

鉅計資  
CR(3)  
81-26

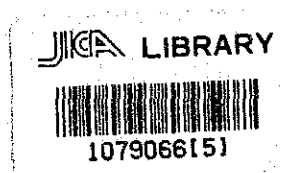


709  
66.1  
MTH

69

# ペルー共和国オヨン地域 資源開発協力基礎調査報告書

(第2年次)



20363

昭和56年2月

金属鉱業事業団  
国際協力事業団

国際協力事業団

20363

## は し が き

日本政府はペルー共和国政府の要請に応え、同国の中部に位置するオヨン地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和55年度が第2年次にあたり、金属鉱業事業団は11名の調査団を編成して、昭和55年6月1日から昭和55年11月7日まで、現地に派遣した。

現地調査はペルー共和国政府関係機関、特に地質鉱物冶金研究所の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第2年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力をいただいたペルー共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ペルー日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和56年2月








国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

# LEGEND

-  Survejed area (1979)
-  Survejed area (1980)
-  Capital of prefecture
-  City
-  Rail way
-  Road
-  River

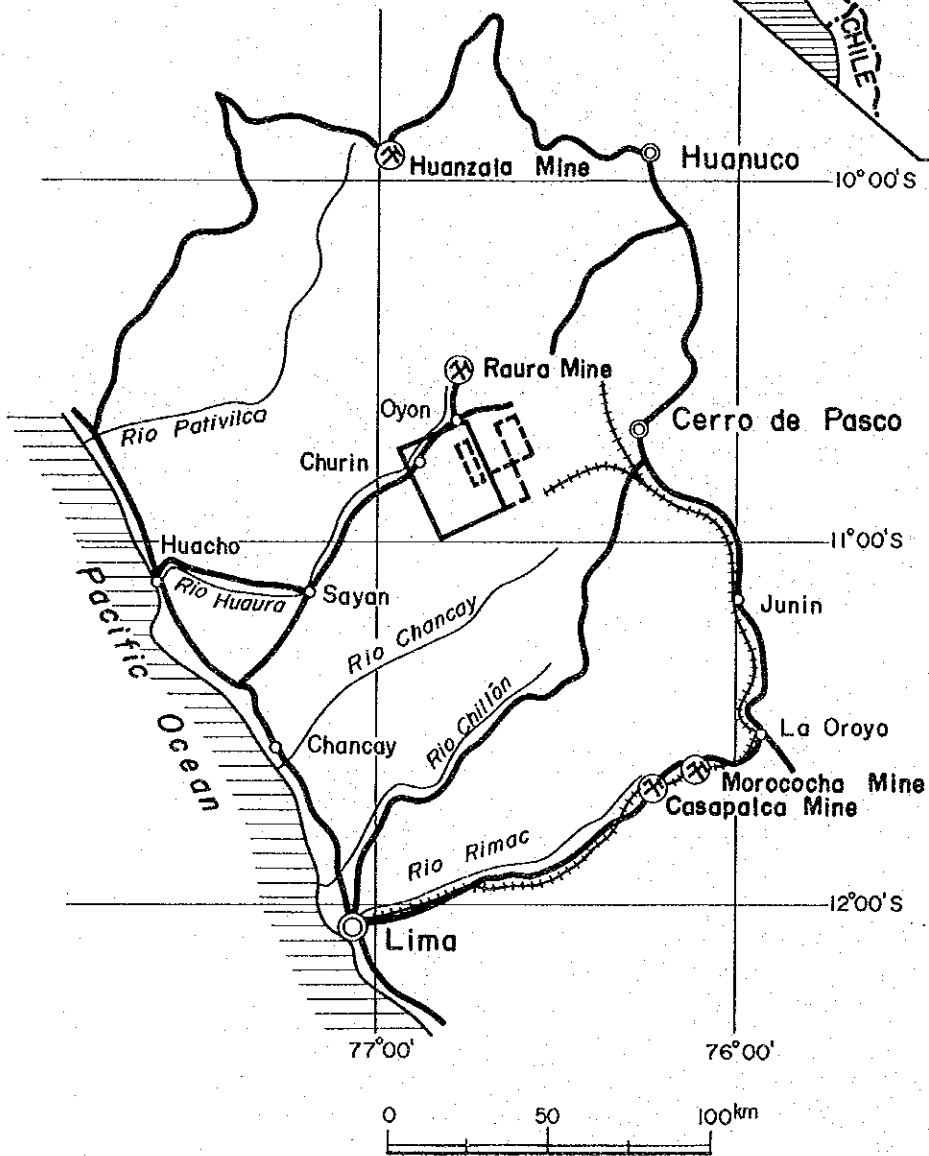
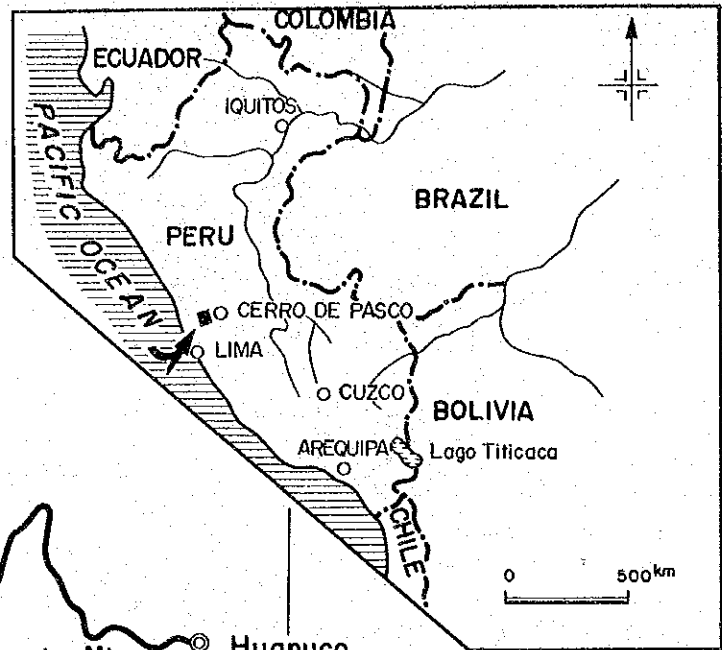


