしているが、試錐による新鮮な岩石により分類を試みた結果、Vueltas del Rio地域においては片理の発達強く、絹雲母化、珪化、粘土化などの熱水変質作用が強く行なわれ、北部および深部は不明瞭ながら緑泥石化、珪化の各作用が行なわれている。他地域においても炭酸塩化、珪化、粘土化一部絹雲母化の各作用が行なわれている。

4) 岩脈としては、Vueltas del Rio 地域には輝緑岩，安山岩質ひん岩，石英斑岩および石英安山岩質斑岩が Vueltas del Rio 層を貫き，緑泥石化，珪化の各作用を受けており，一部古生代末の進入とも考えられるが，白亜紀末の火成活動によるものと考えられる。Laguna Seca 地域には石英粗面岩，安山岩岩脈が分布し白亜紀末の進入と考えられている。Minitas 地域においては，花崗閃緑岩質斑岩，花崗斑岩，閃緑斑岩，安山岩の各岩脈が北西—南東方向を主として Atima 石灰岩層およびそれ以前の地層を貫き，スカルン化作用に大きな役割を果たしている。これらは何れも Atima 石灰岩層を切って，スカルン化を与えて居る為白亜紀末の進入と考えられる。

5) 本地域の地史を総合すれば，次の通り。



6) 鉍化作用

本年度の調査によって次の顕著な鉍徴地を確認した。

a) Vueltas del Rio 層中の変成凝灰角礫岩，凝灰岩中の細脈鉍染型銅，金，亜鉛鉍徴地

地表における金の旧坑群

5 3 - 1 孔に銅	1 ヶ所
5 3 - 2 孔に金，銅，亜鉛	計 3 ヶ所
5 3 - 3 孔に銅，金，亜鉛	計 5 ヶ所
5 3 - 4 孔に銅，亜鉛	計 2 ヶ所

- b) Minitas 地域 Atima 石灰岩層に接する花崗斑岩岩脈類によるスカルン銅鉍徴地
 53-7 孔に銅 4 カ所
 Minitas 溪谷に銅, 亜鉛露頭 1 ケ所 (スカルン未確認)
 Macutalo 銅, 鉛, 亜鉛, 鉄, 探鉍地,
 Petoa I に鉄 1 ケ所 (スカルン未確認)
- c) Pueblo Nuevo 地域では Atima 石灰岩層の下盤沿いに脈状又は水平層状に入った銅,
 亜鉛の露頭鉍徴地
 旧坑・露頭 4 ケ所
- d) Laguna Seca 地域では, 閃緑斑岩中に珪化変質塊を数地点確認したが, 具体的鉍徴
 は未確認である。
- 7) 以上の事柄より本地域においては, Vueltas del Rio 地域における細脈・鉍染型の鉍
 床が最も有望である。これらは片理が乏しく, 絹雲母化などの変質の激しい, 深度 200
 m 以浅の破碎の進んだ地帯に多い。
- Minitas 地域においては花崗斑岩など北西-南東系, 東西系の岩脈類と石灰岩類との交
 錯地付近が最も有望なスカルン地帯となろう。

3-2 将来への展望

本調査地域は植生・風化の影響によって露出悪く, 地表のみの調査では岩層相互の関連を確認し, 鉍徴地を発見する事は困難な地域であり, 探査方法として, ブルドーザーによるトレンチ, ボーリング調査は極めて有効であった。

本年度の調査によって各抽出地域の地質および地質構造, 種々の変質作用が判明し, 抽出されずに残った地域のポテンシャルティおよび探査方法も類推されるデータが多くなった。

さらに, Vueltas del Rio 地域, Minitas 地域においては試錐および地質精査によって金, 銅, 亜鉛の有望な鉍徴地を多数発見する事が出来た。今後の探査方針として, 鉍床期待度の高い地域を抽出し, さらにその探査方法は次の通りとするのが望ましい。

a) Vueltas del Rio 地域

53-1 孔, 53-2 孔, 53-3 孔, 53-4 孔の鉍徴発見の各試錐孔の結果によれば, 深度 300 m 以深の鉍徴は稀で大半は 200 m 以浅の二次富化帯内に在る事, 細脈鉍染帯を形成している事, 何れも片理の弱い地点が優勢である事, 地表の変質・破碎がいちぢるしい事, 地化探徴候地と一致する範囲内にある事等が特徴である。

従って, 53-3 孔 ~ 53-2 孔を結ぶ東西方向の幅 600 m, 延長 1200 m のゾーンがこれらの特徴に合致するところであり, このゾーンに対し, 深度 300 m 程度の試錐 5~8 本によって銅, 金の細脈-鉍染帯を確認し, 鉍量獲得に進む事が必要である。また,

金の地表付近における挙動を探索し、その経済性を検討する為の詳細なトレンチ・ピットの探索が必要である。

さらに、本年度精査地域の東側は Chamelecon 河の蛇行する平野となり、Vueltas del Rio 層の東側延長部がどこまで延長するのか、変質鉍化作用の状況は如何か、複合向斜構造の変化、鉍化作用に関連する火成岩の有無を解明すべく、本年度調査地域東側平野に対し、試錐数本による地質構造解明が必要である (Fig. 4 参照)。

b) Minitas 地域

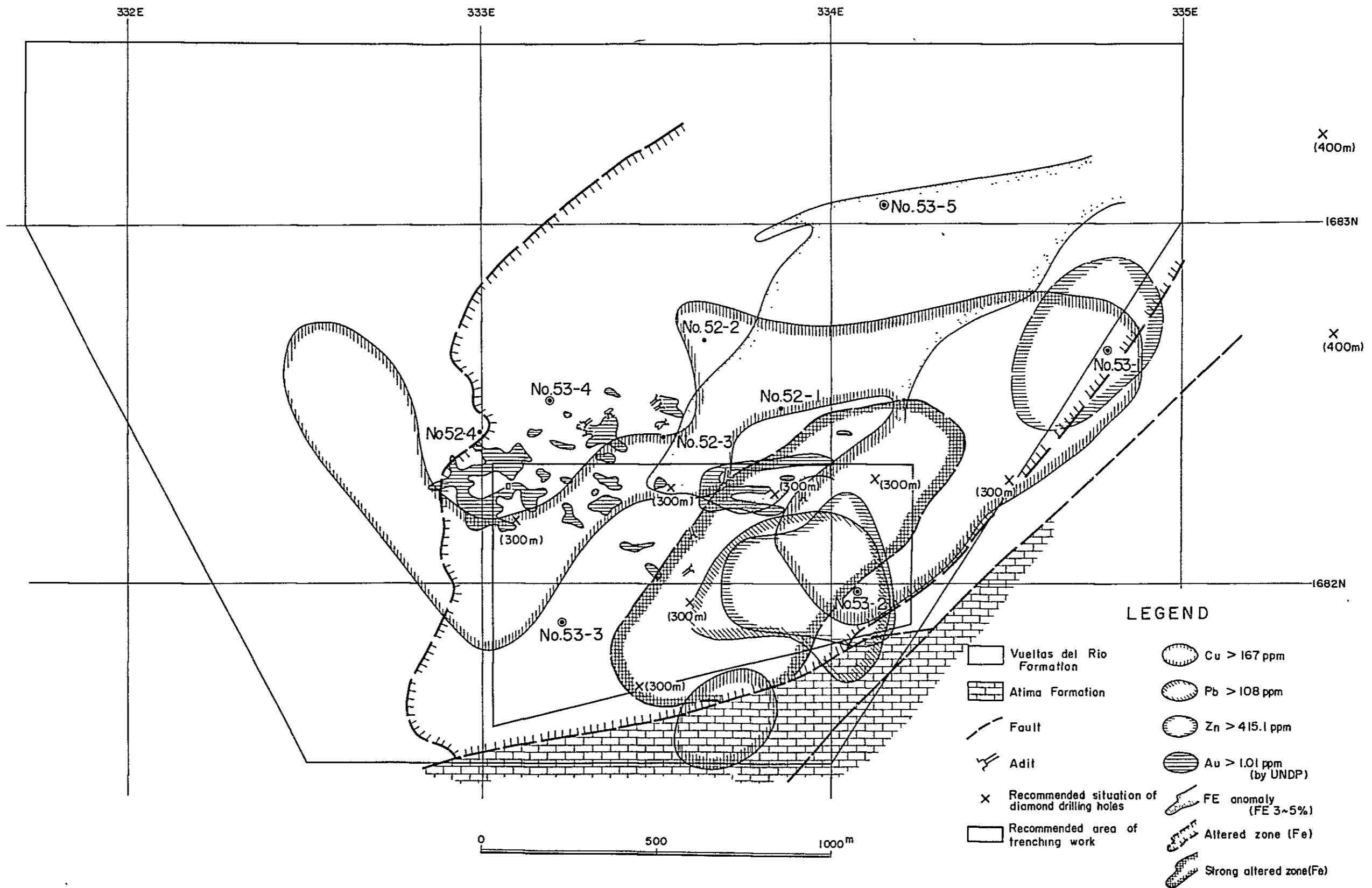
主要鉍徴地は、石灰岩層と花崗斑岩等岩脈類の接触部付近に分布する事と極めて具体的抽出方法が明確になった為に、これら岩脈類の周辺に沿い、細部のトレンチ探索および細部試錐探索を行ない、鉍徴地の規模・品位を確認して行く事が望ましい。

c) その他の地域

Pueblo Nuevo 地域においては、既知旧坑・露頭を中心として、トレンチ、地質精査により、鉍徴地の規模・品位を確認するのが望ましいが、前二地域の探索結果により、これら地域の特性に合わせた探索手段を考察する必要がある。

Fig. 4

Recommended exploration program for Vueltas del Rio Sector



LEGEND

- Vueltas del Rio Formation
- Atima Formation
- Fault
- Adit
- Recommended situation of diamond drilling holes
- Recommended area of trenching work
- Cu > 167 ppm
- Pb > 108 ppm
- Zn > 415.1 ppm
- Au > 1.01 ppm (by UNDP)
- FE anomaly (FE 3-5%)
- Altered zone (Fe)
- Strong altered zone (Fe)



各 論

第 1 部 地質調查

第 1 章 地 質 調 査

1-1 調査地域の地理

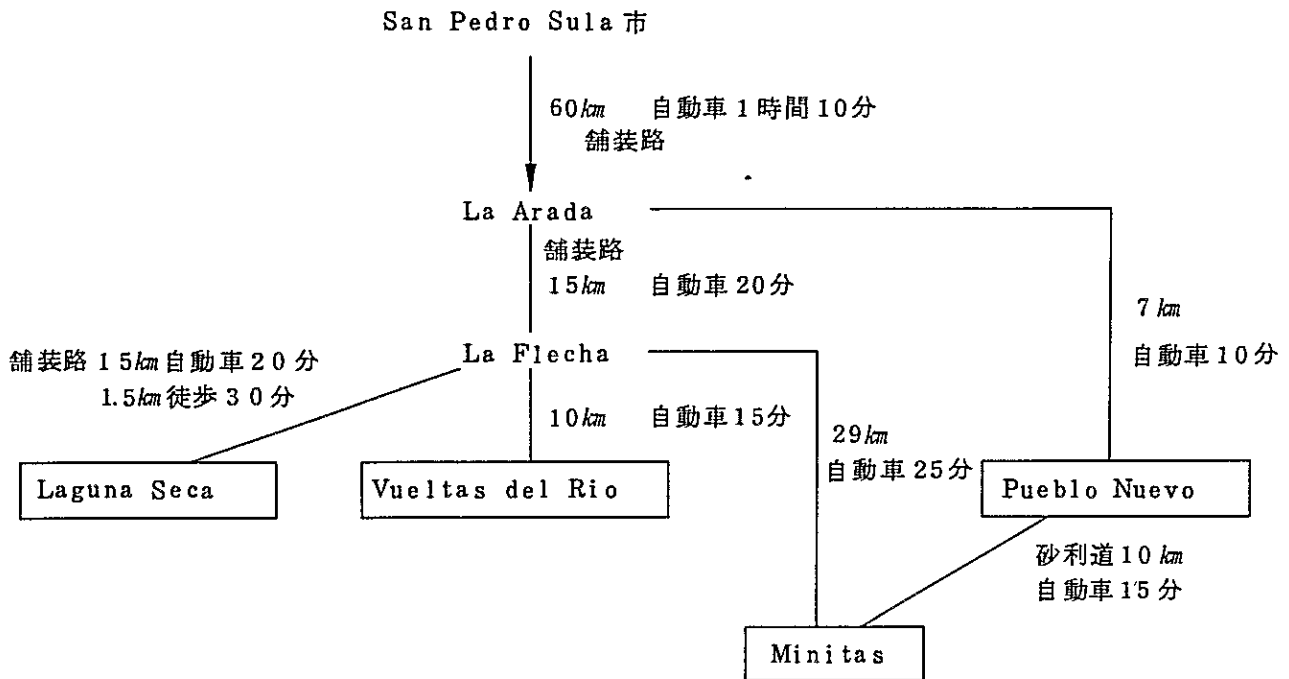
本調査地域は、ホンデュラス共和国北西部にあり、San Pedro Sula市(ホンデュラス最大の商工業都市)より南西へ約75km舗装道路により、自動車で約1.5時間で到達出来る。本地域は海拔200mより650mに至る丘陵性山岳地帯であり、南部は第三紀火山岩類の被覆する海拔1,000m前後の急峻な山岳地帯に続いている。

本調査地域は、松、雑木によって被われ、牧場地として利用され、また低地は砂糖、とうもろこし、果物などの農業および牧場地として利用されている。

本地域は北緯15°前後に位置するため熱帯性気候を示し、雨期は6月より10月で年間約1,000%の降雨量、気温は5月より8月の間は日中30°Cを超える猛暑となり、年間平均25°C前後である。

調査地域内には毒蛇、さそり、ダニ、毒蜘蛛が棲息していて、デング熱の伝染はあったがマラリアは無い。

4 調査地域には各々次のルートによって到達出来る。



1-2 地質および層序 (Fig 2, Fig 3 参照)

ホンデュラスは、三つの構造区より成り、第一はグアテマラより連続する中米北部山脈区 (Sierra of Northern Central America) が同国中部および西部地域の大半を占める。第三は太平洋岸火山群区 (Pacific Volcanic Chain) が太平洋岸沿いに第四紀の火山帯が北西-南東に走り、第三は火山山陵区 (Volcanic Range and Plateau) であり前二区の間部を占め、主に第三紀の火山岩類より成る。

本調査地域は、中米北部山脈区に属するが、この構造区は古生代の変成岩類、中生代の堆積岩類およびこれらに貫入した火成岩類より成り、一部に第三紀火山岩類が被覆する。

1-2-1 古生層 (Chiquila-Arada 層群)

本年度の調査地域には、Laguna Seca 地域に雲母片岩類、黒色片岩、石灰岩などの古生層が分布し、他3地域には地域外北側に雲母片岩類、片麻岩類、石墨片岩、黒色片岩および石灰岩などの各岩層が分布し、北側および東側は変成度が高い。

Horneら(1976)によれば、本地域周辺の古生層は、広域変成作用を受けた almandine-amphibolite 岩相を示し、角閃石、石灰長石、緑れん石が普遍的に見られ、成分領域は広く、片麻岩、雲母片岩、千枚岩、半圧砕岩 (submylonite) より成る。一方 Quimistan (キミスタン) 周辺では、低変成度緑色片岩相および、礫土質・砂質岩相を示し、石灰質千枚岩、絹雲母・緑泥石片岩、石墨片岩、斑岩、晶質石灰岩より成る。また Sula (スーラ) 町南方には石英・長石・雲母片岩類、その南には、低変成度砂質・石灰質岩相より成る成層片岩類で石灰質千枚岩・石灰絹雲母片岩、大理石より成る。北側は砂岩源で変成度が高く、南側は泥質源で変成度は低い。と述べられている。

Laguna Seca に露出する雲母片岩類、黒色頁岩、大理石類は上下関係は明確ではないが、Horneら(1976)が述べている変成度の低い泥質源のものに相当するものと思われる。

Williamsら(1969)によれば、基盤岩類は主に古生代の雲母片岩類、千枚岩類、珪岩類より成り、同国北部においては変成火山岩類および超塩基性岩を伴い Laramide 期もしくはそれ以前の生成になると考えている。

また Horne ら(1976)によれば、これらの基盤岩類はおそらく Pre-Pennsylvanian (上部石炭紀以前) 時期の堆積岩類、火山岩類より成り区域的に変成差を生じ、中性組成の深成岩により侵入され、その後ジュラ紀以前に弱い変成を受けた泥質岩層の厚層により不整合に被われていると言っている。

これら基盤岩類の南側は Vueltas del Sio 層と断層をもって接し、直接的な時代考証は得られていない。San Marcos (サンマルコス) 地点において花崗岩によって貫かれているので、この花崗岩の Rb-Sr 法により測定された年代 $150 \pm 13 \text{ m.y.}$ より古い事が判明している。おそらく Horne らの言う泥質源の弱変成岩層は古生代の比較的若いおそらく二疊紀前

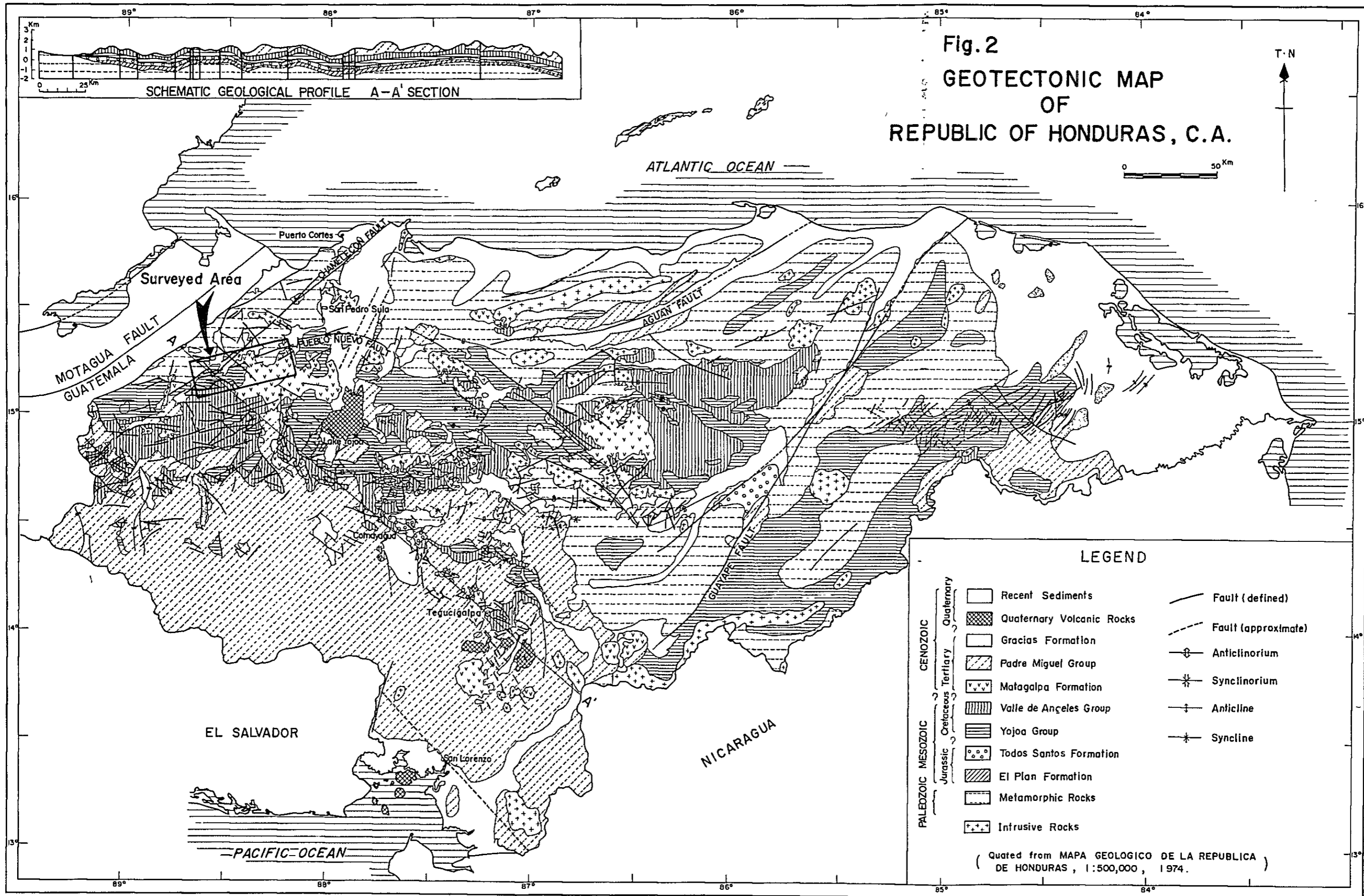


Fig. 3 SCHEMATIC GEOLOGICAL COLUMN OF THE SURVEYED AREA

Geological age		Geological units	Columnar section	Intrusive rocks	Thickness	Rock facies	
CENOZOIC	Quaternary	Alluvium	Q			Gravel, sand & clay	
		Padre Miguel F	Tm		150 ^m +	Pink tuffaceous sandstone, conglomerate	
	Tertiary	Matagalpa Formation	Tmu		500 ^m 1200 ^m	Pink rhyolite lava with obsidian & perlite at the upper most part The main sequence consists of several cycles of basalt, andesite lava, acidic tuff, tuff breccia.	
			Tmm				
			Tml				
MESOZOIC	Upper Cretaceous	Valle de Angeles Formation	Kv4		300 ^m +	Red shale, red sandstone & gray massive fossiliferous limestone	
			Kv3		200 ^m	Gray bedded shale	
			Kv2		200~250 ^m	Limestone, conglomerate	
			Kv1		0~200 ^m	Brown fine-grained sandstone, shale & black banded thin limestone	
					250 ^m ~300 ^m	Alternation of gray fine-grained banded limestone, massive limestone & shale	
	Lower Cretaceous	Yojoa Group	Guare Formation	Ky5		200 ^m	Brown well bedded shale with a few thin beds of limestone
				Ky4		250 ^m 330 ^m	Alternation of pale brown banded limestone with cherty band and shale
				Ky3		500 ^m 600 ^m	Upper part Dark gray massive limestone partly fossiliferous Lower part White light gray fine-grained massive limestone
		Albian	Atima Formation	Ky2			
Aptian	Cantarranas Formation	Ky1		350 ^m +	Gray calcareous shale (partly phyllitic), white massive limestone & banded limestone		
	Vueltas del Rio Formation	Minitas Formation	V			Vueñas del Rio Area tuff, tuffbreccia welded tuff, chert, conglomerate, metaandesite schalstein & diabase(?)	
			M			Petca Area metaandesite, metaporphyrite, pyroclastics, liparite	
PALEOZOIC		Chiquilla - Arada Group	Pm			Western part Graphite schist, sericite schist, calcareous schist, crystalline limestone, biotite-hornblende schist & a few beds of epidote-chlorite schist Eastern part Coarse-grained muscovite-biotite schist often shows gneissose texture	

後の生成になるものと思われる。

1-2-2 Vueltas del Rio 層

本層は Vueltas del Rio 地域を主として Laguna Seca 地域に至る範囲に東西方向、南北幅 1 ~ 2.5 km をもって露出する。主として塩基性より酸性に至る安山岩質ないし石英粗面岩質の火山碎屑岩類より成り、一部に頁岩、礫岩および火山岩を挟む。これらは変成作用を受け、片岩状片理が発達し細かい引ずり褶曲を示している。珪化、絹雲母化、粘土化などの変質作用を強く受けている為、地表部では原岩の同定は極めて困難となっている。今年度は特に本層を可能な限り分類して、その構造、層位を明らかにする様に努めた。

本層は、昨年度調査において(凝灰岩などの片理の発達した細粒のものを千枚岩として、凝灰角礫岩は礫岩として分類していたが)今年度調査においては変成された凝灰岩、凝灰角礫岩、溶結凝灰岩、珪岩入変成凝灰岩、変成安山岩、礫岩、頁岩、輝緑凝灰岩の各層に分類され、主として火山岩、火山碎屑岩類より成る堆積岩類であることが判明した。

これらの地層は輝緑岩、石英斑岩、石英安山岩質斑岩および安山岩の各岩脈によって貫かれ、南部は Cantarranas (カンタラナス) 層の浅海性堆積岩層、Atima 石灰岩層と不整合もしくは断層をもって接する。

Laguna Seca 地域では Vueltas del Rio 層の分布が狭く、片理および変質は若干弱い。南側には変成安山岩類、変成安山岩質火山碎屑岩類が分布し、さらに南側は Atima 石灰岩層に被われている。これらの変成安山岩類は Minitas 地域の基盤となっている Minitas 層に類似し、Vueltas del Rio 層と Minitas 層との関連は、この変成安山岩類をキイベッドとして時代的関連が究明されるかもしれない。

Vueltas del Rio 層は前年度は主として堆積岩類より成る為一応ジュラ紀 El Plan (エルプラン) 層に対比したが、火山活動を主とする堆積物であること、片理の発達があることより El Plan 層以前のおそらく、結晶片岩類の堆積後起った火山活動による産物であって、二疊紀頃の堆積・変成によるものと考えられるが、時代対比については今後の研究に俟つところが大きい。

1-2-3 Minitas 層

本層は Minitas 地域および Pueblo Nuevo 地域にまたがり基盤をなす中性成分の変成安山岩類およびその火山碎屑岩一部閃緑岩質ひん岩類より成り、Minitas 地域では広く花崗閃緑岩によって貫かれ、また Pueblo Nuevo 地域では石英粗面岩によって貫かれ、これらを Atima 石灰岩層が被っている。

これは前報告書では、これらを貫く火成岩岩脈類も一括して閃緑岩類としていたが、風化いちぢるしく同定困難な部分が多いが、今回これらを敢えて分類したものである。この変成安山岩は暗色、斑状石理を示し、斑晶として長石、緑泥石化有色鉱物を有し、同質火砕岩と共に緑泥石化などの広域変成作用と圧砕作用を受け、部分的に緑れん石化、方解石化、粘土化の各変質

作用を受けている。岩相は安山岩様細粒斑状より粗粒閃緑岩質まで岩相変化の激しいのが特徴である。花崗閃緑岩は不規則形をなしてMinitas 地域北側に多く分布し、前述安山岩類を岩脈状に貫く。その形態が複雑で反応緑は殆んど無いことより、変成安山岩類と大きな時間差は無かったと判定される。

1-2-4 Yojoa 層群

Cantarranas 層：Zapotál (サポタル) 付近、Chumbagua (チュンバグア) 付近に分布する灰色石灰岩・片状頁岩の互層で、今回調査の4地域には出現しない。

Atima 層：4地域共に出現する塊状灰白色緻密石灰岩層であり、産出化石によって下部白亜紀 (Albian) と同定されている。一部には灰色塊状チャート層、稀に砂岩、頁岩の薄層が挟まれる。Vueltas del Río 層およびMinitas 層上に不整合に載り、地形的に山頂もしくは山腹に露出し急崖を形成する。

本層は東西方向の軸をもって緩い傾斜を示すが、上位Guare (グアレ) 層と整合的に接する。

Guare 層：4地域外の南部に分布する。下位より上位に向い層状石灰岩と珪岩の互層、頁岩層、層状石灰岩と頁岩の互層より成る。

Valle de Angeles (バイエ デ アンヘル)：4地域外の南西方に分布する。砂岩・頁岩互層、石灰岩礫岩層、灰色層状頁岩層、赤色砂岩・頁岩層の浅海性堆積物より成り、上部白亜紀ないし初期第三紀と言われる。

1-2-5 Matagalpa 層

Minitas 地域の南側および他地域の南方に分布する膨大な量を占める第三紀火山岩類である。

下部層：Minitas 地域に現われる火山碎屑岩類で、区域によって変化するが、San Marcos 南部においては、玄武岩、安山岩、凝灰岩 (流紋岩質・溶結質) が主となる。

中部層：安山岩、火砕岩、火山礫凝灰岩、玄武岩溶岩流、酸性凝灰岩類より成り、時に欠落する。

上部層：玄武岩、凝灰岩、流紋岩より成る。

1-3 火成活動

本地域における火成岩類は、古生代変成岩類とYojoa 層群との近接部に、主としてVueltas del Río 層、Minitas 層の分布域周辺に東西15 km、南北5 km 程度の範囲をもって、ほぼ東西系を主方向として分布している。

Vueltas del Río 層は、凝灰岩、凝灰角礫岩、頁岩および安山岩類より成る火砕物を主とする変成堆積岩類であり、この火成活動は変成作用を受けていることより古生代の可能性が強い。Vueltas del Río 層を貫いて輝緑岩、安山岩質ひん岩、石英斑岩および石英安山

岩質斑岩の岩脈・岩株が見られる。

Minitas 層は、閃緑岩類として一括されていた火成岩類を分類して変成安山岩および同質火砕岩、これらを通く花崗閃緑岩、石英粗面岩より成ることが判明し、これらおよび Atima 石灰岩層を貫いて花崗斑岩、閃緑斑岩および安山岩の岩脈が存在する。

Minitas 層中の花崗閃緑岩（雲母角閃石石英閃緑岩部）の K-Ar 法により角閃石を測定した値は 224 ± 17 m.y. の同位体法比年代を示し、北側の雲母片岩の 222 ± 8 m.y. と同一時代を表わし、変成安山岩類はこれよりも古いので、何れも古生代の生成に編入する方が妥当である。かつ、Minitas 層中の変成安山岩と Vueltas del Rio 層中の変成安山岩の岩相が良く類似している事、かつ El Plan 層生成時には火成活動の記載が無いこと、Vueltas del Rio 層は変成作用を受けていることより、両層は堆積岩を主とする中生代の生成ではなく、古生代中の火山活動の活発であった古生代末のほぼ同一時期に属するものと判断される。

Vueltas del Rio 層を通く輝緑岩、石英斑岩、安山岩質ひん岩および石英安山岩質斑岩は、同地域西方 Zapotal III（サポタール）地域中の Cantarranas 層を通く石英閃緑岩斑岩と同じく、中性～亜酸性の半深成岩～深成岩の岩脈であって、Atima 石灰岩層中には安山岩岩脈が貫入するのみである。一方 Minitas 地域では、スカルン化作用を与えた花崗斑岩、閃緑斑岩は Atima 石灰岩層および Minitas 層を通き、少くとも白亜紀以降の岩脈類と考えられる中性～酸性成分のものであり、両地域とも類似した岩質の岩脈である。Cantarranas 層、Atima 層、Guare 層は何れも火成活動の無い石灰質成分を主とする海成堆積層であり、さらにその上位層の Valle de Angeles 層には、火成活動の証拠となる礫種は見られないこと、さらに第三紀 Matagalpa 層中にはこれら岩脈は見られないことより、前年度報告書と同じく、これら岩脈類の生成時期は白亜紀末と考えるのが妥当と思われる。但し、安山岩類岩脈は、Laguna Seca 地域および Minitas 地域において Atima 石灰岩層を貫いているが、Vueltas del Rio 地域では Vueltas del Rio 層が堆積し、変成作用直後の時期の進入でも矛盾はないが、特に輝緑岩については、Vueltas del Rio 層北辺に多く見られること、成分的に周辺凝灰岩類に類似することが多いことなどより、Vueltas del Rio 層堆積直後の進入と時間的ギャップが余り無いと考えられる。

また、他の岩脈類相互の関連については、具体的な接触部を観察出来ないため、不明ではあるが、Atima 層の上位部も貫く安山岩岩脈に対して、他の斑岩類は主として Atima 層以前の地層を通き一部 Atima 層中にあることより、斑岩類と安山岩とは若干の時間差があるかもしれない。

Horne ら（1976）によれば、初期～中期古生代に堆積岩類、火山岩類が集積し変形後広域変成作用を受け、灰鉄ざくろ石～角閃岩相に変成し、一部変成を受けた中性成分の深成岩（Rb-Sr 法による年代 305 ± 12 m.y.）によって貫かれている。ジュラ紀以前の弱変成を

受けた礫土質厚層はこれらを不整合に被っている。ジュラ紀に至り San Marcos (Minitas 西北部)において中性成分の深成岩 (Rb-Sr 法による年代 150 ± 13 m.y.)により再び進入され、白亜紀には炭酸塩岩類の堆積が広く行なわれた。後期白亜紀ないし第三紀中期に花崗岩深成岩化作用が広く行なわれ Chamelecon 断層に沿う基盤岩類の上昇を促がしたと述べている。

これらを考慮すれば、Minitas 層および Vueltas del Rio 層の火山岩・砕屑岩類は古生代末～ジュラ紀以前に噴出形成し、変成を受けたもので、その後 San Marcos 深成岩の時期に一部の岩脈類の活動があった。さらに後期白亜紀～第三紀初期に岩脈類の進入があり、鉍化作用が行なわれ、その後 Matagalpa 層堆積の大規模火山活動があったと考えられる。

なお、Pueblo Nuevo 地域北側に分布する石英粗面岩類は、Minitas 層を貫き、酸性岩脈類に貫かれ、Atima 石灰岩層に被われる如く分布している。この岩石は Williams ら(1969)によれば、La Arada より南部に幅約 15 km にわたり現れる変火成岩類 (Quartz Kelatophyre, Lithic Tuff, Gabbro, Anorthosite 類)の範囲に分布していることから、Minitas 層中の花崗閃緑岩生成の時期に相当する火成活動の産物と考えられる。

1-4 地質構造

本調査地域は、北側に古生代結晶片岩類、南側に中生代堆積岩類、さらに南側に第三紀火山岩類が分布し、北より南にかけて古期岩より新期岩へと推移している。本地域を通して、東西方向を主軸とする褶曲、断層が発達し、東北東-西南西方向、北西-南東方向、南北方向の各方向が之に次いでいる。この東西方向は、古生代層中は背斜および向斜の軸方向として、Vueltas del Rio 層中では複合同斜構造の軸方向として、また岩脈類の方向として、Minitas 地域においても基盤岩の構造の主方向として顕著にあらわれ、岩脈類も各地域共この方向を示すことが多い。古生代片岩類-Minitas 層-Atima 層-Guare 層-Valle de Angeles 層の各層は何れも東西方向を主方向として接しており、また各々この軸方向をもって褶曲している。

一方第三紀火山岩類 Matagalpa 層は、調査地域外南部に分布するが南北方向ないし北北西～南南東の方向が卓越し、北側が下部層南および東側が上部層となり、方向および分布の型式が Valle de Angeles 層以前の分布とは大きく異っている。

一方断層構造もこれに準じて東西系が卓越し、古生層と Vueltas del Rio 層と接する Chamecon 断層と称する断層は東西方向、急傾斜の衝上断層と言われる。この他、地層に平行な断層、裂罅、岩脈が多い。

しかしながら各地域毎に見れば、東西方向以外の断層裂罅も多く、例えば、Vueltas del Rio 地域では東西方向の複合同斜軸に対し東北東-西南西方向、北東-南西方向の2方向の断層が多い。また Minitas 地域では東西方向に基盤岩類の規制が強く、また Atima 石灰岩

層の分布も規制されているのに対し、スカルン作用をもたらした岩脈類は北西—南東方向が卓越して、東西方向より優勢となっている。

総体的に見れば、各岩脈類および断層類は、古生代層の南部周縁部および境界部付近に殆んど集中しており、構造的に各時代共この付近が弱線であった事を物語っている。

本地域の地質構造史は次の如く考えられる。

砂質堆積岩の堆積

中性成分深成岩の進入

変成作用

泥質起源堆積岩の堆積 (Chiquila 層の形成)

変成作用

東西方向、東北東—西南西方向を軸とする褶曲

火山岩類の噴出、堆積・浅海性堆積 (Vueltas del Rio 層の形成)

花崗岩類の進入 (Minitas 層の形成)

変成作用

褶曲・断層・地塊運動 (ジュラ紀前)

東西方向を軸とする地向斜構造の形成

浅海性炭酸塩岩類の堆積 (Yojoa 層群)

褶曲作用

花崗岩類・岩脈類の進入 (Laramide 造山運動期)

断層の形成

鉍化作用

Chamelecon 断層沿い地塊上昇

南北方向構造発生

火山岩類の噴出 (第三紀)

南北方向を主とする地塊運動 ※

1-5 鉍化作用

本調査地域およびこの周辺には、国連および今年度までの調査によって、次の型の鉍化作用が知られている。

※ Honduras Depression に伴う Sula 付近の南北方向盆地の発達、第三紀後期においてこの地域一帯に広く発達した。

A. 古生層中の鉍化作用

— 緑泥石片岩中の石英脈に伴う金, 黒色片岩中のマンガン鉍徴地等

B. Vueltas del Rio 層中の鉍化作用

— 変成凝灰岩, 凝灰角礫岩などおよび岩脈類に伴う細脈, 鉍染型銅, 金, 鉛, 亜鉛の鉍徴地

C. Yojoa 層群石灰岩層と花崗斑岩等との接触交代作用による鉍化作用

— 銅・鉄・金・鉛・亜鉛を含むスカルンに伴う鉍徴地

D. 石英閃緑岩斑岩, 閃緑岩, 石英粗面岩などに含まれる鉍化作用

— 銅・鉛・亜鉛金鉍脈

E. 石灰岩類堆積岩中の鉍脈鉍化作用 — 鉛・銅・亜鉛, 金鉍徴地

F. 地表金残留鉍化作用 — 砂金

Fを除く各鉍化作用には時に二次富化作用が行なわれるものがある。

これら各種タイプの鉍徴地のうち本年度調査の4地域内に発見された各鉍徴地はTable 1-9に示す通りである。

1-5-1 Vueltas del Rio 層中の鉍化作用

凝灰岩, 凝灰角礫岩中の東西方向, 北東-南西方向の多くの裂隙, 破碎帯に沿う石英・方解石・粘土等に伴う鉍化作用で, 絹雲母化・珪化・方解石化の各作用を伴い, 黄銅鉍, 自然金, 方鉛鉍, 閃亜鉛鉍を主鉍石鉍物とする。一部酸化鉍物を伴う鉍化作用である。

今年度試錐によって確認された鉍徴地は次の通りである。

試錐孔 53-1孔	深度 96 m ~ 98 m 間	Cu 1.28 %	藍銅鉍, 黄銅鉍入石英脈
53-2孔	深度 6 m ~ 8 m 間	Au 4.4 g/t	自然金入細脈
53-2孔	深度 173 m ~ 174 m 間	Au 9.7 g/t, Ag 8.0 g/t, Cu 5.94 %	を含む鉍脈
53-3孔	深度 46 m ~ 48 m 間	Au 3.34 g/t, Zn 1.85 %	の細脈
53-3孔	深度 104 m ~ 126 m 間	Cu 平均 0.122 %	凝灰角礫岩中の細脈鉍染, 黄銅鉍, 黄鉄鉍入
53-3孔	深度 146 m ~ 150 m 間	Au 1.3 g/t, Zn 1.77 %	, 閃亜鉛鉍, 金, 方鉛鉍を含む鉍脈
53-4孔	深度 90 m ~ 92 m 間	Au 0.76 g/t, Cu 0.15 %, Zn 1.83 %	の鉍脈
53-4孔	深度 108 m ~ 110 m 間	Au 0.24 g/t, Cu 1.59 %	の鉍脈

さらに Vueltas del Rio 地域中央部にはほぼ東西方向のゾーンの中に, 金の旧坑, トレンチ跡が多数散在し, 国連による地化学探査の結果によれば, 幅 300 m 延長 1,200 m の範囲に Au 1 g/t ~ 3.0 g/t のゾーンが知られている。(Plate 1-18 参照)これは, 旧坑付近の

鉍染細脈の濃集の他に、地表二次富化作用を伴っていると考えられるが、酸化帯・二次富化帯における金の分布状態につき研究が必要である。

1-5-2 Minitas・Macutalo 鉍化作用

Macutalo は国連らの調査および今年度までの調査によって、花崗閃緑岩質斑岩と石灰岩との接触部付近に生じたざくろ石 (andradite)、陽起石、緑れん石スカルンに、黄銅鉍、磁鉄鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍、緑色銅鉍を含有する鉍床で、試錐5孔掘進延長483.9mにより幅60mに達するスカルンを確認し、DDH3孔22.1m間0.54% Cu、DDH6孔3.4m間0.31% Cu、DDH5孔131m間0.24% Cuの分析値を得ている。(Plate I-13 参照)

今年度の Minitas 地域調査において、Minitas 地点のボーリング孔53-7孔には、石灰岩と花崗閃緑岩質斑岩との接触部において延長93mにわたりざくろ石、陽起石スカルンを確認し、Cu品位は68m~92m間で、0.3~1.2% Cuの黄銅鉍鉍染部、一部閃亜鉛鉍の鉍化部を確認した。(Plate II-8 参照)この広がり地表で追跡して、幅90m延長500mにわたる面積を有することを確認した。

一方 Petoa I 地点における旧坑では石灰岩と花崗斑岩との接触部において磁鉄鉍、孔雀石を含む幅1m延長5m、Cu品位0.44%の脈状鉍体を確認した。また Minitas 溪谷の石灰岩と花崗斑岩との接触部に幅1.75m延長5m以上にわたり銅の鉍脈を発見し、Cu分析値4.28%、Zn 0.77%を得た。

以上は何れも Atima 石灰岩層と花崗斑岩類との接触部に生じた鉍床であり、Minitas層と石灰岩類との接触部には緑泥石、褐鉄鉍が生ずるのみで鉍化作用は顕著なものは見られない。

1-5-3 石灰岩中の鉍化作用

Pueblo Nuevo 地域においては、基盤岩上にはほぼ水平に載っている石灰岩の下盤側付近に、ほぼ水平な鉍脈状ないし層状の鉍徴が見られる。その一つ Santa Ines 旧坑には幅2m、延長150m間にわたり、孔雀石、黄銅鉍を伴う鉍脈部を形成し、部分的にはCu 1.99%を伴っている。また Esperanza 旧探鉍跡には石灰岩中に幅1m延長5mにわたり孔雀石、藍銅鉍が見られる。これらは小規模ながら石灰岩の下盤近くに分布する脈状型であり、品位も悪くはない。

1-5-4 岩脈などに伴う鉍化作用

Pueblo Nuevo 地域において石英粗面岩中の鉍脈として幅6m、延長50m中に酸化銅鉍、方鉛鉍、閃亜鉛鉍を含む旧坑が見られ、Cu 0.31% Pb 1.57% Zn 2.04%の品位を示した。Santo Domingo 坑として知られている。

以上のタイプが主なる鉍化作用のタイプであり、重要性もこの4つのタイプが主となり、結晶片岩類に伴うAのタイプは稀である。

1-5-5 鉍化作用の時期

鉍徴地の胚胎層は漂砂金を除けば、古生層、Vueltras del Rio層、Minitas層、Yojoa層群、各種岩脈類の各層中に含有され、第三紀火山岩類には伴われていない事、花崗斑岩等岩脈と石灰岩類との接触部には顕著なスカルン化作用が行なわれている事より主たる鉍化作用は上記岩脈類の進入時期が最も適合する。

すなわち第三紀火山岩類噴出以前で、白亜紀層中に鉍化作用を及ぼしている事より白亜紀末の進入岩脈と機を一にする鉍化作用が主と考えられる。

しかしながら変成岩類中、Vueltras del Rio層中に生じている鉍化作用については、ジュラ紀のSan Marcos深成岩活動もあり、これに伴う鉍化作用も無しとしないが、San Marcos花崗岩類周辺に鉍徴地は稀であることより主たる鉍化作用は行なわれなかったと判断される。さらに、Minitas層変成火山岩類の活動時期にも顕著な鉍化作用は見られないので、前述の通り主要鉍化作用の時期は白亜紀末と判断される。

1-6. 参 考 文 献

1. Bonilla, C. C. (1929)
Yacimientos Minerales Hondureños
Rev. Arch y Bibliotica Nacionales de Honduras
VIX P. 290 - 294
2. Roberth Carpenter (1954)
Geology and Ore Deposits of the Rosario Mining District and
the San Juancito Mountains, Honduras, Central America
geol, Soc. America Bull. V. 56 P. 23 - 38
3. Roberts, R. J. and Irving E. M. (1957)
Mineral Deposits of Central America
U.S. Geological Survey Bul. 1038
4. Dengo Gabriel (1967)
Geological Structure of Central America
Miami, Florida International Conf. Tropical
Oceanography, Nov. 1965 P. 18 - 24
5. Mills, R.A, Hugh K.E., Feray D.E. and Swolfs H.C, (1967)
Mesozoic stratigraphy of Honduras
Amer. Assoc. Petroleum Geol. Bull. Vol. 51 P. 1777
6. Williams H., McBirney A.R., Aoki K. (1969)
Volcanic History of Honduras
(University of California Publications in Geological Sciences Vol. 85)
7. Enrique Levy (1970)
La Metalogenesis En America Central
ICAITI
8. Instituto Centroamericano de Investigacion y Tecnologia Industrial
(ICAITI) : Gabriel Dengo & Enrique Levy.
Mapa Metalogenetico de America Central 1 : 2,000,000
Estudios Metalogeneticos de America Central
(ICAITI No III)
9. Reniery Elvir Aceituno (1970) : Mapa Geologico de la
Republica de Honduras Escala 1 : 500,000
10. Ulrich Petersen (1970)
Metallogenic Provinces in South America
(Sonderdruck aus del Geologischen Rundschau Band 59)
11. United Nations (1974) : Honduras Investigation of Mineral Resources
in Selected Areas.
o The Regional Geology of NW Honduras
o Report on project results, conclusions & recommendation
12. John Svanholm (1975) : Gold in Honduras
- where to look for and find it.
World Mining June 1975

13. S. Horne. George S. Clark. Paul Pushkar (1976) : Pre-Cretaceous Rocks of Northwestern Honduras : Basement Terrane in Sierra de Omoa.
The American Association of Petroleum Geologists Bulletin Vol. 60
No. 4
14. Wulf A Gose, Douglas K. Swartz (1977) :
Paleomagnetic results from Cretaceous sediments in
Honduras : Tectonic implications
Geology Vol. 5 P505 - 508
15. Metal Mining Agency of Japan, Japan International Cooperation Agency :
Geological Report on Western Area, Republic of Honduras
Vol. 1 JAN. 1978
16. Metal Mining Agency of Japan, Japan International Cooperation Agency :
Geological Report on Western Area, Republic of Honduras
Vol. 2. FEB. 1978

第 2 章 地 質 各 論

2-1 Vueltas del Rio 地域 (PL I-1, I-5 参照)

本調査地域は南北 2 km, 東西 3 km, 面積 6 km² の範囲で, 海拔 210 m より 510 m に至る丘陵地で, 松林によって被われている。

本地域には, 国連により地化学探査, ピッチェング, 浅部ボーリング, 物理探査が実施され, 金の探鉱跡も多く, 最も有望視された地域である。昨年度は地質精査, 地化学探査, 物理探査 (IP 法), 試錐 4 本合計延長 1,202.6 m によって, 地質および鉱化・変質の概要を確認した。

しかしながら, 本地域の岩層は, 変質作用ならびに風化作用を強く受け, 原岩の同定は甚だ困難な部分が多いが, 本年度は地質構造と鉱化作用との関連性の解明を目的として, トレンチ併用の地質精査, 試錐 5 本掘進延長 2,004.1 m を実施した。

2-1-1 地質

本地域の大部分を占めて Vueltas del Rio 層が分布し, 石英斑岩, 石英安山岩質斑岩および安山岩岩脈がこれを貫き, また地域南端部には Atima 石灰岩層が僅かに見られる。

1) Vueltas del Rio 層

主として安山岩質, 石英粗面岩質および石英安山岩質の火山碎屑岩, 一部に頁岩・礫岩および火山岩を挟んでいる。これらは変成作用を受け通常片岩状を示す。本層は緑泥石化, 珪化などの続成作用, 絹雲母化, 珪化, 粘土化などの熱水変質作用さらに炭酸塩化, 粘土化, 褐鉄鉱化などの強い熱帯性風化作用を受けている。このため地表部では原岩の同定は極めて困難となっているが, 次の如き見掛上の差異を認めている。

A) 片理が明瞭に発達する部分 — 主に絹雲母化作用が強い凝灰質部,

また,

片理が不明瞭な部分 — 強い珪化部, または弱変成・変質部で特に火山岩または溶結凝灰岩に対応すると推定される。

B) 角礫を多量に含む部分, 少ない部分, および含有しない部分がある。

C) 岩石組織の変化の乏しい部分すなわち微晶質の石基と長石などの斑晶より成るもので, 火山岩を示すと推定されるものと, 岩石組織の変化の激しい部分, すなわち石基が細粒より粗粒部までの粒度変化を数 cm ないし 10 数 cm の間隔で繰返し, 長石などの破片・斑晶を有するもので凝灰岩または溶結凝灰岩に対応すると思われる。

D) 優白質部となって強い絹雲母化, 炭酸塩化, 粘土化を代表するものであり, また暗緑色部は緑泥石化などを代表する。

これらの差異により, 本層を敢えて区分すると次の如くなる。

a) 変成凝灰岩: 通常優白質で片理いちぢるしい。粗粒—中粒—細粒の各部分が繰返される。



- b) 変成凝灰角礫岩：角礫は通常鶏卵大以下で、灰色～白色で同質の凝灰岩により固結される。礫は火山岩を主とする。
- c) 変成凝灰岩および溶結凝灰岩：斑状構造が顕著で片理弱く、溶結構造様模様が発達する。
- d) 珩岩入変成凝灰岩：厚さ数%ないし数cmの緻密珩質部と中粒凝灰岩との互層で層理面明瞭である。
- e) 礫岩：泥質部に同質および火山岩類の礫を有する。局部的分布であるが層理は明瞭である。
- f) 変成安山岩および溶結凝灰岩：斑晶と石基から成る斑状構造を有し、他岩石に比し変成度弱い。
- g) 輝緑凝灰岩および輝緑岩：本地域北部に分布し、見掛上最下位を占める。強い緑泥石化作用により暗緑色を示し、絹雲母化・珩化などの変質作用は弱い。斑晶は長石、石英、粒状鉍物など多様である。
- h) 頁岩（細粒凝灰岩）：微細粒暗灰色～黒色、数cm単位の剝理面を有し、一部砂質を示す。これら地層の上下関係は、見掛上下位より上位にかけ輝緑凝灰岩類、変成凝灰岩および凝灰角礫岩互層、変成安山岩、変成凝灰岩および凝灰角礫岩の互層およびこの互層と溶結凝灰岩の互層と堆積し、顕著な地層の消長は見られないが、変成安山岩は下位寄りであり、溶結凝灰岩は中位ないし上位に多い。

2) Atima 石灰岩層

地域南部に断層を以て *Vueltas del Rio* 層に接する細粒灰白色塊状石灰岩層である。本層は地域外南部に広く分布する層理に乏しい石灰岩で *Yojoa* 層群に対比されるべき地層で、昨年度の調査中 *Potreriillos* (ポトレリジョス) 北方 *Piletas* (ピレタス) における石灰岩中より *Turrilitaceae Ammonite* および *Stromatoporellina sp.* の発見により下部白亜紀に相当することが立証されている。

2-1-2 火成活動

本地域には *Vueltas del Rio* 層を貫いて、下記の火成岩類が分布する。

- 1) 石英安山岩質斑岩：中粒ないし粗粒、優白質塊状岩で強い珩化作用および絹雲母化作用を受けている。53-5孔付近に岩脈状に露出し、53-5孔中にも観察出来る。一部53-5孔西部にも露出する。
- 2) 石英斑岩：*Chamelecon* 河岸付近に露出する灰緑色～暗色の塊状岩。凝灰角礫中に貫入しているが、変質は弱い。地表部で褐鉄鉍化を受けた黄鉄鉍・石英脈が密に発達する部分がある。珩化、炭酸塩化、絹雲母化の各作用を受け、斑岩状石理を示す。
- 3) 安山岩：地域南西部に東西方向および東北-南西方向に幅2m～20mの岩脈として、また地域中央部付近にも数本の岩脈が見られる。斑状石理を示し斜長石などの斑晶を含み、

緑泥石化，炭酸塩化の各作用を受けている。

これら火成岩類の時代は，Vuelgas del Rio 層堆積以後であるが，第三紀以前の貫入と考えられる。

2-1-3 変質作用

本地域には広域変成作用を受けて，片理構造が発達し，引ずり褶曲も見られ，構成鉱物は破砕され引伸ばされている部分，ミロナイト化されている部分が見られる。更に緑泥石化，珪化作用が主として北部および深部に特に安山岩質岩に多く見られる。本地域中央部に強く周辺に弱く，絹雲母化，珪化，粘土化作用の熱水変質作用が広く行なわれている。

酸化帯は地表下数10 mに達し，褐鉄鉱化，粘土化が激しく浅成変質帯と見られる粘土化，炭酸塩化，絹雲母化作用によって白色化したゾーンは地表下150 m付近に達している。

2-1-4 地質構造

本地域における地層の配列はほぼ東西方向を主流とし，西部の一部に東北東-西南西方向性が見られる。細かい引ずり褶曲によって複雑な構造を示すが，ほぼ東西方向を軸とする2向斜1背斜軸を有する複合向斜構造を示し，向斜軸の落しは緩く東傾斜と推定される。これは地域外北側において古生層結晶片岩類とVuelgas del Rio 層との接触部は東北東-西南西方向および東西方向の衝上断層を以て接している大断層（Chamelecon断層およびPueblo Nuevo断層）があるが，本地域内においてもこれと平行する二方向の断層裂罅が発達している。

これは地域南部においては地層の傾斜が北傾斜を示すのに対し，北部は南傾斜を示すことが多いこと。および西部における頁岩類が向斜構造を示して，ほぼ東西方向の軸をもって分布している事より解析された結果推定された構造である。

安山岩の岩脈は東西方向および北東-南西方向を示して，地域西部および中部に多い。輝緑凝灰岩類はVuelgas del Rio 層北側に分布して，地層の見掛上，下位を占め東西方向をもって分布し，かつ古生層と接している。