Fig. 1. Index Map

# 総 合 目 次

は し が き  
位 置 図  
要 約

総 論 .....	1
第1章 序 論 .....	3
第2章 調査地域の一般事情 .....	6
第3章 ペルーの鉱業事情 .....	8
第4章 調査結果の概要 .....	11
第5章 結論および将来への展望 .....	14

各 論	
第I部 地質調査 .....	I-1
第II部 物理探査 .....	II-1
第III部 ボーリング調査工事 .....	III-1

付 帯 資 料

Geological Data  
Geophysical Data  
Drilling Data

付 帯 図 面(別巻)

Geological Maps  
Geophysical Maps  
Drilling Maps

## 要 約

本調査は、ペルー共和国オヨン地域における鉱物資源開発のための協力基礎調査、第2年次の調査として実施された。

第1年次C地区の地質調査により、鉱物資源賦存の有望区域として Iscay Cruz 地区が抽出された。今年度は Iscay Cruz 地区面積約40km<sup>2</sup> に対して、地質精査、物理探査およびボーリング工事の各調査が実施され、A地区およびB地区計160km<sup>2</sup> に対して地質概査が実施された。調査の目的は、地質構造と鉱化作用の関連性を解明し、次段階の探査活動に有益な指針を得ることであった。

現地調査は1980年6月1日より11月7日に至る160日間にわたり、各々の調査日数は、道路建設49日間、物理探査74日間、地質調査87日間、ボーリング工事111日間であった。物理探査の測定量は、IP法、8測線、測線延長計25.4km、EM法、2測線、計3kmである。ボーリング工事量は、2箇所、孔数3本、掘進長計564mである。

オヨン地域はアンデス西部山脈の分水嶺付近の高地に位置し、急峻な山岳より成る。本地域には白亜紀堆積岩類が広く分布し、アンデス方向NNW-SSWを軸とする著しく折畳まれた複合褶曲構造を造っている。上記堆積岩類は第三紀火山岩類に不整合で覆われ、これらの岩類は第三紀以後の貫入岩類に貫かれている。

Iscay Cruz 地区には、層厚40mから80mのSanta層石灰質岩中に、延長12kmにわたって鉱化示徴が断続的に発達している。鉱化示徴としては、銅・亜鉛を濃集するスカルン鉱床、鉛・亜鉛を濃集する塊状硫化鉱床、菱鉄鉱層中の鉛・亜鉛鉱染鉱床などがある。これらは酸性貫入岩を中心に累帯配列しているように見受けられ、一連の鉱化帯を形成している。

今年度、Iscay Cruz 鉱化帯全域をカバーするIP法による物理探査が実施され、本地区中部および南部域に顕著なIP異常が検出された。北部のIscay Cruz 峠付近で実施されたボーリングにより、菱鉄鉱層中の鉛・亜鉛鉱染鉱床が確認された。中部のLimpe 峠の北側で実施されたボーリングでは、延長14mにわたり塊状硫化鉱を捕捉し、硫化鉱体中に方鉛鉱・閃亜鉛鉱の著しい濃集が確認された。

又、B地区の地質概査では、延長約20km、巾約5kmの鉱化示徴帯の存在が確認された。

今後の調査・探鉱として、以下の探査活動を実施して行くことが望ましい。

- (1) Iscay Cruz 地区では、Limpe, Cunsha Punta, およびAntapampaの3区域でボーリングによる探鉱を拡大強化し、立体的に地質構造と鉱化作用の関係を解明するとともに鉱床の胚胎を確認する。
- (2) 上記3区域に対して、適確な鉱況評価と次段階の探査活動に役立たせるため、詳細な地質マッピングを実施する。一部の区域に対して物理探査を継続する。
- (3) B地区のCochaquilloおよびChagapata区域に対して、地質精査を実施する。