本地域東側は丘陵より平野となり，その境界に沿い北東-南西方向に断層が推定され，これより東側はVuelgas del Rio 層の分布は知られていない。

2-1-5 地史

Vuelgas del Rio 層は変成作用を受けた火砕岩類を主とする地層であるが，片理が発達しており，かつ本地域北方に分布する古生代結晶片岩類の片理構造に調和的であることから，変成の時期は古生代片岩類の変成期に関連づける事は可能である。前年度は千枚岩・頁岩などの浅海性堆積岩類より成り僅かに変成作用を受けている事より一応ジュラ紀El Plan層相当層と考えた。

しかしながら，その後の検鏡結果と現地精査の結果，本層は火砕岩類を主とする堆積岩であることが判明し，火成活動の無いEl Plan層に対比するのは無理であることが判明した。

本地域北側に分布する古生代層は、泥質一部砂質堆積岩起源の結晶片岩類、塩基性火成岩源の結晶片岩類、および石灰質起源の結晶片岩によって構成され、それらの時代区分は明らかではないが、Horneら（1976）による地史の記載中に火山岩類もその古生代基盤岩類の構成メンバーになっている事から、古生代に編入する方が適当と思われる。これらを加味した本地域の地史は次の通りにまとめられる。

- 泥質一部砂質堆積岩の形成
- 塩基性—中性火成岩の進出
- 石灰質起源、泥質堆積岩の形成
- 変成作用により緑色黒色片岩類の形成
- 火山岩および火山砕屑岩類の火山活動に伴う噴出堆積浅海性堆積物の形成
- 変成作用 → Vueltas del Rio 層
- 褶曲・断層の形成
- 岩脈群の進入
- 石灰質・粘土質堆積岩の形成 → Cantarranas 層
- 褶曲・断層の形成
- 浅海性炭酸塩堆積物の生成 → Atima 層 前期白亜紀
- 浅海性堆積物の生成 → Guare 層 後期白亜紀
- " → Valle de Angeles 層
- 花崗岩類、岩脈類の進入 → 鉍床の形成
- Chamclecon 断層沿い地塊上昇
- 第三紀火山岩類の噴出、南北断層の形成

2-1-6 鉍床

本地域には、往時稼行された金の採掘跡が知られており、幅約600m、延長1,200mにわたる東西方向の破碎・変質の多いゾーン中に8ヶ所以上に分布している。また国連による地化学精査によれば、1.0～3.0 ppmの土壌中の含有量を有する金の高含有ゾーンが幅約300m、東西延長1,000mの範囲に分布し、前述金破碎ゾーンとはほぼ分布が一致する。

今年度のボーリング孔中53-1孔、53-2孔、53-4孔の各孔には、銅の1.0%以上の品位を有する鉍脈、53-3孔には深度104mより126m間平均銅品位0.122%を有する細脈鉍染帯が出現した。さらに、金については53-2孔に深度6mより2m間44 g/t Au、同孔深度173mより1m間97 g/t Au、5.94% Cuの高品位鉍脈を確認した。亜鉛についても53-3孔、53-4孔中でそれぞれ1.0% Zn以上の品位を有する細脈部を確認した。(Table

1-9 参照)

本地域において、53-5孔付近に分布する石英安山岩質斑岩の岩脈は珪化が激しく、その南側に絹雲母化の多いゾーンがあり、斑岩銅鉍床を期待したが、52年度の4本の試錐孔および53-5孔は何れも低品位に終わった。しかし、今回の調査によって、銅の細脈鉍染型鉍徴を確認し、また金、銅、鉛、亜鉛の鉍脈型鉍徴も数ヶ所にわたり把握し得た。

地表における金の賦存は、前述含金破碎ゾーンの中で東西方向および南北方向の裂隙に支配されるものが多い事が知られているが、(Nelson旧坑Fig. I-1参照)ボーリング孔中のものは方向性は判別出来ない。又変質については一部褐鉄鉍化作用の他にちぢるしい粘土化作用を受けているところが多いので、この含金破碎帯を中心として、地表・深部における金、銅、鉛および亜鉛の鉍化作用の形態を究明したい。

2-2 Laguna Seca 地域 (PL I-2, I-6 参照)

本調査地域は南北2km、東西2.5km面積約4km²の範囲で、海拔300mより550mに達する急峻な丘陵地である。松、雑木などの繁茂する牧場地となっている。

本地域は、Chamelecon断層を中心として、地化学探査による銅・鉛・亜鉛の高含有帯が知られている為に、地質と鉍化作用の状況を確認する事を目的として、トレンチ併用の地質精査を実施した。

2-2-1 地質

本地域の北部に東北東-西南西方向のChamelecon断層を境に、北側は古生代結晶片岩類、南側にはVuelgas del Rio層、変成火成岩類、Atima石灰岩層が分布している。Chamelecon断層に沿い、石英粗面岩岩脈がVuelgas del Rio層を貫き、南部には新期安山岩岩脈が進入している。

1) 結晶片岩類

雲母片岩類および石灰岩、黒色片岩より成る。雲母片岩は青黒色より灰色の層理の発達した中粒ないし細粒岩で、黒雲母を主とし時に絹雲母を含有する。

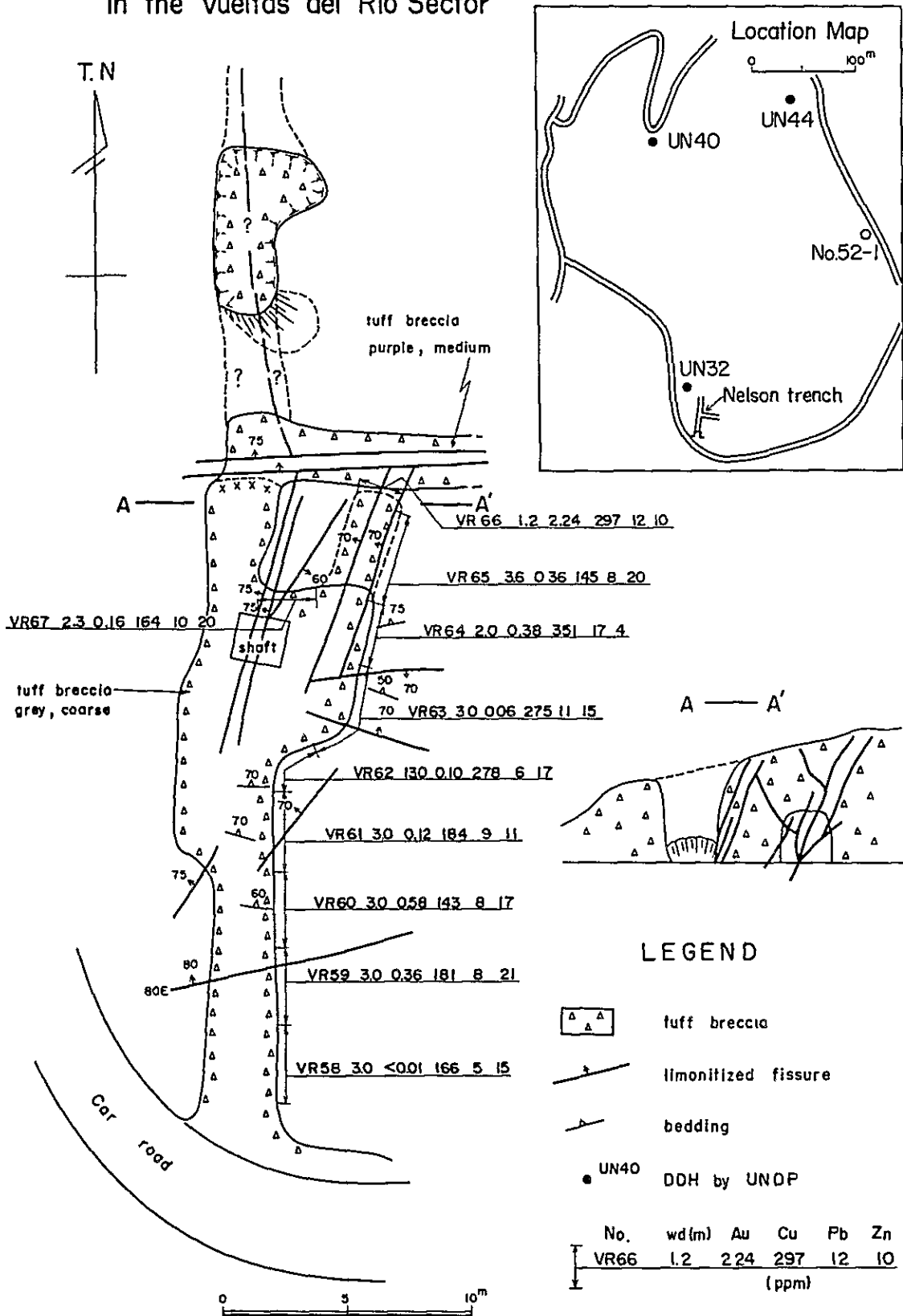
石灰岩は、緻密細粒灰白色塊状岩で白色線状の石英微粒により層理面を示すことあり、また部分的には方解石細脈を含む。この石灰岩は雲母片岩中にレンズ状に胚胎する。黒色片岩は片理の多い細片化する傾向のある灰黒色岩である。何れも細かい引ずり褶曲を示し、粘土化による風化作用を受けている。

2) Vuelgas del Rio 層

Vuelgas del Rio地域の岩層の延長部と見られほぼ類似の岩層が分布する。本地域は変成凝灰岩、輝緑凝灰岩が北側に、南側には凝灰角礫岩が主として分布し、何れもほぼ東西方向南傾斜を示している。Vuelgas del Rio地域に比し、溶結部少いこと、片理が比較

Fig. I-1

Geological sketch of the Nelson trench
in the Vueltas del Rio Sector



的弱いことがあげられる。

地域中央部に幅約300mをもって東西方向に走る変成閃緑岩質斑岩が分布する。本岩は白色長石、緑色鉱物の斑晶を有する暗緑色～灰色の岩石で、地形上および変質激しい為、他層との関係は確認されていない。さらに南部には、凝灰角礫岩を隔てて、変成安山岩（暗色ないし黒緑色の塊状中粒岩）が分布する。

3) Atima 石灰岩層

暗灰色塊状緻密石灰岩で、挟み・層理は稀である。間に石英厚さ0.2cm～2cmのレンズ状の薄層を挟む程度である。変成安山岩との関係は地形的高所に石灰岩が載っている事が多いが、具体的接点は見られない。

4) 石英粗面岩

Chamelecon 断層に沿う幅100m前後の灰白色緻密な岩脈。時に暗緑色で雲母斑晶が稀に見られ長石斑晶は殆んど無い岩石である。

5) 安山岩

玄武岩質黒色緻密な輝石安山岩で、北東-南西方向に Atima 層および変成安山岩類を貫いている岩脈で5本観察出来た。

2-2-2 地質構造

Chamelecon 断層は西側では東北東-西南西方向、北急傾斜を示し、東側では、ほぼ東西方向に転じているが、本地域にはこの2方向の断層・破碎帯が多い。Atima 層の北限は Laguna Seca 部落を通る東西方向の断層を境としており、北東-南西方向の断層、岩脈が多い。

結晶片岩と Vueltas del Rio 層輝緑凝灰岩との境界は東西方向、北傾斜の逆断層を以て接する。

2-2-3 鉍化作用

地域中央部閃緑岩質斑岩の南縁部には珪化変質部が数地点で見られる。これは白色ないし半透明石英塊中に、赤鉄鉍が入りこんだもので、東西方向の延長300m以上にわたり点在しており、所により緑色銅鉍を付着する。また閃緑岩質斑岩中の数地点に、珪化および粘土化のいちぢるしい部分があるが、顕著な鉍徴地は未発見である。

結局本地域は、Vueltas del Rio 層と閃緑岩質斑岩および Chamelecon 断層との接点周縁部が地化学探査の高異常地に相当するが、地表における岩石中には、閃緑岩質斑岩に沿う珪化変質帯が発見され、これが異常の原因と考えられる。本地域には顕著な鉍徴地もなく、変質も弱いので興味薄い地域と考える。

2-3 Minitas 地域 (PL1-3, 1-7 参照)

本調査地域は東西3km, 南北1~2km 面積約5km²の範囲で、海拔350mより650mに達する

やや急峻な山岳地にあり、松、雑木の密生する牧場地である。

本地域には、国連により地化学探査、地質調査、物理探査(Turam法)および試錐が行なわれ、Macutalo及びMinitas両地区において、スカルンを確認し、要調査地区としてリコメンドされた。昨年度は地質精査、地化学探査、物理探査(IP法)さらに試錐2孔掘進長計623.3mの各調査を実施する事によって、接触交代鉱床、鉱脈鉱床の存在する可能性が確かめられた為に、本年度は胚胎岩層の地質構造および鉱化作用との関連性の解明を目的として、トレンチ併用の地質精査、試錐3本合計掘進長901.8mを実施したものである。

2-3-1 地質

本地域は、植物繁茂がいちぢるしく、風化が激しい為に、露出が少く岩質の同定が困難な部分が多かったが、今年度は閃緑岩類として従来一括されていた火成岩類を出来る限り分類し、更に観察を細かくして解析を試みた。

本地域は下位より上位に向い、変成火成岩より成るMinitas層、Atima石灰岩層およびこれらを貫く花崗斑岩、閃緑斑岩および安山岩の岩脈類さらに第三紀Matagalpa層に属する玄武岩類より成る。

1) Minitas 層

本地域の北部および東部の地形的低所に分布する。

主として細粒ないし中粒の変成安山岩および変成安山岩質火砕岩さらに、これらを貫く花崗閃緑岩より成る。

変成安山岩および同質火砕岩：暗色ないし緑黒色・褐黒色・灰紫色の色を示す硬質岩で、長石および緑泥石に交代された有色鉱物の斑晶を有する。斑晶の大きさは数%大に達するものから細かいものまで変化に富み、石基は斑状組織を呈する。火砕岩は長石の破片または斑晶を有し細粒より粗粒までの各粒度を示して不規則に変化し、同質の角礫1~5cm大を含むことがある。

全体的に珪化、緑泥石化などの広域変成作用と圧碎作用を受けている。部分的に緑れん石化、方解石化の作用を受け、地表では粘土化などの風化作用を強く受け、これら岩石の識別を困難なものにしている。

花崗閃緑岩：調査地域の北部に分布し、前述変成安山岩類中に貫入しているが、Atima石灰岩層に不整合に被覆される。その形態は極めて複雑で、粗粒、完晶質、灰色ないし緑灰色を呈する。反応縁は殆んど無いが侵入部の辺縁部に緑れん石を生じている部分が観察されている。岩体の周縁部では多数の岩脈となりまた一部片理構造が認められる。地表では風化により砂状化する。鏡下においては粒状石理を示し、石英、カリ長石、斜長石より成り、緑泥石化、緑れん石化の作用を受けている。(Table I-2, Sample No. 0401 参照)

2) Atima 石灰岩層

本地域内海拔400-650mの山腹または丘陵部の高所に分布し、250m以上の層厚と考えられるが無層理塊状の灰白色石灰岩である。緻密な微晶質で変質部は白色を呈する。稀に泥質部を挟む。

3) Matagalpa 層

本地域南部高地一帯に分布する第三紀漸新世ないし中新世に至る時期の噴出と言われる火山岩および火山砕屑岩類の一部がAtima層などを被って分布する。下位より上位にかけて、玄武岩（暗灰色-黒色細粒硬質，斑状石理を示し，斜長石，かんらん石，磁鉄鉱，輝石を含む短冊状隠微晶質岩），安山岩（暗緑色，褐色，赤紫色で自破碎構造を有する）凝灰岩類（安山岩質角礫岩，火山礫入凝灰岩，酸性凝灰岩より成るが一部溶結凝灰岩を含む）が分布する。

2-3-2 火成活動

本地域にはMinitas層およびAtima石灰岩層を貫いて次の火成岩が存在する。

a) 花崗斑岩および花崗閃緑岩質斑岩：地域中央部Minitas谷にかけて幅70m前後の岩脈として，またMacutalo地点には幅70mの岩脈として北西-南東方向に走っている。中粒・優白質・完晶質でKataclasticであり，強い珪化作用を受けアブライト質の見掛けを呈する。本岩中には破碎帯に沿って緑色銅鉄の鉄染を認める地点があり，かつAtima石灰岩の一部を交代して，ざくろ石-緑色スカルンを生じ，銅，鉄，鉛，亜鉛が鉄染する。本岩はこの地域の鉄化作用に密接に関係すると考えられる。

b) 閃緑斑岩：地域中央部に岩脈として北西-南東方向に走る。長石斑晶と微晶質石基より成り，Atima石灰岩中に貫入する。風化変質作用が激しい。

c) 安山岩：地域東部に，北西-南東方向をもって幅数十mの岩脈として分布する。黒緑色～黒褐色の緻密岩である。

2-3-3 地質構造

本地域は北部の古生代結晶片岩類と南部Atima層・Matagalpa層の非変成堆積岩・火山岩類の接合部に当り，変成安山岩類，花崗閃緑岩が基盤を占め，ほぼ東西方向一部北西-南東方向をもって分布している。Atima石灰岩層は山腹および丘陵地の上部を占め，東西方向および北西-南東方向が顕著である。Atima層などを貫く岩脈類は殆んど北西-南東方向が多く，鉄微地も東西系，北西-南東系の裂罅，岩脈に伴うことが多い。

断層も同様な2方向が顕著で基盤岩より第三紀火山岩類まで転移させている。

2-3-4 地史

昨年まで一括していた閃緑岩類を分類し，古い方より並べると，変成安山岩類，これを貫く花崗閃緑岩，Atima石灰岩層，花崗斑岩岩脈・閃緑斑岩岩脈・安山岩岩脈，Matagalpa層

の順序である。

花崗閃緑岩は前年度の年代測定結果では、(雲母・角閃石・石英閃緑岩中の角閃石による K-Ar 法年代測定) 224 ± 17 m.y. の結果を得ており、これは二疊紀—三疊紀に当り、またこれは本地域外北側にある結晶片岩類の変成時期に相当する。従って、この岩石に貫かれた変成安山岩類は更に古いか少くとも二疊紀以前ということになる。従って本花崗閃緑岩は片岩類の生成で代表される造山運動時の火成活動の産物と考えられる。

またスカルン形成に貢献したと考えられる花崗斑岩岩脈類は白亜紀～初期第三紀と考えられる。

2-3-5 鉍化作用

本地域内には代表的スカルン鉍床として Macutalo が知られており、今年度の調査によって 53-7 孔を中心として、幅 90 m 延長 500 m に及ぶスカルン変質帯が確認された。これを Minitas スカルン帯と仮称する。さらに、Minitas スカルン帯の南西部の Minitas 谷には花崗斑岩の岩脈沿いに銅、亜鉛の鉍脈が発見された。

Macutalo 鉍床：海拔 560 m の Minitas 谷奥にあり、中粒花崗閃緑岩斑岩および石灰岩との境界付近に生じたスカルン塊状鉍床である。

スカルン鉍物はざくろ石 (andradite)、緑れん石、陽起石、緑泥石で、鉍石鉍物は磁鉄鉍、赤鉄鉍、自然金、黄銅鉍、輝銅鉍、黄鉄鉍等で、ざくろ石は幅 7 m 以上磁鉄鉍を多く伴い、陽起石ゾーンは幅 4 m 以上で銅を多く含有する。

Minitas スカルン帯：ざくろ石・緑れん石・陽起石を含むスカルン帯は、試錐によって深度 93 m まで連続している事が確認され、一部銅 0.3~0.5%、亜鉛 0.2% 程度が連続している部分が発見された。今後の詳細なトレンチ、試錐による探査により、鉍化の形態把握が必要である。

Minitas 谷露頭：Minitas 溪谷の中流右岸にあり露頭が発見された。当付近の露頭は NW-SE 方向の花崗斑岩と石灰岩との境界付近に生じた幅 1.75 m、延長 5 m 以上にわたる、北西—南東方向にのびる鉍脈状を成す露頭で、黄鉄鉍、黄銅鉍を含みその他藍銅鉍、孔雀石は石英脈石の間隙を不規則形に充填し、顕鏡結果では融蝕形 (Colloform) 針鉄鉍が孔雀石の辺縁部に生じ、他に黒銅鉍 (Tenorite)、金粒を含有する。(Table I-2 (3), Sample No. 72807 参照)

以上の如く、Minitas 地域においては、今年度の調査によって顕著なスカルン帯を確認し、鉍化作用の有望な範囲を抽出することが出来た。上記 3 鉍化帯を優先して、鉍化帯の範囲を明確にする為に、トレンチ、試錐により詳細な探査を行うことが望ましい。

2-4 Pueblo Nuevo 地域 (PL I-4, I-8 参照)

本調査地域は南北 2 km、東西 2 km、面積 4 km² の範囲で、海拔 180 m より 400 m に達する丘

廢地にあり雑木の密生地，一部牧場地となっている。

本地域には国連により地化学探査，地質調査，物理探査の各調査が行なわれ，昨年度は地質精査，地化学探査，物理探査（I P法）の各調査が実施され，Santa Ines および Santo Domingo 等の銅，鉛，亜鉛の鉱徴地を確認したが，I P法によるやや高い異常帯が広く調査域北側に拡大しているデータを得た。

本年度は表土厚く樹木密生して地質構造が不明な地点が多いことと，物探の異常帯の解明の為に，ブルドーザーによるトレンチおよび地質精査を実施した。

2-4-1 地質

本地域は，風化激しく，露出少い為に岩質の同定が困難な部分が多かったが，Minitas 地域に準拠して，火成岩類の分類を試み解析した。

本地域は下位より上位に向い，変成安山岩—閃緑ひん岩より成る Minitas 層，北部に分布する石英粗面岩層，これらに載る Atima 石灰岩層およびこれらを貫く安山岩・ひん岩岩脈および花崗閃緑岩より成る。

1) Minitas 層

本地域中央部より南部にかけて，地形的低所に分布する。

主として細粒ないし中粒の変成安山岩および安山岩質火砕岩さらにこれを買いて，地域北部に分布する石英粗面岩より成る。

a) 変成安山岩および同質火砕岩

暗色～緑黒色，褐黒色の硬質岩で粒度は粗粒閃緑岩質岩まで変化し，長石および有色鉱物の斑晶の大きさ，量も変化する。ほぼ Minitas 地域に類似した岩相および変質を示している。

b) 石英粗面岩層

灰色～黄灰色，褐灰色の色を示す硬質緻密な岩石で，石英粒を含み稀に雲母片の細片を含む。節理の発達した地点も多いが，比較的塊状部も見られ，風化すれば小石状になる。珪化，粘土化の各作用が稀に見られるが，一般的に均一な岩相を示す。

c) Atima 石灰岩層

灰色～灰白色の細粒塊状石灰岩で，層理に乏しく，かつ挟みも殆んど見られない。地形的高所又は山腹を占め，急崖を形成する。

2-4-2 火成活動

本地域には，Minitas 層のうち，石英粗面岩を買いて花崗閃緑岩，安山岩，ひん岩岩脈がある。

この石英粗面岩は，Minitas 層中の変成安山岩との関係については Minitas 地域 La Hacienda 近くに，石英粗面岩の岩脈が変成安山岩を買っている露出があるが，本地域につ

いては関係露出が見られず、分布を見ると断層で接している様にも見える。Williams ら (1969) は本岩の分布する範囲を変成火成岩類として一括していることおよび白亜紀末の岩脈によって貫かれていることより、Minitas 層の末期すなわち花崗閃緑岩の進入時期の火成活動と同じか、もしくは白亜紀末のこれら岩脈の時期であるのか明確な時期は不明である。

一方、花崗閃緑岩の岩脈は石英粗面岩を貫いているが、一部に石英粗面岩中に取りこまれた形をとるものもあり、時間的に花崗閃緑岩と余り時間差が無い生成とも見られる。これらは何れも Atima 層中には進入していない。

安山岩・ひん岩の岩脈は、暗黒色輝石斑晶を有する安山岩で南北方向および北東-南西方向に石英粗面岩中に貫入している。

2-4-3 地質構造

谷沿いの低地には Minitas 層の変成安山岩類が分布し、山頂部には石灰岩層が不整合に載っている形態をとっている。その境界面は若干粗粒石灰岩となり、安山岩側は硬質となり、緑れん石が多くなる所も見られる。顕著な断層は北東-南西方向の断層が Santo Domingo 鉱脈を通り、且つ、これに平行な断層が Agua Caliente (アグアカリエンテ) を通ると推定される。東西方向の断層が Esperanza (エスペランサ) 旧坑南側に見られる。

石英粗面岩側には顕著な構造破砕帯は見られないが、地形的に東西方向、南北方向の溪谷が多い。

2-4-4 鉱化作用

Santa Ines 鉱徴地：石灰岩の下盤側で石英粗面岩との不整合面に近くほぼ水平に石灰岩中に入った緑色銅鉱、黄銅鉱鉱脈であり、厚さ 2 m、延長 150 m、幅 2 m の規模を有する。サンプリングによる品位は、Cu 0.7~4%、Zn 0.5~0.8% を示した。石灰岩は一部礫状多孔質を示し珪化、ドロマイト化を受け、鉱徴に沿って珪化、鉄焼けがいちぢるしく、5 点以上にわたりピット跡が知られている。

Santa Ines 東方約 200 m に在るピット跡は Santa Ines 鉱徴部の錐先延長部に相当する部分で、酸化銅鉱の鉱石が散点する。

Santo Domingo 鉱徴地：Santo Domingo 部落南部溪谷沿いにある鉱徴地で、石灰岩と石英粗面岩との境界付近に生じた北東~南西方向の鉱脈であり、幅 6 m、延長 50 m にわたり追跡され、0.9 m 間の分析品位は Pb 1.57% Zn 2.04% を示した。鉱石鉱物は黄銅鉱、赤鉄鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、針鉄鉱より成り、赤鉄鉱が最も多い。

Esperanza 鉱徴地：Santa Barbara-La Arada 間の道路と Pueblo Nuevo 部落に至る道路との交叉点東側路壁に幅 2 m、高さ 1.2 m、長さ 7 m の旧坑で、石灰岩と中粒斑状角閃石閃緑岩質岩との接触部の石灰岩中の緑色銅鉱物および鉄酸化物を鉱染した鉱徴である。

以上の如く、Pueblo Nuevo 地域においては、トレンチ等の調査によって北部地区に広く

示されたIP探査結果のやや高い異常帯は、北部地区に広く分布する石英粗面岩岩体と一致して露れていることが判明した。

これまでの調査によって、Santo Domingo, Santa Ines, Esperanzaの各鉱徴地を主とする以外に、有望な鉱徴地は発見されなかった。

各 論

第 2 部 ボーリング調査

第 1 章 序 論

1-1 調査目的

ホンデュラス共和国西部地区における第 2 年次調査の一環として鉍床賦存の地質環境を有する地域として選定された Vueltas del Rio 地域および Minitas 地域において地質構造と鉍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を実施した。

Vueltas del Rio 地域においては前年度の 4 本の試錐によって地域中央部付近の変質作用および鉍化作用の状況が判明し、深部および周囲への拡大探査が必要とされた。

従って今年度は、東部、南部および北部への拡大をはかり、かつ、中央部においては深度 300 m 以下の鉍況変化の状況を解明する目的をもって、深度 500 m の試錐を計画した。