# 總論



# 総 論

第1章 序 論 .....	3
1-1 調査の目的 .....	3
1-2 調査の概要 .....	3
1-3 調査団の編成 .....	4
第2章 調査地域の一般事情 .....	6
2-1 位置および交通 .....	6
2-2 地 形 .....	6
2-3 気 象 .....	7
2-4 住民および産業 .....	7
第3章 ベルーの鉱業事情 .....	8
第4章 調査結果の概要 .....	11
4-1 地質調査結果 .....	11
4-2 物理探査結果 .....	12
4-3 ボーリング工事結果 .....	13
第5章 結論および将来への展望 .....	14
5-1 結 論 .....	14
5-2 将来への展望 .....	14

## LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. 1 Index map.
- 2 Location map of the surveyed area
- 3 Access map of the surveyed area
- 4 Schematic profile of topography and geology
- I-6 Mineralized zone in the Iscay Cruz area

# 第 1 章 序 論

## 1-1 調査の目的

本調査は、調査対象であるオヨン地域において、地質調査、物理探査およびボーリング工事を実施し、地質構造の解明および鉱床の賦存が期待される地質環境や鉱床示徴地を把握することにより、次段階の探査活動に有益な指針を得ることを目的とする。

本調査は、ペルー共和国地質鉱物冶金研究所 (Instituto de Geología, Minería y Metalurgia; 略称 INGEMMET) と共同で実施され、調査結果の解析にあたっては、調査対象地域やその周辺の稼動鉱山の既存資料もあわせて検討された。

## 1-2 調査の概要

### 1) 調査の経緯

本調査の対象であるオヨン地域は、西部アンデス山脈の分水嶺付近およびその西側に位置し、A地区、B地区およびC地区の3地区より成る (Fig. 1 参照)。第1年次調査として、前年度、C地区面積約 700 km<sup>2</sup> に対して、地質調査および地化学探査が実施された。その結果、Oyon (オヨン) の南南東約 8 km に位置する Iscay Cruz (イスカイ・クルス) 地区に顕著な鉱徴が確認された。

本年度調査は第2年次に当り、Iscay Cruz 地区に対して地質精査、物理探査およびボーリング工事が実施され、A地区およびB地区に対して地質概査が実施された (Fig. 2 参照)。

### 2) 地質調査

Iscay Cruz 地区の鉱徴は、延長 12 km におよび南北に断続する。これらの全示徴を包含する面積約 40 km<sup>2</sup> の地区が選定され、トレンチを含む地質精査が実施された。又、A地区約 71 km<sup>2</sup>、B地区約 89 km<sup>2</sup> およびその周辺地域に対して地質概査が実施された。

地質精査では、鉱徴の状況と性格を明確とするとともに、鉱化作用と変質帯、断裂系および火成活動との関係を解明することに主眼が置かれた。地質概査では、地質構造を解明し、鉱徴を把握し、鉱床の偏在性を追求することに重点が置かれた。

地質調査結果の解析は、航空写真、既存の地質図および地質文献などを総合して行われた。地質調査と平行して、鉱石、Gossan (ゴッサン)、岩石、河床堆積物などの地化学探査試料が採取され、化学分析が実施されたほか、必要に応じて、顕微鏡による検討、X線回折、岩石生成年代の測定、EPMAによる解析などが実施された。

### 3) 物理探査

Iscay Cruz 地区鉍微帯の地表下の状況，特に硫化鉍体の存在およびその規模と硫化鉍物の濃集度を推定することを目的に，IP (Induced polarization) 法による物理探査が実施された。

IP法の測線延長は合計25.4 kmであり，鉍微帯に平行して全露頭をカバーする主測線13 km，北部のGossan帯直上に設置された従測線2.5 km，主測線に交差するクロス測線6本，9.9 km，合計8測線，延長25.4 kmが測定された。

本地区の地表部はGossan露頭を覆って，崖錐堆積物が発達しており，IP測点の位置はその発達状況に強く制約される。このため，地表状況の制約を受けぬEM (Electromagnetic) 法による測定が，2クロス測線，合計延長3 kmにわたって試験的に実施された。

測定と同時に，測線近辺の岩石サンプルが採取され，その物性が測定された。これらのデータはすべてコンピューターにイン・プットされ，測定データのシュミレーション解析が実施された。

### 4) ボーリング工事

地表下の地質構造と鉍化作用の状況を確認するため，Iscay Cruz 地区北部 および中部の2個所で，3本，合計延長564 mのボーリングが実施された。得られた岩芯は鑑定され鉍石部についてはすべて半量或いは1/4量が採取され分析に供されたほか，必要に応じて顕微鏡による観察やX線回折などが実施された。

なお，ボーリング工事に先立って，器材および資材運搬のため，運搬道路延長20 kmが建設された。

## 1-3 調査団の編成

#### 日本側調査計画および折衝

齋藤 顕	金属鉍業事業団
澤田 賢治	"
米田 一弘	国際協力事業団

#### ペルー側調査計画および折衝

Benjamin Morales	地質鉍物冶金研究所
Edgardo Ponzoni	"
Gregorio Flores	"

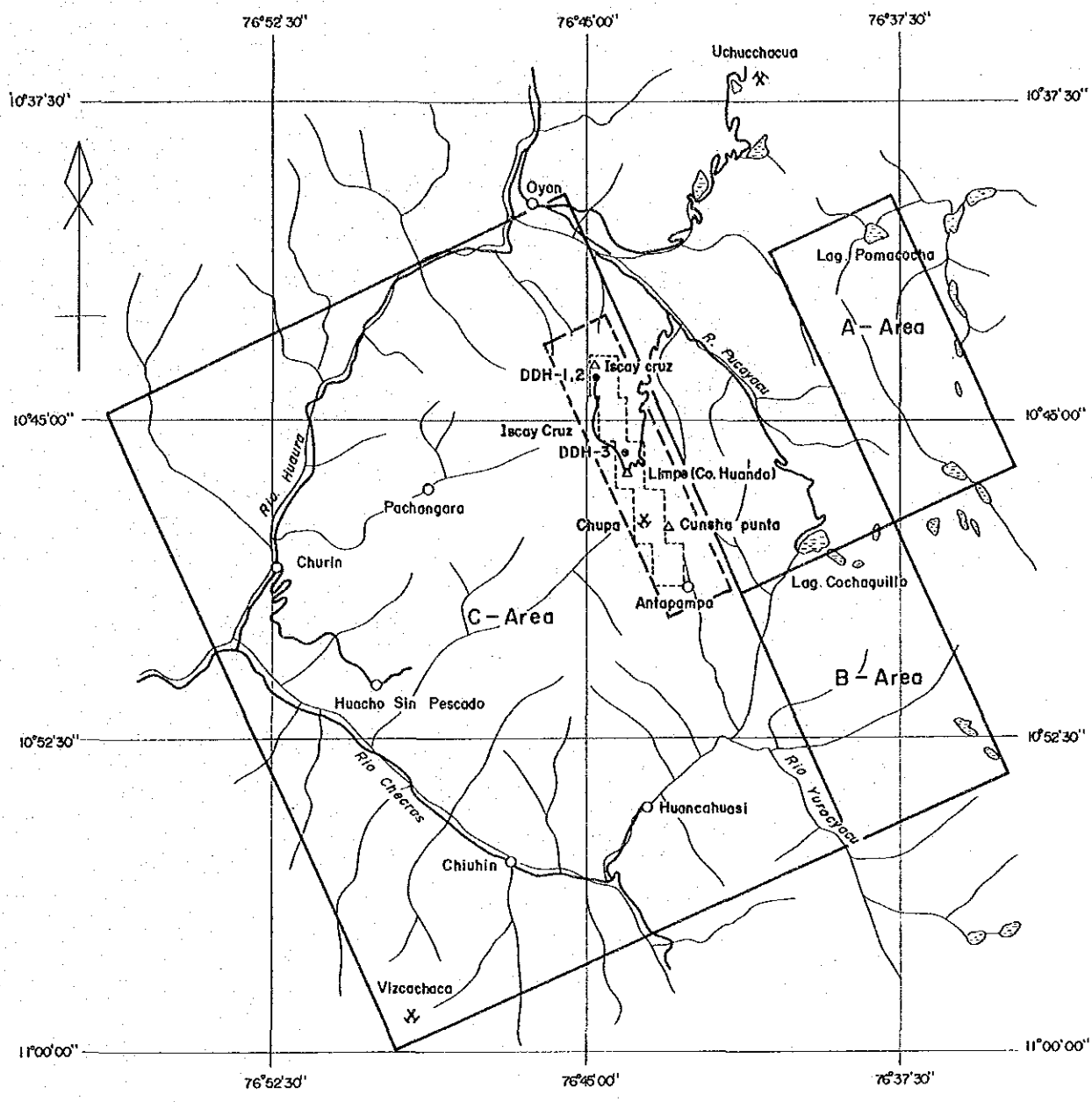
日本側 団

中 村 仁 一	団長 (総括)	三井金属エンジニアリング株式会社
田 上 勇 吉	団員 (地質)	"
菅 原 一 安	" ( " )	"
青 山 孝	" (物探)	"
田 島 俊 雅	" ( " )	"
立 川 三 郎	" ( " )	"
山 本 延 彦	" (試錐)	"
山 下 幸 一	" ( " )	"
関 口 茂 男	" ( " )	"
津 田 孝 行	" ( " )	"
寺 下 吉 雄	" ( " )	"