Minitas 地域においては、石灰岩と火成岩類との境界付近の鉍化作用の状況を解明する目的をもって、石灰岩地点、火成岩地点、鉍微地地点より夫々試錐を計画した。

1-2 調査概要

1978 年 5 月 15 日、日本より先発試錐担当調査員 1 名が La Flecha に入り、試錐機の点検、試錐地点の確認、試錐座の作成を行ない、材料補充部品及び泥水材料の運搬船の入港受取りにより準備を整えた。同年 6 月 5 日調査員 6 名及び地質調査員 1 名が渡航し、設営作業を開始した。Vueltas del Rio 地区は何れの試錐座も松林中にあり、ブルドーザーによる運搬路の建設、試錐座の作成および使用水の準備を実施し、さらに Minitas 地域においては 3 地点への運搬路の建設、使用水の準備を行ったが、豪雨により泥濘化いちぢるしく、常時人夫 6 名による補修作業を必要とした。

使用試錐機は TGM-5A (掘進能力 NQ 510 m, BQ 660 m) 2 台で、ワイヤーライン工法により、8 孔総掘進長 2,905.9 m を掘さくした。作業形態は一方 8 時間づつ 3 交代制の作業とし、各方に調査員各 1 名、作業員 4 名より成る班を 6 班編成し、他に水運搬車用作業員 2 名をもって実施した。

掘進にはベントナイト泥水を使用し、表土付近は一部メタルビットを用いて無水掘進によりコア採取の向上に努めた結果、全コア採取率は 92.13% の好成績を収めた。

試錐箇所 (PL II-1, PL II-2 参照) 及び調査量は次の通りである。

地 区	孔 名	本 数	掘進延長	コア採取率
		孔	m	%
Vueltas del Rio	5 3 - 1	1	4 0 1.0	9 5.8
	5 3 - 2	1	3 0 1.0	9 7.3
	5 3 - 3	1	4 0 0.8	9 6.3
	5 3 - 4	1	5 0 0 5	9 4.5
	5 3 - 5	1	4 0 0.8	8 5.3
	計	5	2,0 0 4.1	9 3.7
Minitas	5 3 - 6	1	3 0 0.3	9 4.7
	5 3 - 7	1	3 0 0.5	8 0.5
	5 3 - 8	1	3 0 1.0	9 0.7
	計	3	9 0 1.8	8 8.3
合 計		8	2,9 0 5.9	9 2.1 3

調査期間は1978年6月5日より10月6日までの124日間である。4ヶ月間にわたる掘進作業終了後、機械類およびコアは前回同様 La Flecha 敷地内倉庫に格納した。

1-3 コア鑑定および解析作業

今年度実施された試錐孔の全コアについて岩質、変質および鉱化について鑑定を常駐の地質調査員が行ない、縮尺500分の1の地質柱状図にまとめた。更に地表地質との対比、および昨年度実施コアとの対比鑑定を行ない、地質の現地解析を実施した。

コアは半割りとし、Vueltas del Rio 地域では大部分連続サンプリングとし長さ2mを1箇とするサンプルの分析を行った。鉱徴の弱い部分は10m間に1箇のサンプル採取を行った。

Minitas 地域においては鉱化部分、スカム部分は連続サンプリングを行った他、鉱徴の弱い部分は10m長さに1箇のサンプリングを行った。

コアの鑑定については火成岩を特に入念に観察し、多種類に分類し、堆積岩と共に出現状況、裂隙、破砕帯、変質についての状況を綿密に観察し、必要部分は更に大縮尺の部分スケッチを実施し、地質構造と鉱化作用の解明に留意した。

解析作業については各種岩石および鉱徴部の薄片、研磨片を作成し、岩石名の決定、母岩の変質分類、鉱物組成についての検討、X線による解析を行ない、既往調査との対比を実施した。

第 2 章 ボーリング調査

2-1 ボーリング地点

Vueltas del Rio 地区において実施されたNo 5 3-1, No 5 3-2, No 5 3-3, No-5 3-4 およびNo 5 3-5 の5 孔の位置は San Pedro Sula - Copan 間国道のほぼ中間 La Flecha 部落(調査団宿舎)より Chiquila 部落経由約 2.3 km の位置にあり, 所要時間 40 分にて現地に達する。

Minitas 地区において実施されたNo 5 3-6, No 5 3-7 およびNo 5 3-8 の3 孔の位置は La Flecha 宿舎より San Pedro Sula 市に向う国道 20 km の地点より南方 2 km にある San Francisco de Los Valles 部落経由, もしくは宿舎より国道 30 km の地点 La Arada より Santa Barbara 街道に入り, Pueblo Nuevo 部落を経由して Minitas 農場を通り現地に達する二経路がある。La Flecha より San Francisco de Los Valles 経由現地には距離 3.2 km 1 時間を要する。

各試錐孔の位置(経・緯距)および標高は次の通りである。

孔名	経距(E)	緯距(N)	標高(m)
No 5 3-1	3 3 4.8 0	1, 6 8 2.6 5	2 1 6
No 5 3-2	3 3 4.0 7	1, 6 8 1.9 8	2 6 5
No 5 3-3	3 3 3.2 3	1, 6 8 1.9 0	3 4 2
No 5 3-4	3 3 3.2 0	1, 6 8 2.5 3	4 7 3
No 5 3-5	3 3 4.1 6	1, 6 8 3.0 5	4 4 9
No 5 3-6	3 5 7.9 8	1, 6 8 7.7 5	5 1 0
No 5 3-7	3 5 7.4 0	1, 6 8 7.9 3	5 4 5
No 5 3-8	3 5 6.9 6	1, 6 8 7.8 5	4 3 5

2-2 設営作業

2-2-1 道路工事

5 月 20 日より先発試錐調査員が試錐現地(Vueltas del Rio 地区および Minitas 地区)の踏査を行い道路新設と道路補修計画, 機材搬入計画を立案すると共に人夫の調達試錐用水確保のため調査準備作業を行った。

Vueltas del Rio 地区のNo 5 3-2, No 5 3-3, およびNo 5 3-4 へのブルドーザーに依る道路新設延長は 1,120 m, 道路補修は延長 1,200 m であるが連日のスコールにより道路は崩壊し人力による道路補修の総延長は 1.5 km におよんだ。

Minitas 地区のNo 53-6, No 53-7, およびNo 53-8へのブルドーザーに依る道路新設は延長1,700 m, 道路補修は延長6 km実施したが, 道路勾配急峻のため降雨ごとに道路の崩壊が甚しく人力による道路補修は総延長10 kmで補修には追われる状態であった。又降雨の際には道路がスリップして車輛の通行には非常に難渋した。

2-2-2 機材の搬入

La Flecha 宿舎機材格納庫より6トン車によって, Chiquila, Ojos de Aguaの各部落を經由してNo 53-1は6月5日, No 53-2は6月6日夫々搬入を開始した。

尚1978年度分として日本より海上輸送した機材補充部品は通関後6月14日 Amapala 港よりLa Flecha に大型車(20トン)で運搬した。

2-2-3 設 営

Vueltas del Rio 地区のNo 53-2, No 53-3, No 53-4および Minitas 地区のNo 53-6, No 53-7, No 53-8等はブルドーザーに依り道路新設と試錐座整地を行ったが, Vueltas del Rio のNo 53-1, No 53-5は試錐地点が旧道の近くのため人力に依り試錐座整地を行った。

2-2-4 試錐用水

Vueltas del Rio 地区のNo 53-1(配管距離240 m) No 53-2(配管距離420 m)各孔は Rio Chamelecon より揚水し, No 53-3(運搬距離1,150 m) No 53-5(運搬距離1,500 m)は付近には試錐用水は全然なく小型トラックに1,000 ℓ入りの鉄製タンクを搭載して各々運搬した。

No 53-4(配管距離550 m)は1978年作成したバック(3 m×4 m×1.4 m)より揚水ポンプを使用して給水を行った。

Minitas 地区のNo 53-6(配管距離700 m)は Quebrada Minitas より揚水し, No 53-7(運搬距離1,000 m)は試錐箇所より南西800 mの湿地帯に3.00 m×4.00 m×0.80 mのバックを作り小型トラックに鉄製タンク(1,000 ℓ入)を搭載して運搬した。No 53-8(配管距離500 m)は試錐箇所より南350 mの湧水箇所(40 ℓ/min)に3.00 m×4.00 m×1.20 mのバックを作り自然導入して試錐用水とした。

2-3 掘進作業

試錐を行った Vueltas del Rio 地区の5孔は表上に金鉱物が含有している可能性があるので, 何れも孔口よりコア採取につとめ116 mmメタルビットで無水掘りにより掘進を行った。この間のコア採取率は100%であった。着岩後H Qワイヤーライン工法で掘進し, 遂次ケーシングパイプを挿入して最終孔径B Qワイヤーラインで最終深底まで掘進を行った。各孔の掘進状況は次の通りである。

2-3-1 No.53-1 孔

掘進長401.00m, 岩芯長384.25m, 岩芯採取率95.8%。

116mmシングルメタルビットで黒褐色表土を6.00mまで無水掘りを行い着岩したので116mmロングメタルビットで送泥水しながら6.70mまで掘進し, 安定した岩石となったのでHWケーシングパイプを挿入設置した。ビット径HQ-WLに切りかえて45.00mまで掘進, 亀裂の少ない溶結凝灰岩のためNWケーシングパイプを挿入設置した。ビット径NQ-WLで掘進中52.00mから粘土含みの溶結凝灰岩となり, 粘土押し出しのためロッドの回転が悪くなり, 掘進不可能のためNWケーシングシュービットで拡孔し60mまで挿入設置した。NQ-WLで201.00mまで掘進してBWケーシングパイプを挿入設置した。NQ-WLで掘進中73.00m付近で完全逸泥があり, テルストップ, ベントナイトの混合をダンゴ状にして投入し逸泥止めを行った。又145.70m掘進しコア詰りのためインナーチューブを揚げようとした際, 油圧ロッドホルダーの故障からロッド(NQ-WL)が孔底に落下した。孔底内にはスライムが沈降しており, そこえロッドが突込んだためジャーミング状態となった。

巻揚機および油圧だけの力ではロッドを引き上げる事が出来ず, ドライブハンマーで打上げ, 打下げを行いロッド, コアチューブに振動をあたえて回収を行った。

201.00mからビット径をBQ-WLとして掘進に入ったが変成安山岩凝灰角礫岩に白色粘土を挟んでいるためコア詰り甚しく, 孔壁崩壊がありベントナイト泥水からリボナイト泥水に切り替えて孔壁崩壊箇所を切り抜け401.00m掘進して終了した。

2-3-2 No.53-2 孔

掘進長301.00m, 岩芯長292.90m, 岩芯採取率97.3%。

116mmシングルメタルビットで赤褐色表土を4.00mまで無水掘りを行い着岩したので, 116mmロングメタルビットで送泥水しながら6.25mまで掘進しHWケーシングパイプを6.00m挿入設置した。ビット径HQ-WLに切りかえて51.10mまで掘進した。岩質は安定した凝灰岩のためNWケーシングパイプを51.00mまで挿入設置した。ビット径NQ-WLに切りかえて132.10mまで掘進した。この間亀裂少なく逸泥もほとんどなく順調な掘進状態であった。BWケーシングパイプを132.00mまで挿入設置し, ビット径をBQ-WLに切りかえた。しかし136.00mより岩質が白灰色粘土混りの凝灰岩となり孔壁崩壊があり, BQ-WLロッドが締められ掘進が不可能となりBWケーシングシュービットで拡孔し138.00mまで挿入設置した。177.00mより222.00m間で9箇所の完全逸泥があり, その都度ベントナイトとテルストップの混合をダンゴ状にして投入し逸泥止めを行った。逸水箇所での孔壁崩壊はなく301.00m掘進して終了した。

2-3-3 No 53-3 孔

掘進長 400.80 m, 岩芯長 385.90 m, 岩芯採取率 96.3%。

116mmシングルメタルビットで3.50 mまで無水掘りを行い着岩したのでHWケーシングパイプを挿入設置した。ビット径をHQ-WLに切りかえて29.00 mまで掘進した所、岩質が粘土質溶結凝灰岩のため孔径が大きくなりHWケーシングパイプが3.50 mから27.00 mまで落下したのでHWケーシングパイプを延長挿入設置した。HQ-WLで52.40 mまで掘進してNWケーシングパイプを挿入設置した。ビット径をNQ-WLとして201.00 mまで掘進、岩質は安定した凝灰角礫岩で逸水もほとんどなく順調に掘進した。BWケーシングパイプを201.00 mまで挿入設置しビット径をBQ-WLに切りかえた。岩質は凝灰角礫岩及び凝灰岩が続き235.00 mから245.00 m間で完全逸泥が3箇所あったが、その都度ベントナイト、テルストップの混合をダンゴ状にして投入し逸泥止めを行った。孔壁崩壊もなく全く順調な掘進状況で400.80 m掘進して終了した。

2-3-4 No 53-4 孔

掘進長 500.50 m, 岩芯長 472.90 m, 岩芯採取率 94.5%。

116mmシングルメタルビットで2.00 mまで掘進し、口元から岩盤のため2.00 mからロングメタルビットで送泥水して6.00 mまで掘進してHWケーシングパイプを挿入設置した。ビット径HQ-WLで102.10 mまで掘進、粘土入り凝灰岩の軟岩であったがNWケーシングパイプを挿入設置した。ビット径をNQ-WLとして掘進したが、NWケーシングパイプが振動のため103.50 mまで降下したのでNWケーシングパイプを延長挿入した。NQ-WLで245.95 mまで掘進してBWケーシングパイプを挿入設置した。

ビット径BQ-WLで500.50 m掘進して終了した。岩質は破碎質粘土入凝灰岩凝灰角礫岩等でコア詰り甚しく、インナーチューブの昇降回数が今まで掘進して来た他孔と比較して多く又ダイヤモンドビットの摩耗も甚しく工事は難行した。BWケーシング抜管ではケーシング張り付けと粘土押し出しのため試錐機ホイスト及び油圧の力だけでは抜管出来ず、ドライブハンマーで打上げ、打下げを行ったが微動もせずケーシングカッターを使用した。しかしカッターが不良で完全切断出来ず再度ホイスト、油圧力で引張った所ケーシングが動き全ケーシングの抜管に成功した。

2-3-5 No 53-5 孔

掘進長 400.80 m, 岩芯長 341.90 m, 岩芯採取率 85.3%。

116mmシングルメタルビットで3.00 mまで無水掘りし、116mmロングメタルビットで送泥水しながら6.50 mまで掘進してHWケーシングパイプを挿入設置した。ビット径HQ-WLに切りかえて3200 mまで掘進したが29.00 m, 30.00 m, 31.00 mで完全逸泥があり、その都度ベントナイト、テルストップ、鋸屑等をダンゴ状にして投入し逸泥止めを行ったが亀裂が大きく送泥水

量の15%しか戻らず又、孔壁崩壊があるためHWケーシングシュールビットで掘孔し3200mまで挿入設置した。しかし風化帯が続き所々で完全逸水があるため4200mまで掘進とケーシング掘孔、挿入を平行しながら進めた。HQ-WLで7490mまで掘進してNWケーシングパイプを挿入設置し、NQ-WLに切りかえて20100mまで掘進した。岩質は凝灰岩、凝灰角礫岩等の互層で逸泥もほとんどなく、コア詰りも少く順調に掘進した。しかし20100mでBQ-WLに切かえるためNQ-WLロッドを抜管しようとしたが泥水が“ゲル化”していたため張付事故となりロッドが上らず泥水を交換しながら長時間(11時間)送泥してようやくNQ-WLロッドが抜管出来た。BWケーシングパイプを20100m挿入設置し、ビット径をBQ-WLに切りかえた。BQ-WLになってから岩質は破碎質粘土混り凝灰岩、凝灰角礫岩であり、コア詰り甚しく粘土押し出し箇所も出て来たためこれをリポナイト泥水で押えて40080m掘進して終了した。BWケーシングパイプの抜管に入ったが微動もせず丸太にて補助3脚櫓を設けてホイストワイヤーをダブルとし試錐機の油圧もかけ、引上げようとしたが効果なく、又20tジャッキ2台を使用したが無効上らなかつた。そこでNWケーシングを抜管してダイヤモンドケーシングシュールビットをつけ深度7490mから20100mまで掘孔して全ケーシングを抜管した。

2-3-6 NQ53-6孔

掘進長30030m、岩芯長28430m、岩芯採取率94.7%。

116mmシングルメタルビットで200mまで無水掘りを行い900mまで116mmロングメタルビットで送泥水しながら掘進してHWケーシングパイプを挿入設置した。ビット径HQ-WLで掘進に入ったが岩質は亀裂の多い石灰岩で3000m付近から数箇所完全逸泥であり、ベントナイト、テルストップ、鋸屑、木の葉等の混合物をダンゴ状にして投入し逸泥止めを行ったが亀裂が大きく全然効果がないためロッドにグリスを塗ってロッド振れによる摩耗を防ぎ4470mまで掘進してNQ-WLケーシングパイプを挿入設置した。ビット径をNQ-WLで4520mまで掘進した所完全逸泥となりベントナイト、テルストップ、鋸屑、木の葉等の混合物を投入したが逸泥防止出来ずNWケーシングダイヤモンドシュールビットで4550mまで掘孔し挿入設置した。NQ-WLで11980mまで掘進したが途中完全逸泥があり、逸泥防止を行ったが防止出来ず逸泥状態のままロッドにグリスを塗ってロッド振れによる摩耗を防止しながら掘進した。BWケーシングを11980mまで挿入設置しビット径をBQ-WLとして30030mまで掘進して終了した。BQ-WLに入ってから12300m、15200m、16000m、19000m、26300mの各所で完全逸泥がありその都度ベントナイト、テルストップの混合をダンゴ状にして逸泥防止を行った。岩質は12150mまで石灰岩、187.1mまで変成溶結凝灰岩、孔底の30030mまで破碎質変成安山岩でコア詰り甚しく工程も低下した。

2-3-7 No.53-7孔

掘進長300.50m, 岩芯長241.90m, 岩芯採取率80.5%。

116mmシングルメタルビットで3.00m無水掘りを行い, 3.00m以降116mmロングメタルビットで送泥しながら, 11.30mまで掘進してHWケーシングパイプを挿入設置した。ビット径をHQ-WLで20.00mまで掘進したが風化土及び風化したスカルンのため孔壁崩壊があり, HWケーシングメタルシュービットで18.00mまで拡孔して挿入設置した。

HQ-WLで42.50mまで掘進してNWケーシングパイプを挿入設置した。ビット径をNQ-WLで掘進に入ったが41.00mから亀裂の大きい石灰岩とスカルンの互層帯となり, ペントナイト, テルストップ, 鋸屑等の混合を孔内に投入して逸泥防止を行ったが全く効果なくNWケーシングダイヤモンドビットを使用して拡孔し, ケーシング挿入とNQ-WL掘進と平行して掘進してNWケーシングパイプを74.00mまで挿入設置した。NQ-WLで石灰岩, スカルン及び花崗斑岩等を122.90mまで掘進してBWケーシングパイプを挿入設置した。

ビット径BQ-WLで破碎質粘土入溶結凝灰岩を153.00mまで掘進した所孔壁崩壊と粘土押し出しのためBQ-WLロードが喰い締められて掘進不可能となり, BWケーシングダイヤモンドビットで152.00mまで拡孔して挿入設置した。BQ-WLで破碎質溶結凝灰岩, 変成角礫凝灰岩, 閃緑ひん岩等を300.50m掘進して終了した。途中粘土押し出しや孔壁崩壊があったがリボナイト泥水で孔壁崩壊を防止し無事終了する事が出来た。

試錐用水は1,000m離れた湿地帯に3.00m×4.00m×0.80mのバックを作りこれより1,000ℓタンクで小型トラックにより, 運搬給水したが降雨のため道路の破損甚しく道路補修に追われる状態であった。又逸泥の激しい時には悪路のため給水が間に合わず, 水待ち時間がしばしば生じた。

2-3-8 No.53-8孔

掘進長301.00m, 岩芯長273.10m, 岩芯採取率90.7%。

116mmシングルメタルビットで2.00m無水掘りを行い, 116mmロングメタルビットで送泥しながら8.90mまで掘進してHWケーシングパイプを挿入設置した。ビット径をHQ-WLに切りかえて12.00m掘進した所でロッド振れによりHWケーシングパイプが10.50mまで自然降下したのでHWケーシングパイプを延長挿入設置した。HQ-WLで46.70m掘進してNWケーシングパイプを挿入設置した。ビット径をNQ-WLに切りかえて119.70mまで掘進した。コア詰りは甚しかったが逸泥も少なく, 孔壁崩壊なく順調な掘進状況であった。BWケーシングパイプを挿入設置しビット径をBQ-WLで301.00m掘進して終了した。150.00m以下に溶結凝灰岩, 火砕岩に岩脈が貫入して, 破碎質でありコア詰りが甚しく一部の孔壁崩壊があったがリボナイト泥水で孔壁を保護し無事終了する事が出来た。

2-4 移設・撤収作業

1号機はNo 5 3-1, No 5 3-3, No 5 3-5, No 5 3-8の順序で, 又2号機はNo 5 3-2, No 5 3-4, No 5 3-6, No 5 3-7の順序で移設され掘進が行われた。全孔とも4トントラックで乗り入れができるように道路を開さくし整備したので移設は比較的順調に行うことが出来た。

No 5 3-1, No 5 3-2の2孔についてはLa Flecha 宿舎よりの機材搬入のため運搬と平行して設営作業を行い, 掘進開始までに8日間要したが, No 5 3-3, No 5 3-4, No 5 3-5については移設, 設営を含め夫々3~4日間でNo 5 3-6, No 5 3-7, No 5 3-8については Minitas 地区のため移設, 設営を含め夫々4~6日間で掘進を開始することができた。

撤収についてはLa Flecha 宿舎敷地内の格納倉庫に(床面積144m²)全機材をMinitas 地区より運搬し1号機は9月26日, 2号機は9月29日に夫々撤収格納が完了した。

試錐コアはカウンターパートの意向により前年度コア保管と同一場所のコア倉庫に保管した。

第 3 章 ボーリング孔の地質

3-1 ボーリング地点の地質

3-1-1 №53-1 孔について

本地点は Vueltas del Rio 丘陵地の東南端に在り、№53-1 孔と同じく Vueltas del Rio 層の変成された凝灰岩、凝灰角礫岩などより成る。地層はほぼ東西方向を示し細かい節理が発達する。国連の地化探結果によれば銅、亜鉛高異常帯の辺縁部に当り前年度実施の地化探結果の高異常帯に含まれる。

地表においては本孔西側一帯は酸化鉄焼けが強く他の変質も相当強く受けている。

周辺岩石は変質や強く、西側に中心のある I P 法による F E 異常帯の中程度の範囲内に在る。

3-1-2 №53-2 孔について

本地点は Vueltas del Rio 丘陵地の東南端に在り、№53-1 孔と同じく Vueltas del Rio 層の変成された凝灰岩、凝灰角礫岩などより成る。地層はほぼ東西方向を示し細かい節理が発達する。国連の地化探結果によれば銅、亜鉛高異常帯の辺縁部に当り前年度実施の地化探結果の高異常帯に含まれる。

地表においては本孔西側一帯は酸化鉄焼けが強く他の変質も相当強く受けている。

3-1-3 №53-3 孔について

本地点は地域南部の Vueltas del Rio 層の変成した溶結凝灰岩、凝灰岩、凝灰角礫岩、安山岩などより成る地点でほぼ東西方向北傾斜の地層が分布する。本地点は、東西方向を主とする破碎帯および裂隙が走り、国連の地化学探査によれば銅・亜鉛高異常帯の辺縁部に相当している。付近は地形的な凹所にあたり、粘土化作用、絹雲母化作用などの変質も顕著である。

3-1-4 №53-4 孔について

前年度実施の №52-3 孔と №52-4 孔とのほぼ中間に位置しており、地形的に尾根部に相当する。付近は Vueltas del Rio 層の変成された凝灰角礫岩、凝灰岩、溶結凝灰岩より成る。東西方向を軸とする複合向斜構造の中央部背斜構造の軸部に相当する位置である。国連の地化学探査結果によれば金の高異常帯の内部にあって付近には金の往時探鉱された旧坑が数ヶ所知られ、52-3 孔と 52-4 孔を含む東西方向の金の破碎帯中に在る。

付近は片理の発達した粘土化、絹雲母化の各作用の激しい変質帯中に存在し、また I P 法による F E 中異常帯の南西辺縁部に相当している。

3-1-5 №53-5 孔について

Vueltas del Rio 地域の最も高地にあたる地域東北部尾根に位置し、Vueltas del

Rio 層を貫く石英安山岩質斑岩の岩脈が分布する地点である。付近は Vueltas del Rio 層の変成された凝灰岩、凝灰角礫岩、安山岩などより成り、珪化いちぢるしく、絹雲母化、粘土化の各変質作用が強く、片理も顕著で、北東-南西の方向性が強い。東西方向を軸とする向斜構造の軸部付近に相当する。地化学探査では特に顕著なものはないが、I P 法による F E 効果の強い範囲内であって、黄鉄鉱の鉱染も強い。

3-1-6 No 53-6 孔について

Minitas 地域内、丘陵地上部における石灰岩と変成火成岩類の接触部付近を目的として、地点を選択した。本孔は Minitas 部落南部海拔 500 m の台地上に在る石灰岩より成る地点で北東および南西へ北西側には、スカルン帯が地表で知られている。石灰岩は細粒緻密の白灰色塊状岩より成る Atima 層である。東側 Minitas 谷沿いには変成安山岩・火砕岩が露出する。

地点付近は銅の地化探高濃度異常帯が広く分布する地帯に相当し、亜鉛の高異常帯も分布する。付近は北西-南東系の裂隙および花崗斑岩の岩脈・スカルン帯が分布し一部東西系統のものも見られる。

3-1-7 No 53-7 孔について

Minitas 地域の No 52-6 孔北部 350 m 付近にある海拔 550 m の尾根に位置する。付近は Atima 石灰岩層がスカルン化され、黒褐色酸化鉄を混えたざくろ石スカルンより成り、周辺部に石灰岩および変成安山岩類が下位に観察される。

地化探結果によれば、銅の高異常帯内にあり、亜鉛の異常も周辺に見られる。スカルン化作用の他に一部炭酸塩化、粘土化の各作用が認められる。

付近は北西-南東方向の裂隙、北西-南東方向のスカルン帯、東西ないし北西-南東方向の石灰岩層、東西系に走る基盤岩類と、各種の方向が発達している。

3-1-8 No 53-8 孔について

やゝ広い崖錐の斜面上にある海拔 430 m の本地点は石灰岩と変成安山岩類の境界近くの位置を選定したものである。

付近は、第三紀火山岩類および石灰岩・古期岩類より成る巨礫を含む崖錐堆積物が被い、石灰岩類と火成岩類との関係を不明なものにしている。物探の結果はやゝ F E 効果の見られる地帯であるが地化探結果では南側に存在する銅・鉛・亜鉛高異常帯の辺縁部に当る。

3-2 ポーリング孔の地質 (PL, II-3 ~ PL, II-8 参照)

3-2-1 No 53-1 (401.00 m, 垂直)