ペルー 調査団

Fernando Llosa	(総括)	地質鉱物冶金研究所
Cesar Vilca	(地質)	"
Guillermo Diaz	( " )	"
Emilio Rojas	(物探)	"





**LEGEND**

- |   |                                   |   |               |
|---|-----------------------------------|---|---------------|
|  | Area of regional survey           |  | Road          |
|  | Area of detailed survey           |  | River         |
|  | Area of specially detailed survey |  | Lake          |
|  | Mine / abandoned mine             |  | Ridge         |
|  | Town and village                  |  | Drilling hole |

**Fig. 2. Location Map of the Surveyed Area**

## 第2章 調査地域の一般事情

### 2-1 位置および交通

調査の対象であるオヨン地域は、首都Limaの北方約100kmの距離にある。

Limaより現地に至るには、Huacho(ワチヨ)を経由するルートと、Chancay(チャンカイ)から短絡路を通じて直接Sayán(サヤン)に至るルートの2通りがある(Fig. 3参照)。Huachoまでは2車線の舗装道路のパンアメリカン・ハイウェイが通じている。HuachoよりSayánの15km先きまで、舗装されている。Chancayからの短絡路はほとんど未舗装である。LimaからSayánまで、前者のルートで178km、後方で137kmであるが、時間的にはほとんど差異はなく、両者とも3時間10分~20分を要する。

Sayánからは、Rio Huauraに沿った溪谷を縫う悪路となり、Churinまで61kmで約2時間を要する。ChurinからOyonまでは32km、約1時間20分である。Isca Cruz 精査地区に入るには、OyonからPampahuay(パンパワイ)まで約10km、車で30分、PampahuayよりIsca Cruzまでは新設された運搬道路約20km、車で1時間30分、合計約2時間を要する。この新設道路は標高約5,000mの峠を通過しており、道床が未だ不安定のため常時保修が必要であり、その通行には危険が伴う。Pampahuayより馬利用の場合は、約8km、所要時間約3時間、Oyonよりは合計3時間30分を要する。

### 2-2 地 形

本調査地域は、アンデス山系の西側の主列である西部山脈にあり、大平洋岸水系に属するRio Huauraの原頭部に位置し、急峻な山岳地形を呈する。

標高は谷底の海拔2,300mから山頂の5,300mまで変動し、その標高差は3,000mに達する。海拔4,200mから4,800mにかけて、プナ地表(la Superficie Puna)として知られる比較的平坦な部分が発達しており、この平坦部を境に、上下の地形に著しい差異がある(Fig. 4参照)。これより上部は氷河地形が発達し、海拔4,800m以上は急峻な岩壁より成る岩峯となる。下部は深い溪谷に刻まれた壮年期地形を呈している。

精査の対象となったIsca Cruz地区は標高4,600~5,000mである。A地区は大陸分水嶺に位置し、その標高は最低部でも4,600mあり、4,800m以上は氷河に覆われている。B地区は分水峯の西側に位置し、谷筋の4,200mから尾根筋の5,000mを越す標高を有する。

本地域の地形および水系は地質構造を明瞭に反映している。すなわち、塊状石灰岩より成るJumasha(フマーシャ)層がNNW-SSE方向に連なる最も高い岩峯を形成し、次に珪岩より成るChimu(チム-)層が中位の山塊を、頁岩および砂岩よりなるCarhuaz(カルワ

ス)層が鞍部を形成している。水系としては、NNW-SS E方向と、これを直交するENE-WSW方向が顕著に発達している。NNW-SS E系は褶曲構造と地層の分布および褶曲構造に平行して発達する衝上断層を反映し、ENE-WSW系は断裂系を反映している。

## 2-3 気 象

高地の気象は、いわゆるアンデス高山性で、日中は20℃以上に達するが、夜間は0℃以下に降り、気温の日変化が大きいのが特徴である。年間を通じての気象は、アマゾン側からの季節風の盛衰に左右され、6月～9月の乾季と、10月～3月の雨季に分けられる。分水峯付近では常に強風がある。分水嶺から15～30kmの範囲では、雨季にはかなりの降雨があり、海拔4,000m以上の高所では降雪となる。西方へ高度を減ずるに従い、降雨は減少し温暖な乾燥気候に移行する。

## 2-4 住民および産業

### 1) 住 民

本地域は、行政区画上、Departamento Lima(リマ県) Provincia Cajatambo(カハタンボ郡)に属している。住民はインディオを主とし、古くインカ時代より谷筋の盆地や山の中腹に集落を造って、前近代的な農耕牧畜にたよる自給自足の生活を送っている。集落間の交通は、道路が通じている場合もあるが、主に馬および徒歩に頼っている。

本地域は地形急峻なうえに、高地は寒冷であり、低地は乾燥しており、農耕の適地は限られている。山間の傾斜地に水路をめぐらし、小規模な農耕が行われているが、農耕は標高4,000mが限度であり、標高4,000m以上の高地では、草原の放牧が営まれているにすぎない。

### 2) 産 業

Oyonの周辺には、Raura(ラウラ)鉱山、Uchuechacua(ウチュクチャクワ)鉱山、Chanca(チャンカ)鉱山などの近代的な鉱山が稼動されている。操業規模は、各々、1,100t/d、200t/d、および200t/dであり、従業員数は各々、800人、450人および200人である。いずれも金属鉱山として中小規模であるが、家族を含め直接鉱山に生計をたよる人口は合計1万人に達している。これら鉱山の開発は、本地域の生産活動の核となり、急峻な山岳地帯に位置し前近代的な農耕牧畜にたよる本地域の経済に、多大なインパクトと活気をもたらし、地域社会に安定した富をもたらしている。

本地域では古くから石炭の採掘が行われて来たが、これらはいずれも小規模で手工業の域を出ず、地域経済への寄与は大きくない。なお、ChurinおよびChiuchinには温泉があり、保養地として知られ、観光業が栄えている。

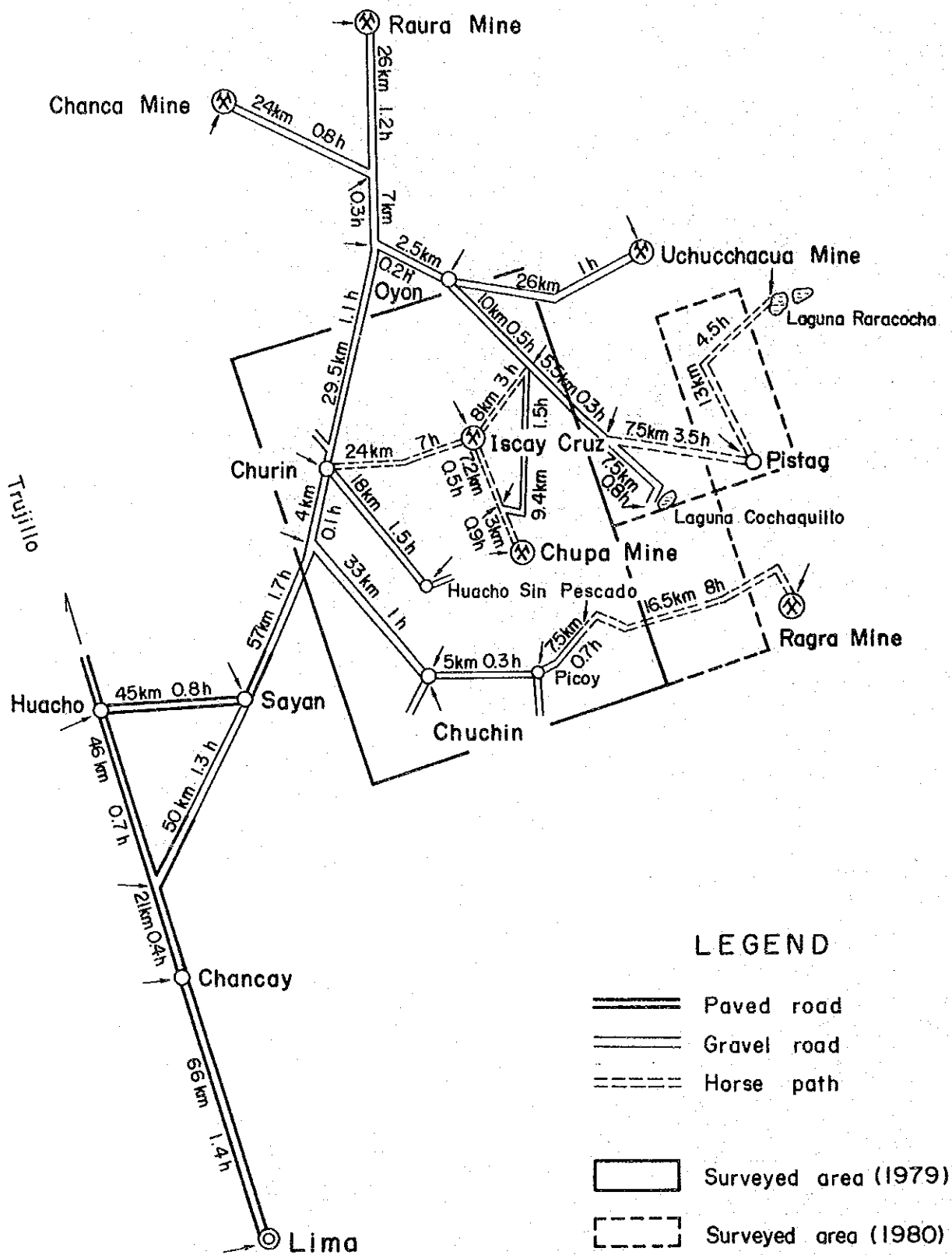


Fig. 3. Access Map of the Surveyed Area



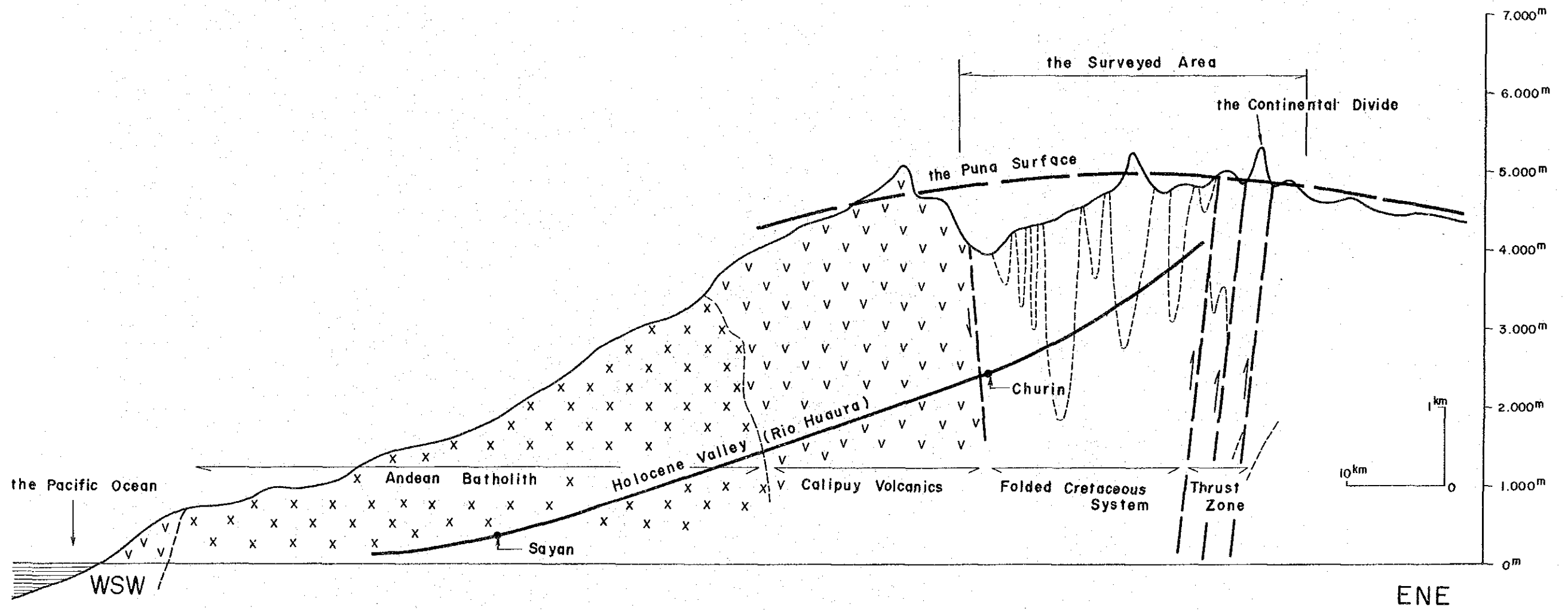


Fig. 4. Schematic Profile of Topography and Geology

### 第3章 ペルーの鉱業事情

ペルーは金・銀・銅・鉛・亜鉛・鉄鉱石など豊富な鉱物資源に恵まれており、古くから鉱業立国として知られている。