(1) 岩石

孔口より深度 6.5 m まで河成堆積物より成り、深度 194 m まで変成溶結凝灰岩が連続し、

一部細～中粒凝灰岩，変成安山岩を挟み深度269 mまで細粒変成安山岩より成る。
以下孔底まで変成凝灰角礫岩より成り，深度350 mおよび372 m付近に凝灰岩の2薄層を挟在する。凝灰岩は片理が発達する。

(2) 変質作用

絹雲母化作用は深度73 mより194 mに至る主として溶結凝灰岩中および深度310 mより350 m間の変成凝灰角礫岩中に強い。炭酸塩化作用は部分的に弱程度見られるが，珪化作用は深度194 m以下350 mまでに中ないしやゝ強い影響を与えている。

緑泥石化作用は深度20 mより74 m付近に顕著に認められる。

粘土化作用は変成安山岩地帯を除いて全長にわたり認められる。深度279.2 m～288.4 m間は粘土を挟む破砕帯が見られる。

(3) 鉍化作用

黄鉄鉍化は微弱で，深度101 m付近まで達しているが，以下殆んど見られない。

銅鉍化作用は深度96 m～98 mの2 m間に Cu 1.28%，Zn 0.12%，また98 m～100 mの2 m間は Cu 0.18%を示す。

顕著な鉍微部があり，幅5～10 cmの急傾斜の石英脈中に黄銅鉍，黄鉄鉍を含有する。細脈帯は97.2 mより98.6 mに3本出現している。

地表より深度16 m間は Zn 平均品位0.15%の品位を示しているが酸化亜鉛か否かは未確認である。金の含有は少い。

3-2-2 №53-2孔(301.0 m垂直)

(1) 岩石

深度6.25 mまで風化土，以下160.1 mまで3層の凝灰角礫岩を挟在するラメラ構造の発達した淡灰色中粒凝灰岩である。それ以下深度210.5 mまで凝灰角礫岩が発達し深度235.9 mまで細粒凝灰岩，以下孔底まで薄層の凝灰角礫岩を挟む変成安山岩となる。この安山岩は細粒より中粒の斑状岩である。凝灰岩中には片理が発達する。

(2) 変質作用

全長にわたり珪化，絹雲母化，炭酸塩化および粘土化の各作用が発達するが，深度210 m以下は劣化する。

特に深度150 m～200 m間の凝灰角礫岩中に絹雲母化作用がいちぢるしい。

破砕帯は深度210.5～214.5 m間白色角礫化粘土帯が存在する。

(3) 鉍化作用

黄鉄鉍化作用は地表より深度210 m間微弱に見られるが，以下稀となる。深度6～8 m間には Au 44 g/tの高品位部が検出されたがこれは凝灰岩中の微弱な石目に沿い赤鉄鉍のいちぢるしい部分に相当する。深度173～174 m間は Au 97 g/t，Ag 80 g/t，

Cu 5.94%, Zn 0.19%の分析値を有する。これは凝灰角礫岩中の方解石脈部にあたり幅5cmの破碎脈を主体とする鉛脈である。

深度6mより32m間の凝灰岩中に平均 Zn 0.11%の含有があった。

3-2-3 No 53-3 (400.8m垂直)

(1) 岩石

孔口より3.5mまで風化土, 深度64mまで溶結凝灰岩, 深度64mより228.1mまで凝灰角礫岩が分布し, そのうち, 長さ20mの変成安山岩また一部凝灰岩を挟んでいる。

以下は深度312mまで凝灰岩, 以下孔底まで凝灰角礫岩で長さ5mの変成安山岩を挟む。

(2) 変質作用

珪化作用は地表より孔底まで中～弱程度を受けている。

絹雲母化, 炭酸塩化作用は深度116mまで弱く見られるが, 特に粘土化作用は地表より深度64mまで強い影響を与えている。

緑泥石化作用は深度116mより孔底まで中～強程度を受けている。

(3) 鉛化作用

深度46m～48mまで溶結凝灰岩中に Au 3.34 g/t, Zn 1.85%の品位を示す閃亜鉛鉛入り黄鉄鉛細脈が存在する。

深度68m～70mには凝灰角礫岩中に Au 3.72 g/t, Zn 0.48%, Pb 0.15%の品位を示す方鉛鉛, 黄銅鉛, 方解石脈群が見られた。深度40～84m間は細脈, 破碎帯に黄鉄鉛, 黄銅鉛, 閃亜鉛鉛, 方鉛鉛入り方解石脈が多く, この区間の Zn 平均品位は0.22%を示した。

更に深度104mより126mに至る22m間には, 凝灰角礫岩中に方解石網状脈が多数密集して, 銅は平均0.122%の含有を示す鉛化帯が見られた。この間は黄銅鉛を主とし, 黄銅鉛一部閃亜鉛鉛を含有する。

深度146m～150m間の凝灰角礫岩中には, 閃亜鉛鉛, 方鉛鉛, 黄銅鉛, 黄鉄鉛の鉛脈が70程度の急傾斜をもって約4本出現し, 平均品位 Au 1.3 g/t, Zn 1.78%, Pb 0.19%を示した。(Fig. I-2参照)

黄鉄鉛化は全長にわたるが弱い。

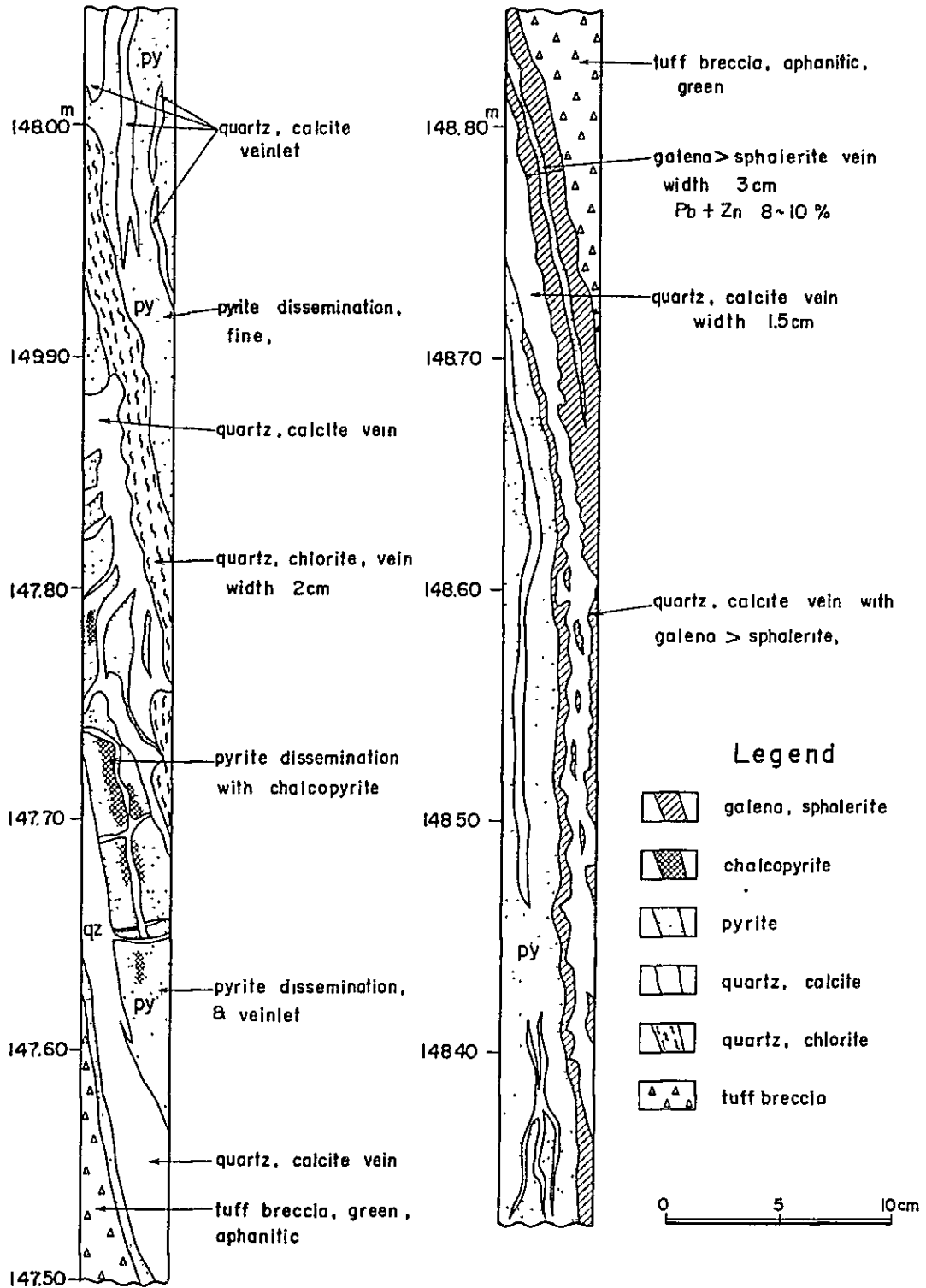
3-2-4 No 53-4 孔 (500.5m垂直)

(1) 岩石

深度6mまで風化土, 以下188.8mの深度まで変成凝灰岩であり凝灰角礫岩2層を挟み片理は良く発達している。

さらに深度247mまで溶結凝灰岩一部凝灰岩を挟み, 以下孔底まで凝灰岩と凝灰角礫岩の互層よりなり, 特に深度467.6mから480m間は縞状灰色微細粒凝灰質頁岩を挟んでいる。

Fig.I-2. Geological sketch of mineral indication
in the drill hole No.53-3 (depth 147.50^m~148.80^m)



また深度 495 m に 3 m 長さの安山岩質ひん岩が見られる。

(2) 変質作用

絹雲母化作用は全長にわたり顕著で特に地表より深度 146 m までが強い。珪化作用は下底の方に強くなる。粘土化作用は、深度 150 m の浅所に強い。

破碎帯は深度 360 m 付近、480 m 付近に 3～4 m 長さの破碎があり、灰色粘土帯より成る。

(3) 鉱化作用

深度 90～92 m 間に変成白色凝灰岩中に、Au 0.76 g/t, Zn 1.84 % の閃亜鉛鉱および四面銅鉱の鉱染帯が現れた。

深度 108～110 m 間に白色中粒変成凝灰岩中の鉱脈中に輝銅鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱が見られ、Cu 1.59 %, Zn 0.10 % の分析値を示した。深度 436 m より 486 m 間は平均 Zn 0.11 % と比較的上昇するのが見られ、これは断層、頁岩の上位の凝灰岩類の互層中にあるものである。

3-2-5 No 53-5 孔 (400.8 m 垂直)

(1) 岩石

深度 3 m まで表土、深度 59.4 m まで凝灰岩を挟む石英安山岩質斑岩岩脈が現れた。この岩脈は中粒、灰色ないし灰褐色で非頭晶質で節理は少い。以下孔底まで凝灰岩および凝灰角礫岩との互層より成り、一部に溶結凝灰岩も含まれる。石英安山岩質斑岩の岩脈は深度 100 m 付近および 115 m 付近に長さ 5～6 m をもって再び凝灰角礫岩を貫いている。

破碎帯の顕著なものは深度 186 m, 247 m, 271 m および 378 m にそれぞれ 3～5 m の長さで出現している。これらは角礫粘土を主とし一部に褐鉄鉱を伴っている。片理は深度 160 m～240 m, 340 m～孔底の凝灰岩中に特に著しく波状にあらわれている。

(2) 変質作用

全長にわたり珪化、絹雲母化、粘土化の各作用を伴っている。特に石英安山岩質斑岩類には珪化作用が強い。絹雲母化作用は深度 60～100 m の凝灰角礫岩部、深度 345 m より孔底までの凝灰岩中に顕著に現れる。粘土化作用は 190～245 m, 60～100 m 付近に強い。

(3) 鉱化作用

黄鉄鉱は全孔にわたり微弱に認められたが銅・鉛・亜鉛などの顕著な部分および金の含有の多いところ、細脈破碎に伴う硫化物は認められず、また石英安山岩質斑岩に関連する鉱化は認められなかった。



3-2-6 №53-6孔(300.3m垂直)

(1) 岩石

地表より深度121.5mまで白色細粒非顕晶質石灰岩が連続している。中硬質、層理は不明瞭で魚卵状組織部も見られる。深度121.5mより187.1mまで変成溶結凝灰岩で、これは灰色～暗灰色、角礫状ないし斑状を示す中粒岩である。

石灰岩との境界は傾斜 40° ～ 50° の界を示し、7m間にわたり赤鉄鉱・緑泥石・緑れん石の集合体の方解石細脈が縦横に発達したゾーンを示し、これは不整合面に生じた変質鉱物ゾーンと判断される。

深度187.1mより孔底まで一部凝灰角礫岩を挟む変成安山岩より成る。本岩は緑灰色斑状岩で石基部の細粒部より粗粒部が不規則に層を成し、粒度変化に富む長石などの斑晶を有する非顕晶質岩である。

破碎帯は比較的少く、深度253m付近に破碎質安山岩が見られる。

(2) 変質作用

石灰岩にはスカン化作用は認められていない。変質安山岩には緑泥石化作用が特に著しく、珪化および粘土化が微弱ながら孔底まで続いている。

(3) 鉱化作用

石灰岩と変成火砕岩類の境界付近の深度121.5m～180mにわたり黄鉄鉱が微弱に認められたが、分析結果には顕著な金属元素は認められない。

3-2-7 №53-7孔(300.5m垂直)

(1) 岩石

地表より9mまでは風化土、以下深度27.7mまでスカンで黄緑色ざくろ石(andalite)スカンを主とし、深度27.7mより37.0mまで灰色中粒斑状花崗閃緑岩、深度37.0mより96.2mまではスカンと石灰岩の混合帯となる。スカンは上部の方はざくろ石スカン、下部にはざくろ石-陽起石スカンより成り、粒状中硬部を形成し、石灰岩は白灰色、非顕晶質、非層理塊状岩である。

深度96.2mより115.0mまで花崗斑岩一部スカンを挟む、花崗斑岩は、灰色中粒ないし粗粒粒状岩で緑泥石、長石が多い。

花崗斑岩の上部は緑れん石スカンを形成している。

深度115.0mより154.1mまで変成溶結凝灰岩、さらに249mまでは変成凝灰角礫岩および溶結凝灰岩および変成安山岩が互層し、これらに長さ4m～7mの閃緑ひん岩3本が貫いている。

さらに、深度249mより264.5mまで暗灰色中粒斑状ひん岩があり、破碎をいちぢるしく受けている。その下部264.5mより288.7mまで閃緑ひん岩の灰褐色細粒～中粒長石

斑晶を有する岩脈として、変成安山岩を貫いている。

深度 288.7 m より 291.7 m までの 3 m 間に石灰岩が現れる。これは帯黄色細粒結晶質石灰岩で、変質を激しく受けている為に時代の推察は困難である。

その後、294.7 m まで灰色粒状凝灰岩、約 5 m 長さの強い破碎帯を挟んで、孔底まで閃緑ひん岩となる。

全体として見れば石灰岩と花崗閃緑岩斑岩、花崗斑岩との接触部にスカルンを生じ、それ以下は変成凝灰角礫岩、溶結凝灰岩およびひん岩類より成る岩質である。

(2) 変質作用

地表より深度 105.0 m までのスカルン中、上部はざくろ石下部の方は緑れん石が多く、石灰岩と変成凝灰角礫岩との境界付近に生じたスカルン帯とも解釈出来る。深度 93 m までのスカルンはざくろ石 (andradite) を主とし、下部および中部に緑色～黄緑色の放射状数 μ m～5 cm 長さの陽起石スカルンが数 m にわたり挟まれている。ざくろ石は中粒黄褐色～黄灰色のやゝ硬質粒状集合体を形成し、磁鉄鉱を多く含有し、一部に黄鉄鉱、黄銅鉱を含有する。緑れん石化作用は、花崗閃緑岩斑岩の周辺に緑泥石化作用は深度 93 m までのスカルン帯に微弱に見られる。

花崗斑岩帯には緑れん石化、緑泥石化の各作用が強い。火砕岩類中には中程度の珪化、緑れん石化、緑泥石化の各作用が行なわれ、さらにカリ長石化作用が変成溶結凝灰岩の部分に見られる。

深度 260 m 付近のひん岩岩脈付近に破碎帯が発達し、さらに、深度 290 m より 5 m 間の破碎のいちぢるしい部分がある。

(3) 鉱化作用

地表より深度 105 m までのスカルン帯には銅、鉄を主とし、一部に鉛、亜鉛の鉱化が認められる。陽起石スカルンには銅、亜鉛、ざくろ石には銅、鉄を良く伴う。

深度 68 m ～ 70 m ざくろ石スカルン中 Cu 0.35 %

深度 80 ～ 82 m ざくろ石スカルン中 Cu 0.09 % Zn 0.68 %

深度 86 ～ 88 m 陽起石 スカルン中 Cu 0.68 %

深度 90 ～ 92 m 陽起石 スカルン中 Cu 1.21 %

の各鉱微部を得た。

鉱石鉱物としては、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、磁鉄鉱の他藍銅鉱、孔雀石の酸化銅鉱が見られる。

3-2-8 Na53-8 孔 (301.0 m 垂直)

(1) 岩石

地表より深度 18.1 m まで第三紀層火山岩類の巨礫を含む崖錐堆積物より成り、深度 18.1 m ～ 156.9 m まで変成安山岩で暗緑色中粒長石斑晶を伴う岩石より成る。

さらに深度156.9 mより孔底まで、変成凝灰岩、溶結凝灰岩、凝灰角礫岩および変成安山岩の互層より成り、深度199.6 mより15 m間角閃石輝石安山岩の岩脈が貫き、さらに孔底付近285. mより孔底までの15 m間は花崗閃緑岩の中粒明灰色粗粒塊状岩が分布する。深度230 m付近および240 mの2地点の変成安山岩中に灰色角礫入破碎帯長さ5 m前後のものが見られる。

(2) 変質作用

全長にわたり方解石化、緑れん石化、緑泥石化の各作用を受け特に緑泥石化は顕著である。さらに深度174.2 mより孔底まで珪化作用が強い。赤鉄鉱化は深度20～110 m間に弱く作用している。

(3) 鉱化作用

黄鉄鉱化は殆んど見られず、黄銅鉱などの鉱化も顕著なものはない。

第4章 ボーリング孔鉱徴地

4-1 ボーリング孔鉱徴地

4-1-1 Vueltas del Rio 地域 (PL II-6, PL II-7 参照)

1) 銅鉱徴地点として確認出来たものは

孔名	深度 <i>m</i>	長さ <i>m</i>	分析品位 %
a) 53-1孔	96~98	2	Cu 1.28%, Zn 0.12%
b) 53-1孔	98~100	2	Cu 0.18%
c) 53-2孔	173~174	1	Cu 5.94%, Au 97 g/t, Ag 80 g/t
d) 53-3孔	104~126	22	Cu 0.22%
e) 53-4孔	108~110	2	Cu 1.59% Zn 0.10%

の5点である。

何れも黄銅鉱, 黄鉄鉱時に閃亜鉛鉱, 方鉛鉱を伴う粘土脈又は方解石脈の幅5~10 *cm*程度の細脈集合体より成り, 時に鉱染部を有する。

№53-3孔深度106 *m*の方解石網状脈, 同孔深度124 *m*の網状脈は, 粒径0.2~0.5 *m/m*時に1 *m/m*大の黄銅鉱の他形結晶及び自形の黄鉄鉱, 微量の閃亜鉛鉱が不規則形時に点滴状をなして共生している。

また同孔深度115 *m*では立方体結晶の黄鉄鉱, 不規則形多孔質の黄銅鉱が石英脈中に見られる。さらに同孔深度124 *m*には自形黄鉄鉱, 不規則形黄銅鉱が石英脈のクラック中に生じている。

また, 同孔深度148 *m*の脈中には黄鉄鉱, 黄銅鉱, 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, エレクトラムが共生し, 粗粒~中粒(0.2~0.5 *m/m*径)自形の黄鉄鉱の間隙を黄銅鉱などが埋める。このエレクトラムは方鉛鉱と共生し0.1~0.2 *m/m*大の点滴状を成す。EPMA解析結果によれば, 金は方鉛鉱の周縁に銀とエレクトラムを成して点滴状に分布し, 一部方鉛鉱内にも含有されている事が判明した。(Table 1-8 EPMA解析表参照)

№53-2孔の深度173 *m*の金・銅鉱徴部には自形黄鉄鉱, 多孔質黄銅鉱, 閃亜鉛鉱, 四面銅鉱が共生し, 所により四面銅鉱は黄銅鉱中, 黄鉄鉱中に不規則に含有される。

また, №53-1孔深度97 *m*の銅鉱徴部は黄銅鉱が不規則な形で黄鉄鉱の辺縁部に集まっているのが観察される。

含有する地層は変成凝灰角礫岩が多く一部凝灰岩中にある。

変質作用との関連は何れも絹雲母化作用が強又は中程度受けており, 大半は粘土化作用を受

けたゾーンに在る。

地質構造の関係は特に顕著な傾向は見られない。

前年度実施の52-1, 52-2, 52-3, 52-4の4孔は何れも Vuelgas del Rio 地域中央地帯内に在って変成凝灰岩, 角礫凝灰岩, 変成安山岩, 緑色凝灰岩などより成り, 変質は絹雲母化作用, 粘土化作用, 炭酸塩化作用など相当広範囲に受けているが, 顕著な鉱化作用の効果は無かった。今年度実施の地点に比して, 地化探金高異常帯の北側に相当する位置にあること, 片理の強い地点が多かった事, すなわち変成凝灰岩類が比較的多かった事, 変質は鉄焼けが少かった事が今年度実施地点と異なる点で, 構造的, 岩質的には大きな差は無い。

2) 金の鉱徴地地点として確認出来たものは

孔名	深度m	長さm	分析品位
a) 53-2孔	6~8	2	Au 4.4 g/t
b) "	173~174	1	Au 9.7 g/t, Ag 8.0 g/t, Cu 5.94%, Zn 0.19%
c) 53-3孔	46~48	2	Au 3.34 g/t, Zn 1.85%
d) "	68~70	2	Au 3.72 g/t, Zn 0.48%, Pb 0.15%
e) "	146~150	4	Au 1.3 g/t, Zn 1.78%, Pb 0.19%

の各地点である。

岩質は銅と同じく変成凝灰角礫岩を主とし, 一部凝灰岩中に生じたもので, 岩質の境界付近に多い。変質は絹雲母化および粘土化の各作用を強く受けているゾーンに多い。地化探結果による金の高異常の南側にやゝ外れて位置しているが, これら徴候の構造的特徴は不明である。

3) 亜鉛の鉱徴地地点として確認出来たものは,

孔名	深度m	長さ	分析品位
a) 53-1孔	6~16	10m	Zn 平均0.15%
b) 53-2孔	6~38	32	Zn 平均0.11%
c) 53-3孔	40~84	44	Zn 0.22%平均
d) "	46~48	2	Zn 1.85%, Au 3.34 g/t
e) "	146~150	4	Zn 1.78%, Au 1.3 g/t
f) 53-4孔	90~92	2	Zn 1.84%, Au 0.76 g/t
g) "	436~486	50	Zn 平均0.11%

の各地点で, 岩質は変成凝灰岩, 変成溶結凝灰岩, 変成凝灰角礫岩を主としている。変質作用は絹雲母化作用の激しい所に生じたもの, 炭酸塩化, 粘土化の各作用が見られる所とある

が、明確な特徴は無い。

顕鏡結果 (Table I-2, Sample No. 4090) によれば, No. 53-4 孔深度 90 m には黄鉄鉱, 閃亜鉛鉱, 四面銅鉱, 黄銅鉱が共生し, 黄鉄鉱は粒状をなし, 四面銅鉱および閃亜鉛鉱の一部を交代し, 閃亜鉛鉱の細粒結晶は四面銅鉱中にも点在する。一方, 黄銅鉱は四面銅鉱の不規則形粗粒を含有している。

4-1-2 Minitas 地域

1) スカルン帯として確認出来たものは 53-6 孔深度 121 m より 7 m 間にわたり, 石灰岩と下位変成熔結凝灰岩との境界部に赤鉄鉱, 緑泥石, 緑れん石の集合体が見られ方解石細脈が入っていたが, 鉱化は微弱であった。

53-7 孔には深度 6 m より 96 m までの長さ 90 m 間にわたり, さくろ石, 陽起石, 緑れん石他に石英, 方解石, ドロマイト, 緑泥石を含むスカルン帯が, 石灰岩, 花崗斑岩を挟んで確認された。

鉱石鉱物としては, 黄銅鉱, 閃亜鉛鉱, 方鉛鉱, 磁鉄鉱の他黄鉄鉱, 赤鉄鉱, シデライト, 酸化銅鉱が含まれる。

2) 銅の鉱徴地としては (PL II-8 参照)

	深度 m	長さ m	スカルン種	品位
53-7 孔	68~70	2 m	andradite	Cu 0.35%
"	80~82	2	"	Cu 0.09%, Zn 0.68%
"	86~88	2	actinolite	Cu 0.68%
"	90~92	2	"	Cu 1.21%

が確認された。

顕鏡結果 (Table I-2, Sample No. 7087) によれば, No. 53-7 孔の深度 87 m の銅, 鉄鉱石部は黄鉄鉱, 黄銅鉱少量の赤鉄鉱が共生し, 時に自形の黄鉄鉱を交代して黄銅鉱細粒結晶が生じている。

また同 53-7 孔深度 91 m の銅鉄鉱石部は黄銅鉱, 磁鉄鉱, 赤鉄鉱およびそれらの間隙または周縁部に生じた輝銅鉱より成る。赤鉄鉱は時に磁鉄鉱の間隙を不規則形時に葉片状に埋め, 黄銅鉱は磁鉄鉱のクラック沿いに充填するものも見られる。(Table 1-2, Sample No. 7091 参照)

4-1-3 鉱徴地の意義まとめ

Vueltas del Rio 地域における鉱徴地の各々の特徴をまとめると次の通りとなる。

- 銅・金を主とし亜鉛, 銀, 鉛を従とする鉱徴地を多く発見出来た。
- 何れも Vueltas del Rio 層の変成された凝灰角礫岩中に多く (見掛上片理の強い部分に少い)

変成凝灰岩中にも含有される鉍脈，絹状脈，鉍架型である。

- c) 変質は絹雲母化作用を強く受けた所に多く，粘土化作用に伴うもの，炭酸塩化作用，珪化作用にも伴う。
- d) 破砕のやゝ発達する地層に多く，細部にわたる裂隙，岩層構造との関係は不明瞭であるが，岩質の変化部に多い。
- e) 石英安山岩質斑岩，石英斑岩，後期安山岩等の岩脈には具体的関係は確認されておらず，また大きな地質構造との関係も不明瞭である。
- f) 深度は地表より150m以浅が大部分であり，地表酸化帯・二次富化帯のゾーン内に発達するものが多いことを示している。

Minitas 地域における鉍徴地の特徴は

- a) 石灰岩類と変成火成岩類との接触部には緑泥石，緑れん石スカルンが生ずる程度で，鉍化作用は微弱である。
- b) 石灰岩類と花崗斑岩との接触部には，ざくろ石-陽起石スカルンが生じ，鉄，銅，鉛，亜鉛の鉍化が見られるが，スカルン全域又はその周縁に銅鉍化が及ぶものは未発見で，Macutalo 地域のスカルン鉍徴地と性格は同一である。
- c) 石灰岩又は変成火成岩体単独では優勢な鉍徴は期待出来ない。
- d) 北西-南東系の裂隙および断層帯，北西西-南東東方向の断層，東西方向の裂隙，断層帯と花崗斑岩岩脈，石灰岩の組合せが本地域スカルン鉍床の必要条件と考えられる。