ペルー経済に占める鉱業部門の比率は、国際価格の変動や消費国の需要動向により相当変動するが、通常、GDP（実質国内総生産）の10%弱であり、鉱業部門への就業率は2%前後である。鉱業部門のペルー経済に占める地位は、GDPや就業率といった面からみると低いものの、国際収支の面からみると、鉱業部門はペルー経済において極めて重要な役割を担っている。即ち、石油を含めた鉱産物の輸出額は、同国の総輸出額の50%以上を占めており、最近ではこの比率は60%にも達している。これによって得られた外貨は、国内の開発に必要な機械類など資本財の購入にあてられ、近代化への貴重な源資となっている（次表参照）。

ペルーの貿易収支と項目別輸出入額（単位100万ドル）

	1974	1975	1976	1977	1978	1979
◇輸出						
水産物	259	208	201	215	238	331
農産物	330	387	282	337	281	362
鉱産物	723	547	690	901	912	1,458
原油・石油類	28	44	53	52	180	646
その他	165	105	133	221	330	677
総計	<u>1,505</u>	<u>1,291</u>	<u>1,359</u>	<u>1,726</u>	<u>1,941</u>	<u>3,474</u>
◇輸入						
消費材	155	199	176	173	104	170
原材料・半製品	919	1,172	1,032	1,050	734	894
資本金材	610	782	675	469	458	744
その他	223	238	217	472	305	283
総計	<u>1,908</u>	<u>2,390</u>	<u>2,100</u>	<u>2,164</u>	<u>1,601</u>	<u>2,091</u>
◇貿易収支	<u>△403</u>	<u>△1,099</u>	<u>△741</u>	<u>△438</u>	<u>340</u>	<u>1,383</u>