4-2 ボーリング孔と地質構造の関係

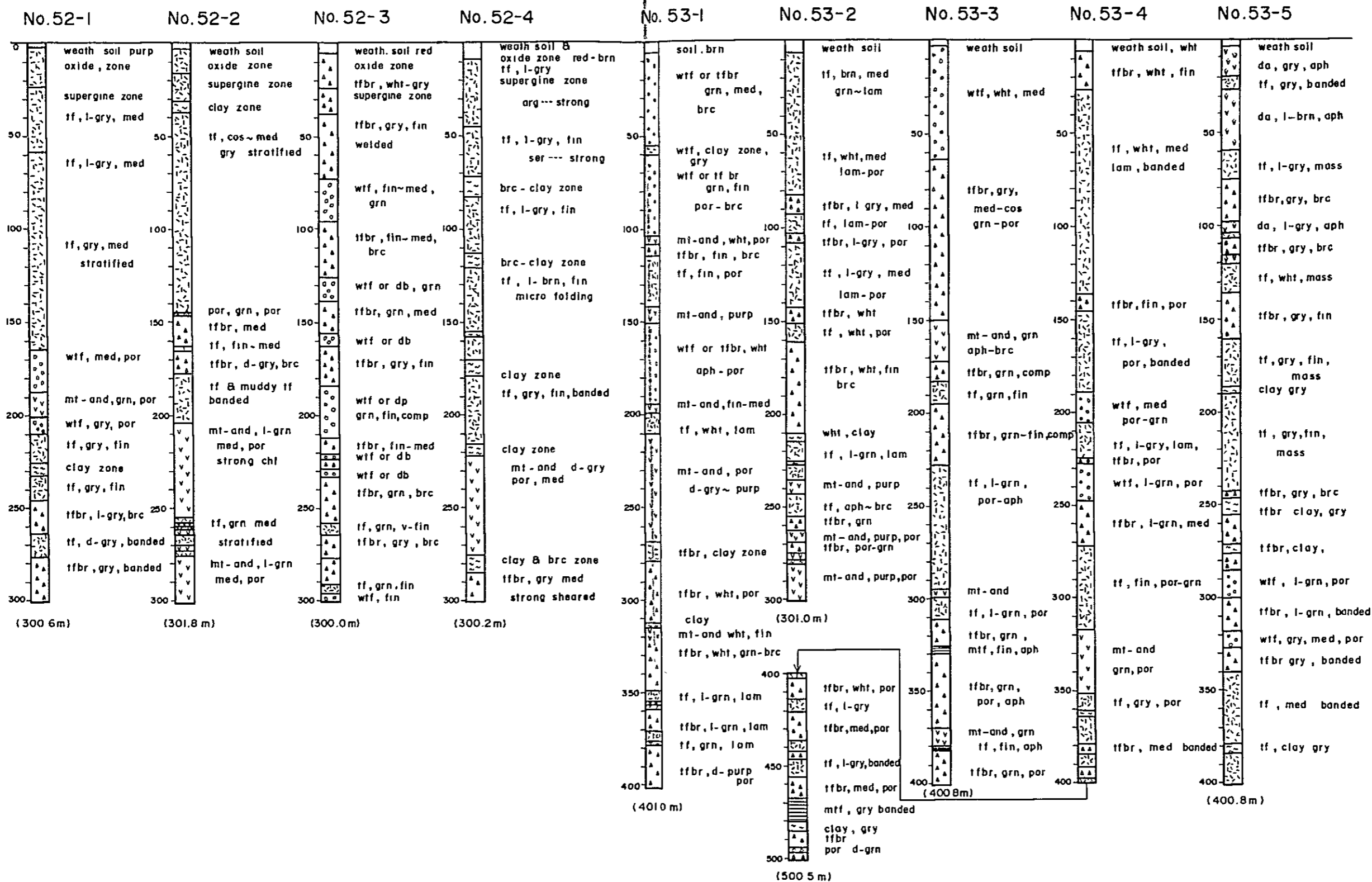
4-2-1 Vueltas del Rio 地域

- a) 地表の地質データおよびボーリングのデータに昨年度コアを再鑑定して加味した結果 (Fig.1-3 参照) を用いて，当地域の地質概念を断面図に示した (PL1-5 参照)

各孔間の凝灰角礫岩など各岩層の対比は極めて困難であるが，変成安山岩をキーベツ的に考えて考察すると，本地域は東西方向を軸とする複合向斜構造を示すことが試錐で確認された。すなわち本地域の南部に掘さくされた53-3孔，53-2孔は何れも東西方向，北傾斜の変成凝灰角礫岩，変成凝灰岩より成る所に位置し，変成安山岩が整合的に挟まれている。この変成安山岩は北部に向い，53-4孔に南傾斜に変わって出現し，再び北傾斜となって沈み，53-5孔に至りその北側に現れ，複合向斜構造を一応矛盾なく説明出来る。

- b) 断層，裂隙のうち顕著なものは変成安山岩の下位側，細粒凝灰質頁岩の下位側中に多く，変成凝灰岩，凝灰角礫岩中には顕著なものは少い。
- c) 変質作用は，粘土化，絹雲母化の両作用が顕著に見られるが深部に比較的少く，地表より200m深度までに強絹雲母化作用は多い。粘土化作用も同様である。一般に酸化帯は

Fig. I-3 SUMMARY OF CORE LOG IN THE VUELTAS DEL RIO SECTOR
 (No.52-1 ~ No.52-4) 1977 year
 (No.53-1 ~ No.53-5) 1978 year



Symbol & Original Rock

Texture

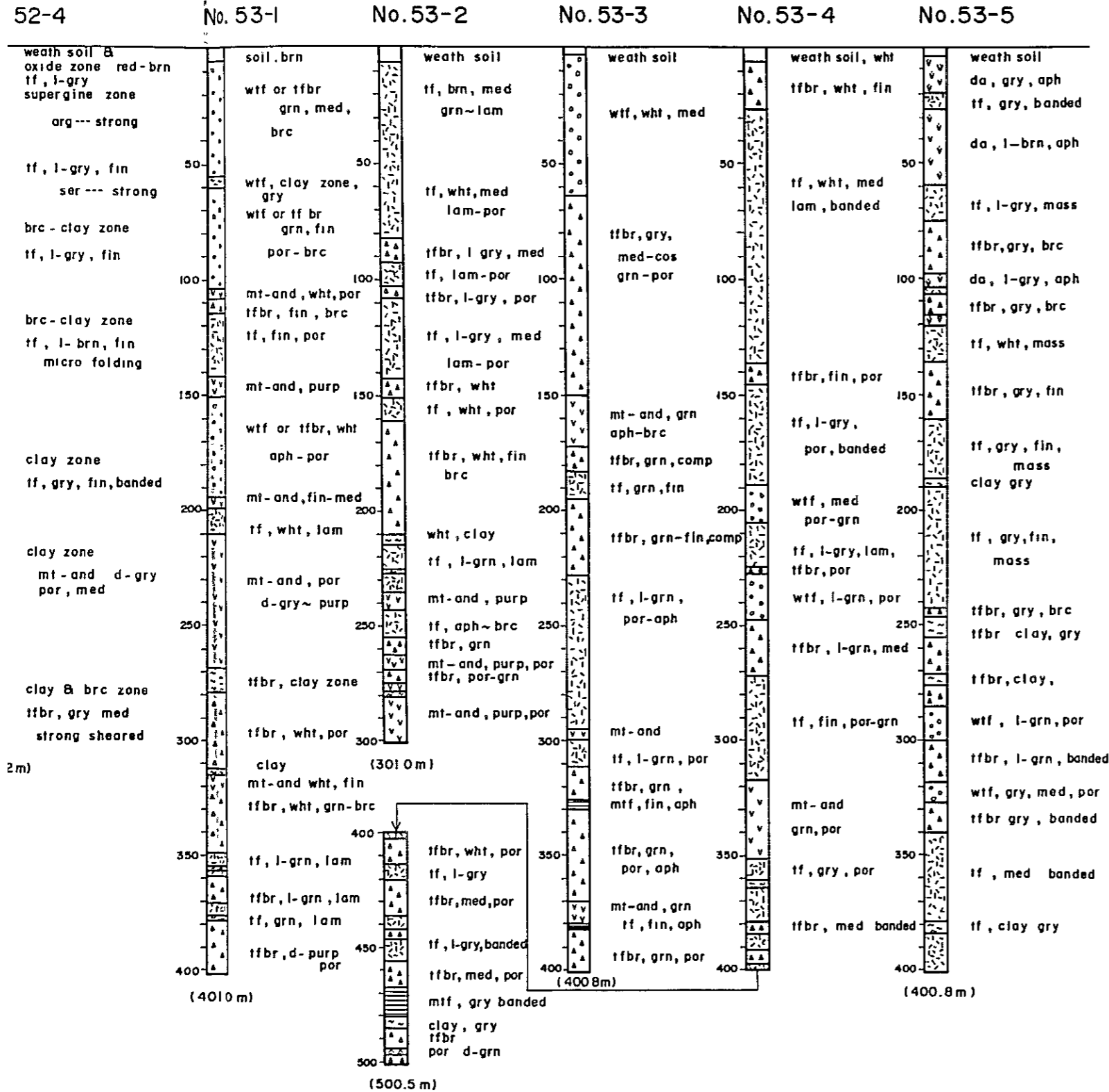
Grain size

0

Y OF CORE LOG IN THE VUELTAS DEL RIO SECTOR

(No.53-1 ~ No.53-5)

1978 year



INDEX

Symbol & Origina Rock	Phenocryst	Color	Texture	Grain size
[Symbol]	soil soil	cal calcite		
[Symbol]	mt-and meta andesite	chl chlorite		
[Symbol]	tf tuff	cly clay		
[Symbol]	tfbr tuffbreccia	fd feldspar		
[Symbol]	wtf welded tuff	hb hornblende		
[Symbol]	cht chert & muddy tuff	qz quartz		
[Symbol]	db diabase			
[Symbol]	por porphyrite	d dark		
[Symbol]	da dacite porphyry	l light		
[Symbol]	clay zone	blk black		
		brn brown		
		grn green		
		gry grey		
		purp purple		
		wht white		
		yel yellow		
			aph aphanitic	v-fin very fine
			band banded	fin fine
			brc brecciated	med medium
			grn granular	cos coarse
			lam lamella	
			por porphyritic	



地表下10m～数10mに達し、浅成変質帯と見られる粘土化、炭酸塩化、絹雲母化の各作用の為に白色化した変質帯は一般に深度150m程度に達している。

4-2-2 Minitas 地域 (Fig. I-4 参照)

a) 変成火成岩類を変成安山岩, 変成溶結凝灰岩, 変成凝灰角礫岩, 閃緑岩質ひん岩等に区分し, その各々の関連を解析した。

各ボーリング孔間の関連は孔間の距離が離れている為, 構造の関連は推定出来ない。

b) 火成岩類を大別して, 変成古期火山岩類, 花崗斑岩などのスカルンを伴う岩脈類, スカルンを伴わない又は不明の閃緑斑岩などより成る。(新期の安山岩類を除く) 後者の岩類の時代はおそらく Atima 層堆積時より古いと考えられるが確証はない。

c) 53-7 孔の如くスカルンを生じ, 花崗斑岩進入のボーリング孔の下位には閃緑斑岩など他の岩脈が多いが, 鉍化と無関係な変質火成岩類より成るボーリング孔付近, 又は石灰岩と変成火成岩が単調に接する付近には岩脈は少い。これは, 地質構造の往時より複雑な地点にはその後の変動の際にも不安定であり変動の場となり易く, 鉍化作用の場としてもかかる不安定な場に撰択的に行なわれるのかもしれない。

d) 53-7 孔深度290m 付近に現われた長さ3m の石灰岩は黄色微細粒石灰岩で, Atima 層のものか, 古生代変成岩類に属するものか判定出来ない。

Atima 層の石灰岩であるとするならば, 53-7 孔周辺に大きな断層が存在して Atima 層が更に下部に転移して出現した事を意味するものかと思われる。古期変成岩類中の石灰岩であるならば, 変成火成岩類が近くに在る古期石灰岩類を捕獲して来たものと考えられるが, この場合黒色片岩もしくは雲母片岩などの捕獲岩又は近辺に変成岩類の露出のある事が必要である。

何れにしても, この石灰岩の去就は今後の研究に挨つものである。

Fig.I-4 SUMMARY OF CORE LOG IN THE MINITAS SECTOR

(No.52-5 ~ No.52-6)

No.53-6 ~ No.53-8

1977 year

1978 year

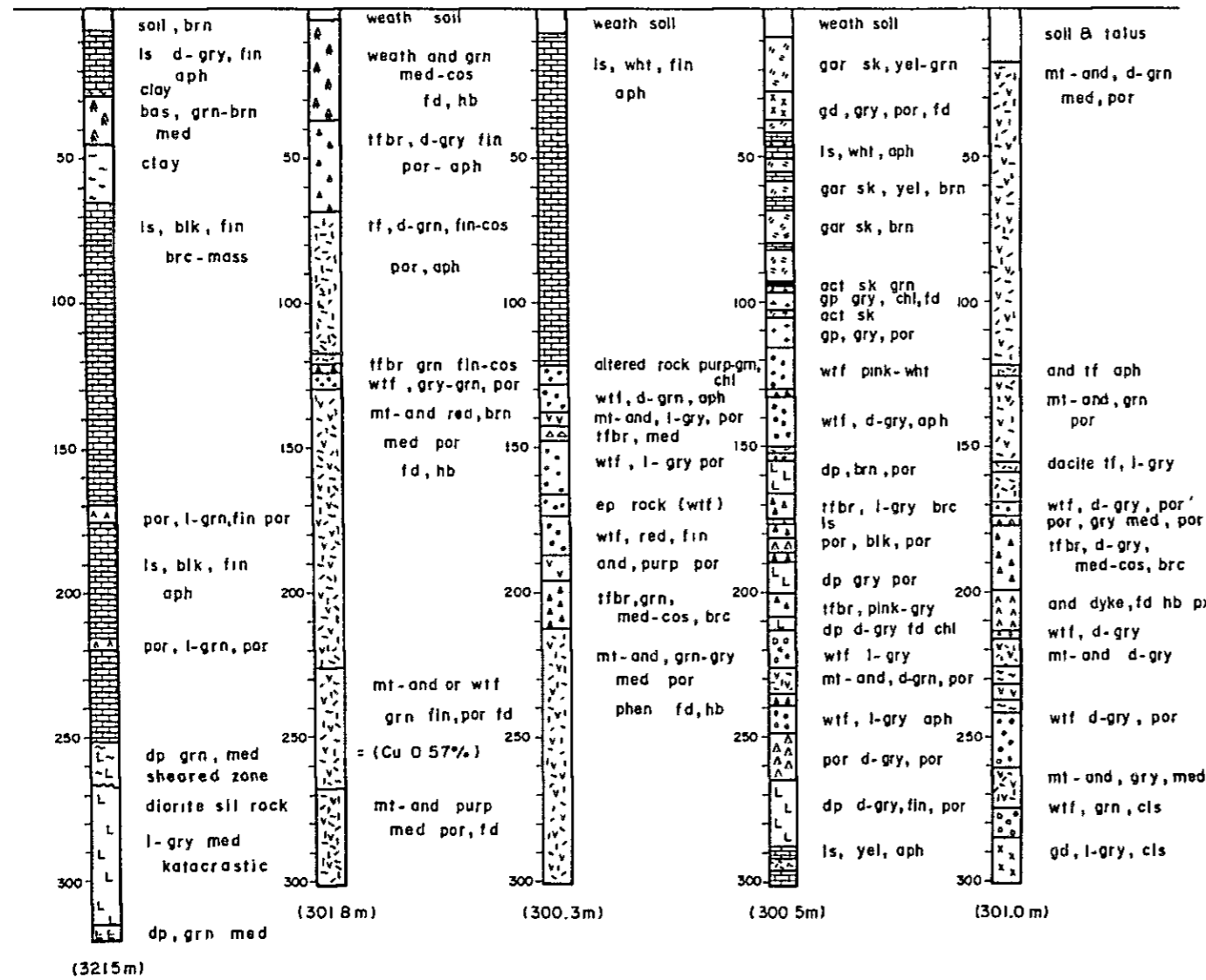
No.52-5

No.52-6

No.53-6

No.53-7

No.53-8



INDEX

Symbol & Original Rock	Rock Name	Color	Remark
[soil]	soil	d	dark
[wht]	soil & weathered rock	l	light
[▲▲▲]	bas	blk	black
[]	ls	brn	brown
[~::~~]	tf	grn	green
[~:::~]	mt and	gry	grey
[o-o-o]	wtf	purp	purple
[▲▲▲]	tfbr	wht	white
[▲▲▲]	and	yel	yellow
[▲▲▲]	por		
[L L L]	dp	act	actinolite
[+ + +]	gp	and	andesite
[x x x]	gd	bas	basalt
[x x x]	sk	brc	breccia
[~::~~]	clay zone	ep	epidote
		gar	garnet

Texture	Symbol	Texture Name
	aph	aphanitic
	brc	brecciated
	cls	cataclastic
	coll	colloid
	grn	granular
	por	porphyritic
	sac	saccharoidal

Grain size	Symbol	Grain size Name
	vfin	very fine
	fin	fine
	med	medium
	cos	coarse

Phenocryst	Symbol	Phenocryst Name
	chl	chlorite
	fd	feldspar
	hb	hornblende
	px	pyroxene
	qz	quartz

0 40 80 120 160 200m

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that proper record-keeping is essential for transparency and accountability, particularly in financial reporting and auditing. The text notes that incomplete or inconsistent records can lead to significant errors and discrepancies, which may have legal and financial consequences.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used to collect and analyze data. It highlights the need for standardized procedures to ensure the reliability and validity of the information gathered. The author discusses the challenges of data collection, such as incomplete responses and biases, and offers strategies to minimize these issues. The text also touches upon the use of statistical techniques to interpret the data and draw meaningful conclusions.

3. The third part of the document focuses on the ethical considerations surrounding data collection and analysis. It stresses the importance of protecting the privacy and confidentiality of the individuals whose data is being used. The author discusses the need for informed consent and the right to access, correct, or delete one's data. The text also addresses the potential for misuse of data and the importance of implementing robust security measures to prevent unauthorized access.

4. The fourth part of the document discusses the implications of the findings and the need for ongoing monitoring and evaluation. It notes that the data collected should be used to inform decision-making and to identify areas for improvement. The author emphasizes the importance of regular communication and reporting to stakeholders to ensure that the information is being used effectively and that any issues are promptly addressed.

5. The final part of the document provides a summary of the key points and offers recommendations for future research and practice. It reiterates the importance of a systematic and ethical approach to data collection and analysis and encourages the use of best practices to ensure the highest quality of results. The author concludes by noting that the field of data collection and analysis is constantly evolving, and it is essential to stay up-to-date on the latest developments and techniques.

APPENDICES

PART I GEOLOGICAL SURVEY

Table I-1 List of rock samples

(1)

Sample No.	Location (Sector)	Rock name	Thin Section	Polished Section	EPMA	X-ray	Remarks
0201	Vueltas del Rio	Quartz porphyry	○				
0202	"	Quartz porphyry	○				
0203	"	Quartz porphyry	○				
0204	"	Tuff breccia	○				
1601	"	Altered andesite	○				
62102	"	Cristal vitric tuff	○				
62201	"	Meta tuff (breccia)	○				
62205	"	Silicified tuff	○				
70010	"	Carbonatized tuff	○				
70011	"	Silicified tuff	○				
70012	"	Silicified rock (tuff)	○				
70306	"	Silicified tuff	○				
71201	"	Silicified tuff	○				
71502	"	Andesite	○				
71504	"	Tuff breccia	○				
0504	Laguna Seca	Liparite	○				

(2)

Sample No.	Location (Sector)	Rock name	Thin Section	Polished Section	EPMA	X-ray	Remarks
0514	Laguna Seca	Porphyrite	○				
80808	"	Silicified tuff (?)	○				
80903	"	Porphyrite	○				
81102	"	Granodiorite porphyry	○				
81105	"	Welded tuff (?)	○				
81406	"	Porphyrite	○				
0401	Minitas	Porphyritic granodiorite	○				
2202	"	Tuff breccia	○				
2205	"	Altered andesite	○				
2206	"	Aplitic rock	○				
71705	"	Fe-altered rock	○			○	No. 53-7 SSE 250 m
71803	"	(Altered) andesite	○				
71902	"	Coarse granodiorite	○				
72807	"	Silicified rock with Cu-Veins	○	○			Qda. Minitas outcrop
80205	"	Iron ore		○		○	No. 53-7 Skarn outcrop
80306	"	Iron ore	○	○		○	Macutalo outcrop
1901	Pueblo Nuevo	Garnet skarn	○				
1902	"	Altered andesite	○				

(3)

Sample No.	Location (Sector)	Rock name	Thin Section	Polished Section	EPMA	X-ray	Remarks
81806	Pueblo Nuevo	Granodiorite	○				
81810	"	Altered andesite	○				
81901	"	Limestone with Cu ore				○	Santa Ines old pit
82405	"	Conglomerate	○				
82409	"	Fe-Cu-Zn ore		○		○	Santo Domingo old pit
82601	"	Carbonaceous conglomerate	○				
82905	"	Porphyrite	○				
90601	"	Granite porphyry	○				
1026	Vueltas del Rio DDH. No 53-1	Tuff breccia	○				
1050	"	Tuff				○	
1068	"	Tuff breccia	○				
1095	"	Tuff breccia	○				
1097	"	Fe-Cu-Zn ore		○		○	No. 53-1 depth 97m, width 10 cm ccp, py vein
1161	"	Tuff (?)	○				
1246	"	Welded tuff	○				
1371	"	(Welded ?) tuff	○				
1386	"	Tuff	○				



(4)

Sample No.	Location (Sector)	Rock name	Thin Section	Polished Section	EPMA	X-ray	Remarks
2050	Vueltas del Rio DDH. No 53-2	Tuff				○	
2085	"	Silicified tuff	○				
2128	"	Silicified tuff	○				
2173	"	Tuff breccia	○	○		○	X-ray diffraction 2173A tuff breccia 2173B cp, py ore
2256	"	Tuff breccia	○				
2276	"	Altered andesite	○				
3020	Vueltas del Rio DDH. No 53-3	Welded tuff				○	
3050	"	Welded tuff				○	
3057	"	Welded tuff				○	
3106	"	Tuff breccia		○			
3115	"	Tuff breccia	○	○			
3124	"	Tuff breccia	○	○			
3148	"	Tuff breccia with Pb-Cu ore		○	○		No. 53-3 depth 124 m, cp, py, diss No. 53-3 depth 148 m, cp, gn, sp, py vein
3167	"	Tuff breccia	○				
3211	"	Tuff breccia	○				
3340	"	Tuff breccia	○				
3360	"	Tuff breccia	○				

(5)

Sample No.	Location (Sector)	Rock name	Thin Section	Polished Section	EPMA	X-ray	Remarks
4068	Vueltas del Rio DDH. No 53-4	Tuff				○	
4083	"	Silicified tuff	○			○	
4090	"	Tuff		○		○	No. 53-4 depth 90 m, sp, cp, veinlet
4152	"	Tuff of Altered andesite	○				
4221	"	Tuff	○				
4283	"	Silicified tuff	○				
4332	"	Tuff breccia	○				
4340	"	Tuff breccia	○				
4440	"	Tuff	○				
4475	"	Tuff	○				
4495	"	Porphyrite	○				
5007	Vueltas del Rio DDH. No 53-5	Dacite porphyry				○	
5050	"	Dacite porphyry				○	
5056	"	Dacite porphyry				○	
5072	"	Dacite porphyry				○	
5098	"	Pyrite vein	○	○		○	No. 53-5 depth 98 m, py vein
5101	"	Silicified rock	○				
5128	"	Tuff	○				

Sample No.	Location (Sector)	Rock name	Thin Section	Polished Section	EPMA	X-ray	Remarks
5160	Vueltas del Rio DDH. No 53-5	Silicified tuff	○				
5291	"	Altered tuff breccia	○				
5318	"	Tuff	○				
5397	"	Altered tuff	○				
5400	"	Tuff	○				
6111	Minitas DDH. No 53-6	Crystalline limestone	○				
6122	"	Tuff breccia (?)	○				
6172	"	Epidote skarn	○				
6191	"	Andesite	○				
6218	"	Andesite	○				
6274	"	Porphyrite	○				
7082	Minitas DDH. No 53-7	Garnet skarn	○			○	No. 53-7 depth 82 m gar sk with cp, mela, mg
7087	"	Garnet actinolite skarn	○	○			
7091	"	Garnet skarn	○	○			No. 53-7 depth 91 m gar act sk with cp, sp, mg
7095	"	Epidote fluorite skarn	○			○	No. 53-7 depth 95 m ep sk
7110	"	Porphyritic granodiorite	○				
7113	"	Epidote skarn	○			○	
7115	"	Epidote skarn	○				

(7)

Sample No.	Location (Sector)	Rock name	Thin Section	Polished Section	EPMA	X-ray	Remarks
7152	Minitas DDH. No 53-7	Porphyrite	○				
7156	"	Porphyritic diorite	○				
7163	"	Altered andesite	○				
7242	"	Altered andesite	○				
7283	"	Meta andesite	○				
8115	Minitas DDH. No 53-8	Meta andesite	○				
8167	"	Altered andesite	○				
8185	"	Tuff breccia	○				
8255	"	Meta andesite	○				
8300	"	Granodiorite	○				
							Au : gold cp : chalcopyrite diss : dissemination ep : epidote gar : garnet gn : galena mg : magnetite mala : malachite sk : skarn sp : sphalerite py : pyrite

Table I—2 Microscopic observations

- (1) Thin sections of rock samples, Vueltas del Rio, Laguna Seca, Minitas and Pueblo Nuevo Sector
- (2) Thin sections of drill cores, Vueltas del Rio and Minitas Sector
- (3) Polished sections of ore minerals, Vueltas del Rio, Minitas and Pueblo Nuevo sector

(1) Thin sections of rock samples, Laguna Seca, Minitas, and Pueblo Nuevo Sector

(1)

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
0201	Vueltas del Rio Qda. Las Minas	Intrusive rock	Quartz-porphry	The rock shows porphyritic texture with calcite vein (0.2 mm in width). Phenocrystic minerals are quartz, plagioclase and K-feldspar. Mafic minerals cannot be found in the specimen. Quartz shows corroded form and up to 1 mm in size. Plagioclase shows subhedral and moderately affected by carbonatization and sericitization. K-feldspar shows subhedral and Carlsbad twinning. The grained size of feldspars is up to 0.5 mm. Matrix is composed of fine grained (0.02 mm) felsic mineral and secondary sericite. In places, calcite in vein is suffered of iron-alteration.
0202	Vueltas del Rio Qda. Las Minas	Intrusive rock	Quartz-porphry	This is porphyritic in texture and mainly composed of quartz, plagioclase, K-feldspar and secondary chlorite. Quartz shows corroded form and weakly wavy extinction. (up to 2.0 mm in size). Plagioclase shows subhedral and albite twinning. K-feldspar shows subhedral and Carlsbad twinning. The feldspars are weakly affected by carbonatization and sericitization, and up to 1.0 mm in length. Chlorite, by which biotite might be replaced, shows lath-like form and is accompanied by magnetite. Matrix is composed of fine grained (0.02 mm) felsic mineral and moderately affected by chloritization. In places, acicular plagioclase is found Other accessory mineral is fine grained apatite.
0203	Vueltas del Rio Qda. Las Minas	Intrusive rock	Quartz-porphry	The rock shows porphyritic texture. Phenocrystic minerals are quartz, plagioclase and K-feldspar. Mafic mineral cannot be found and may be replaced by carbonates. Quartz (up to 1.5 mm) shows corroded form and wavy extinction. Plagioclase is subhedral (up to 1.0 mm) and shows albite twinning. K-feldspar is subhedral to anhedral in form (up to 1.0 mm) and shows Carlsbad twinning. Matrix is composed of fine grained (0.02 mm) felsic mineral and suffered of very weak chloritization. Other accessory minerals are apatite, sphene and opaque minerals.
0204	Vueltas del Rio Qda. Las Minas	Vueltas del Rio Formation	Meta tuff-breccia	It has many porphyritic fragments. Matrix is composed of fine grained (0.01 mm) recrystallized felsic minerals. In part the boundary between fragment and matrix is not clear. Porphyritic fragments are suffered of chloritization and carbonatization in fragments by fragments. The size is about 50 mm to 0.2 mm. Crystal fragments as plagioclase and quartz occur in parts about 0.2 mm in size. Matrix is holocrystalline and made of fine felsic minerals and opaque minerals.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
1601	Vueltas del Rio No 53-5 NW 650 m	Vueltas del Rio Formation	Altered andesite	This is porphyritic in texture and composed mainly of plagioclase. Mafic minerals are perfectly replaced by chlorite. Plagioclase shows euhedral to subhedral and albite twinning. The grained size is up to 2.0 mm and about An 35 in content. Plagioclase is affected by strong carbonatization and chloritization along the cracks of crystal. Matrix is composed of lath shaped plagioclase (up to 0.2 mm), fine opaque minerals and chloritized glass.
62102	Vueltas del Rio El Coyol	Vueltas del Rio Formation	Crystal vitric tuff	The rock is all over affected by strong chloritization and slight sericitization. It is composed of phenocrystic plagioclase and chloritized glass. Plagioclase shows subhedral and is strongly suffered of chloritization and sericitization (up to 1.5 mm). Matrix is made of chloritized glass and fine grained opaque minerals.
62201	Vueltas del Rio Qda. Las Minas	Vueltas del Rio Formation	Meta tuff (breccia)	This is holocrystalline rock but is thought to be recrystallized. In parts, porphyrite fragment-like texture can be observed. In porphyrite fragment, porphyritic plagioclase (up to 1.0 mm) and lath shaped plagioclase (about 0.05 mm) are observed with fine magnetite. The boundary between fragment and matrix is not clear. Matrix is composed of fine grained (0.02 mm) felsic minerals and suffered of moderate sericitization and chloritization.
62205	Vueltas del Rio Qda. Las Minas	Vueltas del Rio Formation	Silicified tuff	The rock is composed of quartz, carbonate, sericite, opaque minerals and a few amount of layered structure. Quartz shows anhedral and very fine grain (0.01 mm). Sericite shows fine acicular form and layered structure. Euhedral carbonate is scattered in the sample and up to 0.05 mm. Also, opaque minerals are scattered and it may be pyrite.
70010	Vueltas del Rio DDH. No 53-5 NW 700 m	Vueltas del Rio Formation	Carbonatized tuff	The rock is composed of quartz, feldspars, carbonate, sericite and chlorite. It is suffered of strong carbonatization and weak sericitization. Texture is not clear by the strong alteration. All of minerals shows anhedral and very fine grained size (0.02 mm). A few amount of opaque minerals occur.
70011	Vueltas del Rio DDH. No 53-5 NW 500 m	Intrusive rock (?)	Silicified tuff	This is composed of anhedral fine grained felsic minerals, acicular sericite and iron oxide (hematite). The grained size of crystals are about 0.01 ~ 0.03 mm. In parts, layered structure of sericite aggregate is found as patched form. It suggests to be tuff fragment originally. Then, the rock may be silicified tuff or tuff breccia.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
70012	Vueltas del Rio DDH. No 53-5 NWW 800 m	Intrusive rock (?)	Silicified rock (tuff)	The rock shows granular texture and composed of quartz and sericitic. It is affected by strong silicification and sericitization. So, it is difficult to judge the original rock. The grained size of quartz is very changeable from 0.01 mm to 0.1 mm. In parts, medium grained crystals quartz show aggregated form, and it may be tuff fragments, originally. Sericite shows acicular and aggregated form.
70306	Vueltas del Rio DDH. No. 53-5 NEE 400 m	Vueltas del Rio Formation	Silicified tuff	The rock is affected by strong sericitization and silicification. Original rock may be the same as the above mentioned No. 70011. But, sericitization is stronger than the above, and sericite shows acicular form and layered structure. Crystal size of all minerals is up to 0.03 mm. Other accessory mineral is dispersed opaque mineral.
71201	Vueltas del Rio DDH. No 53-5 NE 400 m	Intrusive rock (?)	Silicified tuff	This is the same mineral assemblage and texture as the above mentioned No. 70306. Layered structure is clearer than the above. So, it may be originally tuff and has been suffered of silicification and sericitization.
71502	Vueltas del Rio Qda. Las Minas	Intrusive rock	Andesite	This is porphyritic in texture and mainly composed of plagioclase (euhedral to anhedral, 1.0 x 0.3 - 0.2 x 0.1 mm), secondary calcite (subhedral to anhedral, 2.3 x 2.0 - 0.2 x 0.1 mm) and groundmass. Plagioclase shows Carlsbad and Albite twinning. In parts, the inside of phenocrystic plagioclase grains are suffered of chloritization and carbonatization. The groundmass shows weakly fluidal texture and is composed of acicular plagioclase (up to 0.1 mm) and fine grained quartz (up to 0.1 x 0.05 mm). Matrix suffered of moderate chloritization. Opaque mineral (perhaps iron oxides) are dispersed in the rock.
71504	Vueltas del Rio Qda. Las Minas	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	It has many porphyritic fragments. Matrix is composed of very fine grained (0.01 mm) recrystallized felsic minerals. In parts, the boundary between fragment and matrix is not clear. Porphyrite fragments are suffered of strong chloritization and carbonatization, which are mainly composed of euhedral plagioclase (up to 0.5 mm). They occur as angular and irregular shape and is about 3.0 x 3.0 mm to 1.0 x 1.0 mm in general size.
0504	Laguna Seca Laguna Seca NEE 1000 m	Intrusive rock	Liparite	This rock shows weak fluidal texture. It is composed of abundant fine grained quartz, K-feldspar and a small amount of plagioclase. Phenocrystic quartz occurs as anhedral crystal and is about 0.15 x 0.10 mm to 0.07 x 0.05 mm in size. Subhedral K-feldspar (0.18 x 0.03 mm - 0.05 x 0.02 mm) shows Carlsbad twinning and is suffered of weak sericitization. Slight apatite is observed as accessory minerals. Two bands which consists of fine grained iron oxide (hematite ?) is recognized in this specimen.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
0514	Laguna Seca Laguna Seca NW 550 m	Vuelitas del Rio Formation	Porphyrite	It shows porphyritic texture and mainly composed of lath-shaped plagioclase. Euhedral plagioclase is about 2.3 x 0.5 mm - 0.7 x 0.2 mm in size and mostly altered to carbonates and sericite. Matrix is composed of fine grained quartz and felsic minerals and suffered of strong sericitization and carbonatization. Oxide iron minerals are dispersed in the rock. Intense alterations of this rock are sericitization and carbonatization.
80808	Laguna Seca Laguna Seca NW 820 m	Vuelitas del Rio Formation (?)	Silicified tuff	This rock is composed of anhedral quartz, subhedral plagioclase and several rock fragments of andesite. Phenocrystic plagioclase (2.0 x 0.7 mm - 0.6 x 0.2 mm) which is mostly crushed shows Carlsbad and albite twinning and is suffered of carbonatization. Andesitic fragments are mostly composed of lath-shaped plagioclase (euhedral to subhedral, 0.2 mm - 0.05 mm) and affected by strong chloritization. Matrix is mainly composed of abundant anhedral quartz and fine grained felsic minerals, and is also weakly suffered of carbonatization.
80903	Laguna Seca Laguna Seca NW 650 m	Vuelitas del Rio Formation	Porphyrite	This rock is porphyritic in texture and mainly composed of large grained plagioclase. Phenocrystic plagioclase (2.3 x 1.0 mm - 0.5 x 0.4 mm) shows albite twinning and is mostly altered to chlorite and carbonates. Matrix is affected by strong chloritization and moderate carbonatization. So in which lath-shaped plagioclase and fine grained anhedral quartz are only recognized.
81102	Laguna Seca Laguna Seca E 750 m	Intrusive rock	Granodiorite porphyry	This shows porphyritic texture and mainly composed of euhedral to subhedral plagioclase, subhedral K-feldspar and quartz. Phenocrystic plagioclase (2.3 x 2.0 mm - 0.4 x 0.2 mm) shows albite twinning and mostly altered to carbonates and sericite. Matrix shows granular texture and consist of anhedral fine grained quartz and lath-shaped plagioclase. In which carbonatization and sericitization are also observed.
81105	Laguna Seca Laguna Seca E 950 m	Vuelitas del Rio Formation	Welded tuff	The rock is composed of chips of quartz and plagioclase, two kind of rock fragments and chloritized glass. Rock fragments are consisted of andesite and granodiorite. In parts, the boundary between fragment and matrix is not clear. Phenocrystic plagioclase associated with andesite fragment shows flow structure. Matrix is mainly composed of fine grained felsic minerals and anhedral chlorite by alteration. Other accessory minerals are a small amount of apatite and iron oxide mineral.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
81406	Laguna Seca Laguna Seca NNW 450 m	Intrusive rock	Porphyrite	This rock shows porphyritic texture and mainly composed of euhedral to subhedral plagioclase and fine grained biotite by alteration. Phenocrystic plagioclase (1.2 x 0.5 mm - 0.5 x 0.1 mm) is mostly altered chlorite and carbonates. Matrix is composed of anhedral fine grained quartz and mostly replaced by chlorite and carbonates. It may be thought that carbonatization is a later alteration than chloritization. Because in several grains chlorite is replaced by carbonates.
0401	Minitas Macutalo	Intrusive rock	Porphyritic granodiorite	It shows porphyritic and granular in texture. It is composed of plagioclase, quartz and a small amount of K-feldspar. Epidote and chlorite are also observed as secondary minerals. Phenocrystic plagioclase shows euhedral to subhedral crystal and is about 2.5 x 2.0 mm - 0.5 x 0.2 mm in size. It shows Carlsbad and albite twinning and affected by sericitization, chloritization and epidotization. Mafic minerals perfectly altered to epidote and chlorite. For example, biotite is replaced by chlorite. Phenocrystic quartz is crushed and becomes to aggregate of small grains of quartz. Groundmass is composed of felsic mineral, quartz and feldspars. Intense alteration of this rock is epidotization.
2202	Minitas Qda. Minitas DDH. No 53-6 SEE 350 m	Minitas Formation	Tuff breccia	It has many andesite fragments. They are about 3.0 x 2.5 mm to 0.6 x 0.4 mm in size. It contains coarse grained euhedral to subhedral plagioclase crystals (2.0 x 1.0 mm - 0.3 x 0.2 mm, An 45) with andesite fragments. They show Carlsbad twinning and are affected by carbonatization and sericitization. Matrix is composed of felsic minerals and mostly altered to carbonates and chlorite. Fine grained iron minerals are dispersed in the matrix. A small amount of epidote crystal is also observed as accessory minerals.
2205	Minitas Qda. Minitas DDH. No 53-6 S 400 m	Minitas Formation	Altered andesite	This shows porphyritic texture and mainly composed of euhedral to subhedral plagioclase and rare pyroxene altered perfectly by carbonatization and chloritization. Plagioclase is about 4.5 x 2.0 mm to 1.8 x 0.8 mm in general size and also affected by carbonatization, sericitization and epidotization. Matrix is composed of lath-shaped plagioclase and a small amount of anhedral quartz. Plagioclase in the matrix shows fluidal texture. Fine grained iron minerals are dispersed and glass replaced by chlorite occurs in the matrix.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
2206	Minitas Qda. Minitas	Intrusive rock	Aplitic rock	The rock shows granular texture and composed of anhedral quartz, plagioclase and K-feldspar. It may be crushed and recrystallized, so it has two groups of crystal grained size, 0.7 - 0.2 mm and 0.03 - 0.02 mm. Plagioclase shows albite and Carlsbad twinning and is weakly affected by carbonatization and sericitization. While K-feldspar occurs as subhedral crystal and in which it is observed the perthite texture. Mirmekitic texture between quartz and feldspars is recognized. Calcite veinlets are abundant.
71705	Minitas DDH. No 52-6 NNE 200 m	Atima Formation	Fe-altered rock	This rock is composed of frameworks of iron mineral (hematite), aggregate of quartz and radial acicular secondary zeolites. It is very difficult to presume the original rock for the altered rock.
71803	Minitas DDH. No 53-8 N 300 m	Intrusive rock	(Altered) andesite	It shows porphyritic texture. Phenocrysts are plagioclase and augite. Euhedral to subhedral plagioclase (1.8 x 0.5 mm - 0.6 x 0.3 mm, An 45) shows albite twinning and is affected by strong sericitization and chloritization. Augite occurs as euhedral to subhedral crystals and are about 1.0 x 1.0 mm to 0.4 x 0.2 mm in size. They are mostly replaced by chlorite and epidote. Matrix is composed of lath-shaped plagioclase, anhedral quartz, fine grained magnetite and altered pyroxene. Matrix shows weak flow texture and is affected by chloritization and iron-alteration.
71902	Minitas DDH. No 53-8 N 300 m	Intrusive rock	Course granodiorite	The rock shows granular texture. Mafic minerals are perfectly altered to chlorite and epidote. Main constituent minerals are quartz, plagioclase and K-feldspar. Euhedral to subhedral plagioclase (3.0 x 1.0 mm - 0.6 x 0.3 mm in size) shows albite twinning and zonal structure. It is affected by carbonatization, chloritization and epidotization. Anhedral quartz (0.9 x 0.6 mm - 0.2 x 0.2 mm in size) shows mirmekitic texture with feldspars. This rock is abundant in epidote associated with a few sphene.
72807	Minitas Qda. Minitas	Atima Formation	Silicified rock with Cu-veins	In this specimen veinlets of azurite and malachite are megascopically observed. Under the microscope it is mainly composed of fine grained recrystallized quartz, up to 10 microns. Cu-crystal veinlets (0.5 mm - 0.05 mm in width) are recognized in the rock. They are composed of bluish azurite, greenish malachite and light bluish chrysocolla. Other accessory minerals are iron oxide minerals and chlorite.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
80306	Minitas Macutalo	Atima Forma- tion	Magnetite ore	It is mainly composed of garnet, magnetite and quartz. Euhedral to subhedral magnetites occur as cube and columnar crystals (0.2 x 0.1 mm - 0.05 x 0.05 mm in size). Euhedral garnet (1.0 x 0.7 mm - 0.1 x 0.1 mm in size) is pale greenish color in thin section and has weak birefringence. Matrix is mainly composed of aggregated anhedral quartz and mostly altered to sericite and chlorite. Intense alteration of this rock is sericitization. A small amount of calcite is observed as accessory mineral.
1901	Pueblo Nuevo Esperanza SEE 650 m	Atima Forma- tion	Garnet skarn	It is mainly composed of anhedral calcite and euhedral to subhedral garnet. Anhedral calcite (0.2 x 0.2 mm - 0.1 x 0.1 mm in size) fills interstitially small grains of garnet and is affected by weak sericitization. Garnet (0.4 x 0.4 mm - 0.05 x 0.05 mm in general size) is colorless in thin section under one nicol and partly altered to sericite. In parts, some lath-shaped plagioclases with porphyritic texture is observed under one nicol, but it does not have birefringence. It may be replaced by garnet. So it is thought the original rock of this specimen is andesite. A small amount of chlorite is also observed as secondary mineral.
1902	Pueblo Nuevo Esperanza S 150 m	Minitas Forma- tion	Altered andesite	This is porphyritic in texture and mainly composed of plagioclase. Phenocrystic plagioclase (2.0 x 0.5 mm - 0.5 x 0.2 mm in size) shows albite twinning and mostly altered to carbonate, sericite and epidote. Groundmass is composed of lath-shaped plagioclase (0.1 x 0.03 mm in general size) and very fine grained felsic mineral. It shows flow texture in the matrix, which is affected by chloritization and epidotization. Other accessory mineral is iron oxide minerals.
81806	Pueblo Nuevo Las Crucitas SEE 650 m	Intrusive rock	Granodiorite	It shows holocrystalline and granular texture. Main constituent minerals are euhedral to subhedral plagioclase (2.5 x 1.2 mm - 0.5 x 0.3 mm in size), anhedral quartz (1.5 x 1.5 mm - 0.6 x 0.4 mm) and subhedral K-feldspar (1.7 x 1.5 mm - 0.7 x 0.3 mm). Mafic minerals are rare. Euhedral to subhedral plagioclases show albite twinning and are moderately affected by sericitization and chloritization. While fine grained quartz and plagioclase (0.3 mm - 0.1 mm) are also observed with coarse grained euhedral to anhedral crystals of quartz and feldspars. Other accessory minerals are a small amount of apatite and zircon.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
81810	Pueblo Nuevo Santa Ines NEE 600 m	Intrusive rock	Altered andesite	It shows porphyritic texture and mainly composed of euhedral to subhedral plagioclase. Phenocrystic plagioclase (2.0 x 2.0 mm - 0.7 x 0.3 mm in size) shows albite and Carlsbad twinning and is affected by strong carbonatization moderate sericitization and chloritization. In parts, it is perfectly altered to carbonates. Matrix shows flow texture and is mainly composed of lath-shaped plagioclase (100 x 20 microns - 40 x 10 microns) and very fine grained quartz. Matrix is also suffered of chloritization.
82405	Pueblo Nuevo Santa Ines W 400 m	Atama Formation	Conglomerate	This is composed of many fragments of coarse grained quartz and plagioclase, three kinds of rock fragments and alteration minerals. Fragments of quartz (1.2 x 0.8 mm - 0.5 x 0.3 mm in size) occur as anhedral crystal and some of which has veinlets of calcite. Rock fragments consist of andesite, granite and sandstone. Andesite fragments (1.5 x 1.2 mm - 0.6 x 0.4 mm) consist of lath-shaped plagioclase and fine grained felsic minerals and are affected by carbonatization, while granite fragments (9.0 x 8.0 mm in maximum size) show granular texture and composed of quartz, K-feldspar and a small amount of plagioclase. They are suffered of carbonatization and epidotization. Matrix is composed of fine grained quartz and felsic minerals.
82601	Pueblo Nuevo Esperanza SEE 500 m	Atama Formation	Carbonaceous Conglomerate	This is made of many fragments of carbonates, andesite and porphyrite. The fragments are rounded and up to 3 mm in size. Some carbonaceous fragments are made of single crystal of carbonates and the others are aggregate of carbonates. Andesite fragments are composed of phenocrystic euhedral plagioclase and fine lath-shaped plagioclase. It is affected by carbonatization. Matrix is perfectly altered to carbonates. Then the boundary between fragment and matrix is sometimes not clear.
82905	Pueblo Nuevo Santo Domingo NEE 1000 m	Intrusive rock	Porphyrite	The rock shows porphyritic texture. Phenocrystic minerals are plagioclase and clino-pyroxene. Phenocrystic plagioclase (2.0 x 0.4 mm - 0.5 x 0.2 mm in size) shows euhedral crystal and suffered of argillization. Euhedral to subhedral clino-pyroxene (2.0 x 1.0 mm - 0.4 x 0.3 mm in size) shows sector twinning and is considerably altered to amphibole. Matrix is composed of lath-shaped plagioclase, fine grained felsic mineral and anhedral quartz. Other accessory minerals are epidote and apatite.

(9)

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
90601	Pueblo Nuevo Las Crusitas SEE 600 m	Intrusive rock	Granite porphyry	It shows porphyritic texture and mainly composed of euhedral to sub-hedral plagioclase (7.0 x 2.5 mm - 0.6 x 0.2 mm), anhedral quartz (2.5 x 2.3 mm - 0.5 x 0.4 mm) and subhedral K-feldspar (2.0 x 2.0 mm - 1.5 x 0.5 mm). Phenocrystic plagioclase shows albite twinning and is suffered of weak sericitization. While K-feldspar shows Carlsbad twinning. Matrix shows granular texture and mainly composed of quartz, K-feldspar and plagioclase. In parts, it is affected by weak chloritization. Other accessory mineral is iron oxide mineral.

(2) Thin sections of drill cores, Vueltas del Rio and Minitas Sector

(1)

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
1026	Vueltas del Rio No. 53-1 Depth 26 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	If is mainly composed of many andesite fragments and euhedral to subhedral plagioclase. In these fragments phenocrystic plagioclase shows Carlsbad and albite twinning and is suffered of weak sericitization. Matrix of the fragment is composed of anhedral quartz and mostly altered to chlorite. While euhedral to subhedral plagioclase (2.3 x 0.5 mm - 0.7 x 0.2 mm) is perfectly altered to carbonates and sericite.
1068	Vueltas del Rio No. 53-1 Depth 68 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	This rock is mainly composed of fragments of quartz and plagioclase and several andesite fragments. Subhedral plagioclase (2.3 x 0.4 mm - 0.6 x 0.2 mm) is perfectly replaced by carbonates and sericite. Andesite fragments consist of lath-shaped plagioclase and are affected by intense chloritization and carbonatization. Matrix is composed of fine grained felsic minerals, anhedral quartz and chloritized glass. Other accessory mineral is dispersed opaque mineral.
1095	Vueltas del Rio No. 53-1 Depth 95 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	This rock is not clear in texture because of intense sericitization and carbonatization. It is composed of anhedral quartz, euhedral to subhedral plagioclase and rock fragments. Plagioclase (0.6 x 0.2 mm - 0.3 x 0.1 mm) is perfectly altered to sericite and carbonates. Matrix is composed of fine grained quartz and felsic minerals. Glass is replaced by sericite and chlorite.
1161	Vueltas del Rio No. 53-1 Depth 161 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff (?)	This rock is not clear in texture, because it is affected by intense carbonatization and sericitization. It is composed of anhedral aggregated quartz and fine grained felsic minerals. Other accessory minerals are apatite and zircon.
1246	Vueltas del Rio No. 53-1 Depth 246 m	Vueltas del Rio Formation	Welded tuff	It is mainly composed of subhedral plagioclase and anhedral quartz. Plagioclase (1.0 x 0.9 mm - 0.3 x 0.05 mm) shows Carlsbad twinning and mostly altered to carbonates and sericite. Matrix is composed of lath-shaped plagioclase and fine grained anhedral quartz. In which the flow texture is recognized. It is also suffered of intense sericitization and carbonatization.
1371	Vueltas del Rio No. 53-1 Depth 371 m	Vueltas del Rio Formation	Welded tuff (?)	This rock shows flow structure and consists of anhedral quartz and rock fragment. Mafic minerals and plagioclase may be perfectly altered to carbonates and sericite. Intense alterations of this rock are sericitization and carbonatization. Other accessory mineral is dispersed opaque mineral (may be pyrite).

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
1386	Vueltas del Rio No. 53-1 Depth 386 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff	This rock shows weak flow texture and is composed of subhedral plagioclase, anhedral quartz and calcite by alteration. Plagioclase (1.2 x 0.3 mm - 0.5 x 0.2 mm) shows weakly albite twinning and mostly altered to carbonates and chlorite. Matrix is five grained anhedral quartz and aggregated felsic mineral and is suffered of intense carbonatization. Glass is mostly replaced by chlorite. Oxidized iron minerals are dispersed in the rock.
2085	Vueltas del Rio No. 53-2 Depth 85 m	Vueltas del Rio Formation	Silicified tuff	The rock is composed of quartz, carbonate, sericite and a few amount of felsic minerals. In parts, sericite crystals show layered structure. Quartz shows anhedral and very fine grain (50 microns to 30 microns in size). Sericite shows fine acicular form and layered structure. Euhedral to subhedral carbonate is scattered in the sample and is about 0.8 x 0.4 mm to 0.1 x 0.05 mm in size. Also, euhedral sphene is scattered as accessory mineral.
2128	Vueltas del Rio No. 53-2 Depth 128 m	Vueltas del Rio Formation	Silicified tuff	It is composed of quartz, anhedral fine grained felsic minerals, carbonate and acicular sericite. In parts, sericite crystals show layered structure. It is affected by strong silicification and sericitization. So, it is difficult to judge the original rock. Quartz crystals consist of two groups in grained size. One of them is about 0.5 x 0.3 mm to 0.3 x 0.1 mm and the other is about 50 microns to 20 microns. The later shows aggregated form. Other accessory minerals are sphene and oxidized iron minerals.
2173	Vueltas del Rio No. 53-2 Depth 173 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	The rock is composed of anhedral fine grained felsic minerals, carbonate, sericite and rock fragments. Rock fragment mainly consists of anhedral fine grained quartz (up to 50 microns), which shows aggregated form. In parts, the boundary between fragment and matrix is not clear. Euhedral to anhedral crystal of carbonate is scattered in the rock and is about 1.0 x 0.7 mm to 0.1 x 0.1 mm in size. The layered structure of sericite is found as patched form. It suggests to be tuff fragment, originally.
2256	Vueltas del Rio No. 53-2 Depth 256 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	It has many andesite fragments. Matrix is composed of fine grained felsic minerals, anhedral quartz and a few amount of plagioclase. In parts, the boundary between fragment and matrix is not clear. Andesite fragments are mainly composed of lath-shaped plagioclase (0.5 x 0.2 mm - 0.1 x 0.05 mm), which shows albite and Carlsbad twinning, and is suffered of carbonatization. Matrix of the fragment is mostly replaced by chlorite. Glass is perfectly altered to chlorite. Other accessory mineral is dispersed opaque mineral.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
2276	Vueltas del Rio No. 53-2 Depth 276 m	Vueltas del Rio Formation	Altered andesite	The rock is porphyritic in texture and mainly composed of lath-shaped plagioclase and a small amount of anhedral quartz. Phenocrystic plagioclase (1.5 x 0.4 mm - 0.5 x 0.1 mm in size) shows euhedral to subhedral crystal and mostly altered to carbonate, chlorite and sericite. Matrix is composed of anhedral fine grained quartz and affected by intense sericitization and carbonatization. Abundant oxidized iron minerals are dispersed in the rock.
3115	Vueltas del Rio No. 53-3 Depth 115 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	It has many porphyrite fragments. Matrix is composed of fine grained (up to 20 microns) recrystallized felsic minerals. Porphyrite fragments mainly consist of lath-shaped plagioclase (0.2 mm - 0.1 mm) and are suffered of sericitization and carbonatization. Crystal fragments as quartz and plagioclase occur in parts about 0.3 mm to 0.1 mm in size. Matrix is holocrystalline and made of fine felsic minerals and opaque minerals. It is suffered of intense carbonatization.
3124	Vueltas del Rio No. 53-3 Depth 124 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	A few amesite fragments are recognized in the rock. It is composed of anhedral quartz (0.8 x 0.3 mm - 0.2 x 0.05 mm), very fine grained (up to 30 microns) felsic mineral, carbonate and rock fragment. Andesite fragments are composed of lath-shaped plagioclase and mostly altered to chlorite, quartz and carbonate. A few veins which consist of anhedral medium grained (0.6 mm to 0.4 mm) quartz and calcite are found in the rock. Matrix is composed of fine grained quartz and opaque minerals and affected by intense chloritization.
3167	Vueltas del Rio No. 53-3 Depth 167 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	It has many porphyrite fragments. Matrix is composed of fine grained quartz, lath-shaped plagioclase and felsic minerals. Porphyrite fragments mainly consist of euhedral plagioclase (0.3 mm to 0.2 mm) which shows Carlsbad twinning, and are moderately suffered of chloritization and carbonatization.
3211	Vueltas del Rio No. 53-3 Depth 211 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	Crystal fragments as quartz and plagioclase occur in parts about 0.05 mm in size. Matrix is affected by intense chloritization and carbonatization. Anhedral carbonates are scattered in the sample and is about 1.0 x 0.3 mm to 0.4 x 0.1 mm in size. Also, abundant fine grained opaque minerals are scattered.
				It has many porphyrite fragments. Matrix is composed of quartz and fine grained felsic mineral. Porphyrite fragments which consist of lath-shaped plagioclase (up to 0.3 mm) are about 2.3 x 0.8 mm to 0.7 x 0.5 mm in size and affected by strong sericitization and carbonatization. While, matrix is affected by intense sericitization and carbonatization. Glass is perfectly replaced by chlorite. Other accessory minerals are biotite (0.6 mm to 0.3 mm in size) and opaque minerals.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
3340	Vueltas del Rio No. 53-3 Depth 340 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	It has many andesite fragments. Matrix is composed of anhedral quartz and subhedral to anhedral calcite by alteration. In andesite fragment, phenocrystic plagioclase (2.0 x 1.5 mm to 0.6 x 0.2 mm) and lath-shaped plagioclase (about 0.2 mm) are observed with fine oxidized iron mineral and the former is mostly altered to sericite, carbonate and chlorite. Mafic mineral is perfectly altered to sericite, carbonate without lath-shaped plagioclase, groundmass are perfectly replaced by chlorite. In which lath-shaped plagioclase shows flow texture. While matrix is also suffered of intense chloritization and carbonatization.
3360	Vueltas del Rio No. 53-3 Depth 360 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	The rock has many andesite fragments. These fragments are composed of phenocrystic plagioclase (1.5 x 0.4 mm to 0.4 x 0.1 mm) and lath-shaped plagioclase (about 0.2 mm). Phenocrystic plagioclase shows albite and Carlsbad twinning and is suffered of chloritization and carbonatization. Groundmass is composed of lath-shaped plagioclase and a little of anhedral quartz and mostly altered to chlorite with opaque mineral. Matrix consists of anhedral quartz and fine grained felsic mineral and is also suffered of intense chloritization.
4083	Vueltas del Rio No. 53-4 Depth 83 m	Vueltas del Rio Formation	Silicified tuff	The rock is composed of aggregated quartz, acicular sericite, very fine grained felsic mineral and opaque minerals. Quartz crystal is about 0.07 mm and shows aggregated form. Originally it may be tuff fragment. Sericite aggregate shows layered structure, in parts which is found as patched form. Opaque minerals are scattered in the sample and it may be pyrite.
4152	Vueltas del Rio No. 53-4 Depth 152 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff or Altered andesite	The rock is composed of quartz, feldspars, sericite and opaque minerals. It is affected by strong sericitization. In parts, euhedral crystals like plagioclase (about 1.0 x 0.6 mm) is found in the sample, but they are perfectly altered to sericite aggregate. All of minerals show anhedral and very fine grained size (0.04 mm in general size). Sericite aggregate also shows layered structure as above No. 4083.
4221	Vueltas del Rio No. 53-4 Depth 221 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff	The rock shows layered structure by sericite aggregate associated with opaque minerals (may be pyrite). It is composed of quartz, sericite, carbonate, very fine grained felsic mineral and opaque minerals. It is suffered of intense sericitization and carbonatization. So, mafic mineral and plagioclase may be perfectly altered to sericite and carbonate. Abundant opaque minerals are scattered in the sample.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
4283	Vueltas del Rio No. 53-4 Depth 283 m	Vueltas del Rio Formation	Silicified tuff	It is composed of quartz, carbonate, felsic mineral and sericite. Quartz-calcite vein is found in the rock, which is about 0.5 cm in width and consist of anhedral crystal of quartz and calcite. It is suffered of sericitization and carbonatization in the sample. In parts, sericite aggregate is found as patched form. It suggests to be tuff fragment, originally. Then the rock may be silicified tuff or tuff breccia.
4332	Vueltas del Rio No. 53-4 Depth 332 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	The rock is composed of plagioclase, quartz, felsic mineral and rock fragment. Crystal fragments as quartz and plagioclase occur about 2.0 mm to 0.5 mm in size. Euhedral to subhedral plagioclase shows albite twinning and is suffered of carbonatization and sericitization. Rock fragments consist of andesite. It is mainly composed of phenocrystic plagioclase, lath-shaped plagioclase and a small amount of quartz. While groundmass is suffered of chloritization and carbonatization. The matrix is composed of anhedral quartz and fine grained felsic mineral, and modelately affected by sericitization and carbonatization. Glass is perfectly altered to chlorite.
4340	Vueltas del Rio No. 53-4 Depth 340 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff breccia	It has many rock fragments of andesite and porphyrite. The rock is composed of plagioclase, quartz, felsic mineral and opaque minerals. Rock fragments consist of porphyritic plagioclase and lath-shaped plagioclase, and in parts show fluidal texture. Both phenocryst and groundmass are suffered of chloritization and carbonatization. Plagioclase clearly show Carlsbad and albite twinning. While the boundary between fragment and matrix is not clear. Crystal fragments as quartz and plagioclase occur in parts about 2.0 mm to 0.3 mm in size. Matrix which shows holocrystalline is made of fine grained (about 0.04 mm) felsic minerals and suffered of moderate chloritization. Almost a few calcite veinlets are observed.
4440	Vueltas del Rio No. 53-4 Depth 440 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff	The rock is composed of quartz, sericite, carbonate and opaque minerals. There is little plagioclase in the rock. Crystal fragments of quartz occur about 2.0 mm to 0.5 mm in size. In parts, aggregate mass of acicular sericite is found as patched form. It suggests to be tuff fragment, originally. Matrix is composed of fine grained felsic mineral and a little of anhedral quartz, and is affected by sericitization and carbonatization. Opaque minerals are disseminated in the rock.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
4475	Vueltas del Rio No. 53-4 Depth 475 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff	The rock is affected by strong sericitization and moderate carbonatization. It is composed of felsic mineral, quartz acicular sericite and carbonate. Original rock may be the same as the above mentioned No. 4440. But, sericitization is weaker than the above, and crystal fragments of quartz occur about 0.4 mm in size. Other accessory minerals are dispersed sphene and opaque minerals.
4495	Vueltas del Rio No. 53-4 Depth 495 m	Intrusive rock	Porphyrite	The rock is porphyritic in texture and mainly composed of plagioclase, acicular hornblende, quartz and calcite. Plagioclase (about 1.0 x 0.2 mm in general size) shows subhedral crystal and is suffered of sericitization and carbonatization. Hornblende (0.6 mm to 0.2 mm in size) is brown to dark brown in color and partly affected by chloritization. Matrix is mainly composed of anhedral quartz, feldspars and apatite, and affected by chloritization. Other accessory mineral is dispersed opaque mineral.
5098	Vueltas del Rio No. 53-5 Depth 98 m	Vueltas del Rio Formation	Pyrite vein	It consists of idiomorphic pyrite and aggregated mass of one. Interstices of pyrite crystals are filled up by anhedral quartz and calcite. Idiomorphic pyrites occur about 3.5 x 2.0 mm to 0.1 x 0.1 mm in size. In parts, quartz and calcite are suffered of sericitization.
5101	Vueltas del Rio No. 53-5 Depth 101 m	Intrusive rock	Silicified rock	The rock is mainly composed of fine grained quartz and sericite. It is affected by strong silicification and sericitization. So, it is difficult to judge the original rock. The grain size of quartz is about 0.03 mm to 0.01 mm. Sericite aggregate consists of acicular crystals and is partly found as pathed form. Several veinlets of quartz are observed in the rock. Also, opaque minerals are scattered.
5128	Vueltas del Rio No. 53-5 Depth 128 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff	The rock is composed of quartz, sericite, felsic mineral and a small amount of glass. It is affected by strong sericitization, so mafic mineral is not observed. The grain size of quartz is changeable from 0.2 mm to 0.02 mm. In parts, medium grained crystals of quartz show aggregate form, and it may be tuff fragments, originally. Sericite shows acicular and aggregated form. Other accessory mineral is sphene.
5160	Vueltas del Rio No. 53-5 Depth 160 m	Vueltas del Rio Formation	Silicified tuff	It is mainly composed of quartz, felsic mineral and sericite. The rock is affected by strong silicification and sericitization. Original rock may be the same as the above mentioned No. 5128. But, silicification is stronger than the above. Sericite shows acicular form and layered structure. While medium grained (about 0.2 mm to 0.1 mm in size) crystals of quartz show partly aggregate form. Other accessory mineral is dispersed opaque mineral.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
5291	Vueltas del Rio No. 53-5 Depth 291 m	Vueltas del Rio Formation	Altered tuff breccia	This is affected by intense chloritization, sericitization and silicification, so texture is not clear. There is three type of fragment. One is fine grained (0.02 mm) quartz aggregate. The second one is fine acicular sericite aggregate. The third one is chloritized fragment, which shows andesitic texture in parts. Opaque minerals are dispersed in the rock.
5318	Vueltas del Rio No. 53-5 Depth 318 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff	The rock is composed of quartz, chlorite and sericite. Porphyritic minerals and rock fragment are perfectly altered to chlorite, quartz and sericite. Quartz crystals show anhedral one and are affected by strong sericitization. So, texture is not clear and it is difficult to judge the original-rock. Also, matrix is composed of quartz and mostly altered to chlorite and sericite. Glass is perfectly replaced by chlorite. Opaque minerals are scattered in the rock.
5397	Vueltas del Rio No. 53-5 Depth 397 m	Vueltas del Rio Formation	Altered tuff	This is affected by intense chloritization, sericitization and silicification, so texture is not clear. There are three types of fragments. One is fine acicular sericite aggregate. The second one is chloritized fragment. The third one consist of fine grained (up to 0.1 mm) quartz aggregate and chloritized one, which shows andesitic texture in parts. Fine grained opaque minerals are dispersed in the rock.
5400	Vueltas del Rio No. 53-5 Depth 400 m	Vueltas del Rio Formation	Tuff	This is affected by intense sericitization and silicification, so texture is not clear. This is composed of quartz and sericite. Opaque minerals are dispersed in the rock. Intense alteration of this rock is sericitization. Sericite shows acicular form and layered structure. In parts, layered structure of sericite aggregate is found as patched form. It suggest to be tuff fragment originally.
6111	Minitas No. 53-6 Depth 111 m	Atima Formation	Crystalline limestone	It is composed of anhedral calcite. Porphyritic calcites occur about 0.6 x 0.3 mm to 0.2 x 0.1 mm in size, and matrix is up to 0.04 mm. Fine grained calcite veinlet occurs in the rock.
6122	Minitas No. 53-6 Depth 122 m	Minitas Formation	Tuff breccia (?)	This is affected by intense carbonatization and chloritization, so texture is not clear. It is composed of calcite and chlorite by alteration and fine grained felsic minerals, plagioclase and quartz. In places, there look like andesite fragments. Oxidized iron minerals are dispersed in the rock.
6172	Minitas No. 53-6 Depth 172 m	Minitas Formation	Epidote skarn	It is composed of abundant epidote, calcite, opaque minerals and sericite. Epidote crystals which show euhedral to subhedral form (up to 0.4 mm) are pale green to yellowish green in color and its extinction is nearly parallel in elongate sections. Anhedral crystals of calcite and sericite fill up interstitions between epidote and opaque mineral.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
6191	Minitas No. 53-6 Depth 191 m	Minitas Formation	Andesite	The rock shows porphyritic texture and consists mainly of plagioclase. Phenocrystic plagioclase (euhedral to subhedral, 4.3 x 2.0 mm to 0.8 x 0.3 mm in size), shows albite twinning and affected by sericitization and carbonatization. Some plagioclase include apatite. Matrix is composed of lath-shaped plagioclase, fine grained quartz and chlorite. Iron minerals are mostly altered to hematite and limonite. Calcite veinlets occur 50 microns in width.
6218	Minitas No. 53-6 Depth 218 m	Minitas Formation	Andesite	The rock is porphyritic in texture and consists of plagioclase. Mafic minerals are perfectly altered to calcite, epidote and opaque minerals. Phenocrystic plagioclase shows euhedral to anhedral and albite twinning, up to 4.0 mm. It is affected by chloritization and sericitization. Matrix is composed of lath-shaped plagioclase, fine grained dispersed magnetite and glass. They show flow texture and spotted altered chlorite.
6274	Minitas No. 53-6 Depth 274 m	Minitas Formation	Porphyrite	The rock is porphyritic in texture and grain size is bigger than other andesitic rocks. It is mainly composed of plagioclase. Phenocrystic plagioclase (about 2.3 x 1.0 mm to 0.6 x 0.2 mm in size) shows euhedral to subhedral and albite twinning. It is affected by chloritization and carbonatization. Mafic mineral is perfectly replaced by carbonates, chlorite and epidote. Plagioclase in matrix shows euhedral and Carlsbad twinning, up to 0.2 mm. Glass in matrix is perfectly altered to chlorite. Iron minerals are dispersed in the rock.
7082	Minitas No. 53-7 Depth 82 m	Atima Forma- tion	Garnet skarn	It is composed of garnet, calcite, quartz and iron-oxide. Euhedral garnet (about 1.5 x 1.0 mm to 0.2 x 0.2 mm in size) shows slightly anisotropism and zonal structure. Garnet is cracked in parts and cemented by quartz and calcite. Anhedral quartz shows wavy extinction. Iron oxide occurs in cracks of the other crystals.
7087	Minitas No. 53-7 Depth 87 m	Atima Forma- tion	Garnet-actinolite skarn	Main constituent minerals are garnet actinolite and opaque minerals. Euhedral to subhedral garnet (1.5 x 1.0 mm to 0.4 x 0.2 mm in size) shows slightly anisotropism and zonal structure, and coexists with radiated acicular wollastonite, in parts. Actinolite occurs in columnar to acicular, and is replaced by calcite in parts. Small amounts of epidote occurs with garnet and actinolite. Quartz and calcite cements the cracks of garnet. Anhedral to subhedral opaque minerals, up to 2.0 mm, occurs in aggregated.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
7091	Minitas No. 53-7 Depth 91 m	Atama Forma- tion	Garnet skarn	Main constituent minerals are garnet, calcite and opaque minerals. Subhedral to anhedral garnet show isotropic and pale green in colour. Some calcite is large crystal, up to 3.0 mm and some fine one occurs in the cracks of garnet and opaque minerals. Subhedral quartz occurs beside the opaque minerals. Opaque minerals are pyrite and hematite.
7095	Minitas No. 53-7 Depth 95 m	Atama Forma- tion	Epidote-fluorite skarn	Main constituent minerals are epidote, calcite and fluorite. Epidote crystal (about 0.6 x 0.3 mm to 0.2 x 0.2 mm in size) shows subhedral to anhedral and pale green to brownish green in colour. Anhedral calcite and fluorite cement the interstices of epidote aggregate.
7110	Minitas No. 53-7 Depth 110 m	Intrusive rock	Porphyritic granodiorite	This is porphyritic in texture and mainly composed of plagioclase. Phenocrystic plagioclase (about 2.0 x 0.5 mm to 0.5 x 0.2 mm in size) is euhedral to subhedral and shows albite twinning, and affected by sericitization and carbonatization. Hornblende is mostly replaced by calcite and epidote. Groundmass is composed of small grained quartz and feldspars. It is moderately suffered chloritization and carbonatization.
7113	Minitas No. 53-7 Depth 113 m	Atama Forma- tion	Epidote skarn	Main constituent minerals are epidote, quartz and opaque minerals. Epidote (about 1.0 mm to 0.05 mm in size) is euhedral to subhedral and pale green to colorless. Quartz, chlorite and rare calcite cement epidote aggregate.
7115	Minitas No. 53-7 Depth 115m	Atama Forma- tion	Epidote skarn	Opaque minerals, up to 2.0 mm, show euhedral to subhedral and are scattered in the rock. They may be pyrite.
7152	Minitas No. 53-7 Depth 152 m	Minitas Forma- tion	Porphyrite	This shows the same mineral assemblages as the above No. 7113. Epidote is smaller grain size, up to 0.2 mm, and calcite is much more than the above. Also, pyrite is disseminated in the rock. This is porphyritic in texture and mainly composed of plagioclase. Phenocrystic plagioclase (about 2.0 x 1.0 mm to 0.9 x 0.4 mm in size) shows euhedral to subhedral and is affected by carbonatization and sericitization. Mafic minerals are perfectly altered to cabonate, epidote and chlorite. Matrix is composed of lath-shaped plagioclase (up to 0.2 mm) and chlorite by alteration. Fine grained calcite veins are observed in the rock.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
7156	Minitas No. 53-7 Depth 156 m	Intrusive rock	Porphyritic diorite or porphyrite	The rock shows porphyritic texture and composed mainly of plagioclase. Phenocrystic plagioclase (about 3.5 x 1.8 mm to 0.5 x 0.3 mm in size) is euhedral to subhedral and is affected by sericitization, carbonatization and slight epidotization. Mafic minerals are perfectly replaced by epidote, chlorite and carbonates. Groundmass is composed of quartz aggregate, feldspars and chlorite. Other accessory mineral is fine grained apatite.
7163	Minitas No. 53-7 Depth 163 m	Minitas Formation	Altered andesite	The rock shows porphyritic texture and matrix shows fluidal texture. Phenocrystic plagioclase (about 2.3 x 1.0 mm to 0.8 x 0.2 mm in size) is euhedral to subhedral and is affected by sericitization, carbonatization, slight chloritization and slight epidotization. Mafic mineral is perfectly replaced by epidote, carbonates and chlorite. Matrix is composed of lath-shaped plagioclase (up to 0.2 mm), scattered iron-oxide mineral and chlorite by alteration.
7242	Minitas No. 53-7 Depth 242 m	Minitas Formation	Altered andesite	The rock shows clearly fluidal texture. In phenocrystic mineral it is affected by intense epidotization. Specially, mafic minerals are perfectly replaced by epidote (up to 0.2 mm, pale green aggregate) and a small amount of sphene. Phenocrystic plagioclase (about 0.6 x 0.3 mm to 0.2 x 0.1 mm in size) is also suffered of epidotization. Matrix is composed of lath-shaped plagioclase (up to 0.2 mm), small grained epidote aggregate and chlorite.
7283	Minitas No. 53-7 Depth 283 m	Minitas Formation	Meta andesite	It shows porphyritic texture. Phenocrystic plagioclase (about 1.5 x 0.5 mm to 0.4 x 0.1 mm in size) is euhedral to subhedral and moderately suffered of sericitization, chloritization and carbonatization. Mafic minerals are perfectly replaced by carbonates, chlorite, epidote and iron-oxides. Matrix is composed of plagioclase microcline, quartz aggregate, chlorite and iron-oxide.
8115	Minitas No. 53-8 Depth 115 m	Minitas Formation	Meta andesite	The rock shows nearly same texture and mineral assemblage as the above No. 7283, but grain size of matrix is a little bigger and carbonatization is more intense. It has calcite veinlets.
8167	Minitas No. 53-8 Depth 167m	Minitas Formation	Altered andesite	The rock shows porphyritic and fluidal texture and mainly composed of plagioclase. Phenocrystic plagioclase (about 2.5 x 1.0 mm to 0.3 x 0.1 mm in size) is euhedral to subhedral and affected by strong sericitization, chloritization and iron alteration. Rare augite is subhedral and mostly replaced by chlorite, carbonates and iron oxide. Matrix is composed of fine grained lath-shaped plagioclase (up to 0.05 mm) and iron mineral.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
8185	Minitas No. 53-8 Depth 185 m	Minitas Formation	Tuff breccia	It is composed of many medium grained andesite fragments. Andesite fragments are suffered of intense carbonatization. Phenocrystic plagioclase (about 2.0 x 0.5 mm to 0.5 x 0.2 mm in size) is perfectly altered to carbonate, sericite and fine grained quartz aggregate. Matrix is composed of fine grained quartz aggregate and lath-shaped plagioclase (up to 0.05 mm). Zeolite spots occur in places.
8255	Minitas No. 53-8 Depth 255 m	Minitas Formation	Mata andesite	The rock shows porphyritic texture and is composed of plagioclase and a small amount of quartz. Phenocrystic plagioclase (about 2.0 x 0.4 mm to 0.5 x 0.1 mm in size) shows euhedral to subhedral and is affected by chloritization, sericitization and slight carbonatization. There is a small fragment is the rock, which is mainly composed of anhedral albite (up to 0.1 mm), clinopyroxene (euhedral, up to 0.1 mm), carbonates and opaque mineral. It may be skarn-fragment. Matrix is mainly composed of lath-shaped plagioclase and suffered of chloritization.
8300	Minitas No. 53-8 Depth 300m	Intrusive rock	Granodiorite	The rock shows granular texture. Mafic minerals are perfectly altered to chlorite and calcite. Main constituent minerals are quartz, plagioclase and K-feldspar. Subhedral plagioclase (about 3.0 x 2.0 mm to 0.4 x 0.3 mm) shows albite twinning and is affected by sericitization, slight chloritization and carbonatization. Anhedral quartz shows marmekitic texture with feldspar. In parts, K-feldspar show microcline and perthite texture. Opaque mineral associated with chlorite is scattered.

(3) Polished sections of ore minerals, Vueltas del Rio, Minitas and Pueblo Nuevo Sector

(1)

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
72807	Minitas Uda. Minitas	Atima Formation	Copper ore	The specimen consists of malachite, azurite and goethite. Malachite and azurite occur in irregular shape and filling the interstices of gangue minerals. Goethite shows colloform texture and associates with malachite and azurite.
80205	Minitas No. 53-7 N 50m	Atima Formation	Iron ore	The specimen consists of mainly magnetite and a small amount of hematite. Magnetite is sometimes brecciated and partly replaced by hematite.
80306	Minitas Macutalo	Atima Formation	Iron ore	Main constituent mineral is magnetite. Magnetite is brecciated and sometimes accompanied with a small amount of hematite.
82409	Pueblo Nuevo Santo Domingo	Atima Formation	Fe-Cu-Zn ore	The specimen consists of hematite, chalcopyrite, goethite, sphalerite, pyrite and galena, and among them hematite is the most abundant. Hematite crystals occur in aggregate. Goethite occurs in intimate association with chalcopyrite margin. Sphalerite occurs in irregular shaped crystal associated with pyrite and chalcopyrite.
1097	Vueltas del Rio No. 53-1 Depth 97 m	Vueltas del Rio Formation	Fe-Cu-Zn ore	The specimen consists of mostly pyrite and chalcopyrite. Pyrite occurs as idiomorphic or subidiomorphic crystals, chalcopyrite sometimes occurs as veinlets filling the interstices of pyrite crystals, in which a small drops of sphalerite are found.
2173	Vueltas del Rio No. 53-2 Depth 173 m	Vueltas del Rio Formation	Fe-Cu-Zn ore	The specimen consists of idiomorphic pyrite, chalcopyrite, tetrahedrite and sphalerite, among them sphalerite is the smallest amount. In place, chalcopyrite and tetrahedrite cements the interstices of pyrite. Tetrahedrite is coexisted with chalcopyrite and pyrite intimately.
3106	Vueltas del Rio No. 53-3 Depth 106 m	Vueltas del Rio Formation	Cu-Pb-Zn ore	In megascopically, it shows network texture of chalcopyrite and quartz veinlets. Under the microscope, it is composed of pyrite and chalcopyrite. Pyrite occurs as idiomorphic cube crystals of 200 to 100 microns in general size. Chalcopyrite occurs in irregular shape and fills up the interstices of pyrite and gangue minerals. The grain size of chalcopyrite is up to 500 microns. A small amount of galena and sphalerite associated with pyrite and chalcopyrite is also recognized as accessory minerals.

Sample No.	Location	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
3115	Vueltas del Rio No. 53-3 Depth 115 m	Vueltas del Rio Formation	Cu-Fe ore	The specimen consists of mainly pyrite and chalcopyrite. Pyrite occurs as idiomorphic cube crystal. Chalcopyrite occurs in quartz vein.
3124	Vueltas del Rio No. 53-3 Depth 124 m	Vueltas del Rio Formation	Fe-Cu ore	The vein, 0.5 cm in width, mainly composed of pyrite and chalcopyrite is found megascopically on the polished surface of the specimen. In quartz vein, small grains of pyrite and chalcopyrite are disseminated. Under the microscope, it is composed of pyrite, chalcopyrite and a small amount of sphalerite. Pyrite occurs as idiomorphic crystals of 0.5 x 0.5 mm to 0.02 x 0.02 mm in general size and closely associated with chalcopyrite. In parts, pyrite is replaced by chalcopyrite.
4090	Vueltas del Rio No. 53-5 Depth 98 m	Vueltas del Rio Formation	Fe-Zn-Cu ore	The specimen consists of pyrite, sphalerite, tetrahedrite and chalcopyrite. Chalcopyrite contains an irregular small grains of tetrahedrite, while in parts tetrahedrite also contains many small pyrite and sphalerite crystals. Then they show very intimate intergrowth texture.
5098	Vueltas del Rio No. 53-5 Depth 98 m	Vueltas del Rio Formation	Fe-Cu ore	The specimen is mainly composed of idiomorphic pyrite crystals and chalcopyrite. Chalcopyrite occurs in filling the interstices of pyrite and contains a small amount of sphalerite.
7087	Minitas No. 53-5 Depth 87 m	Atima Formation	Fe-Cu ore	The specimen consists of pyrite, chalcopyrite and a small amount of hematite. In places, chalcopyrite occurs in filling the interstices of pyrite.
7091	Minitas No. 53-7 Depth 91 m	Atima Formation	Cu-Fe ore	Main constituent minerals are chalcopyrite, magnetite, hematite and chalcocite. Chalcocite occurs as secondary mineral in filling the interstices of chalcopyrite and the margin of its crystal. Hematite also occurs in filling the interstices of magnetite, and is thought to be secondary minerals from the occurrence.