（Banco Central de Reserva del Peruによる）

ペルーの品目別輸出額 (単位 100万ドル)

	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>
魚 粉	201	156	178	179	192	237
魚 油 ・ 他	58	52	23	36	46	94
綿 花	96	53	71	48	38	49
砂 糖	193	269	91	74	52	34
コ - ヒ -	34	53	101	197	168	245
羊 毛	7	11	19	18	23	34
農水産物 計	<u>589</u>	<u>595</u>	<u>483</u>	<u>552</u>	<u>519</u>	<u>693</u>
銅	301	156	227	392	408	668
鉄 鋳 石	75	52	63	90	74	85
鉛	57	42	64	173	207	389
銀	140	146	145	82	90	145
亜 鉛	150	151	191	164	133	171
鉱産物 計	<u>723</u>	<u>547</u>	<u>690</u>	<u>901</u>	<u>912</u>	<u>1,458</u>
原油 ・ 石油類	28	44	53	52	180	646
そ の 他	165	105	133	221	330	677
総 計	<u>1,505</u>	<u>1,291</u>	<u>1,359</u>	<u>1,726</u>	<u>1,941</u>	<u>3,474</u>

(Banco Central del Reserva del Peruによる)

ペルーの鉱産物輸出数量

	<u>単 位</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>
銅	1,000 MT	331	344	373
鉄 鋳 石	1,000 LT	6,122	4,778	5,749
銀	1,000 OZ	39,910	41,628	41,880
鉛	1,000 MT	172	176	164
亜 鉛	1,000 MT	434	437	418
原油 ・ 石油類	1,000 BL	4,104	13,775	23,570

(Banco Central del Reserva del Peruによる)



ペルーの国際収支は、上表にみるとおり、1974年以後世界的不況による輸出の伸び悩みと、主要輸出品目である鉱産物の国際価格の低迷により、経常収支は赤字を続けたが、1978年以後は鉱産物国際価格回復にともない急速に改善されている。

ペルーにおける鉱業は、日本を始めとする西側工業国への鉱業産品供給源として、又ペルーにとっては国内開発のための資金、資本財および技術の獲得源として、今後益々その重要性を高めて行くものと思われる。

## 第4章 調査結果の概要

### 4-1 地質調査結果

#### 1) A地区地質概査

A地区は衝上断層帯の東側に位置し、主に白亜系上部のJumasha層およびCelendin層などの石灰岩類が分布し、一部に白亜系最上部のCasapalca赤色層が分布する。これら各累層のトレンドはNNW-SSE方向で西へ傾斜するが、衝上断層と同系統のNNW-SSE系断層が規則的に発達し覆瓦構造を造っている。

本地区の鉱徴としては、Jumasha石灰岩中の輝安鉱(stibnite)鉱脈を認めたのみであった。

#### 2) B地区地質概査

B地区は衝上断層帯の西側に隣接し、白亜系下部のOyon層から白亜系上部のJumasha層までが、NNW-SSE方向を軸とする複合褶曲構造を造って分布する。地形的高所では、これら白亜紀堆積岩類を不整合に覆って第三紀のCalipuy火山岩類が分布する。衝上断層と平行するNNW-SSE系逆断層やこれと直行するENE-W SW系断層が発達し、閃緑岩、花崗閃緑岩、花崗岩などの岩株および岩脈が多数貫入している。貫入岩体は、通常、変質作用を蒙り黄鉄鉱を鉱染しており、その周辺にはCochaquilloなどの銅・鉛・亜鉛・鉄スカルン鉱床や銀・鉛・亜鉛・鉄鉱脈鉱床を多数胚胎している。

#### 3) Iscay Cruz地区地質精査

Iscay Cruz鉱化帯は、Santa層に沿って延長12kmにおよぶことが確認された。特にCunsha Punta峠の南側には、巾20m、延長100mにわたる黄鉄鉱ゴッサンがあり、閃亜鉛鉱と黄鉄鉱がレンズ状に濃集胚胎している。

Cunsha Punta峠東側のOyon層砂岩およびChimu層珪岩中には、十数本の酸性火成岩脈が岩床状に貫入している。本岩は、自身およびその周囲に、著しい変質作用、角礫化作用および黄鉄鉱の鉱染をもたらせており、本地区の鉱化作用は本岩の活動に起因するものと考察された。

Iscay Cruz鉱化帯中の鉱徴としては、微粒の方鉛鉱・閃亜鉛鉱を鉱染するマンガン菱鉄鉱およびその酸化産物である黒色ゴッサン、方鉛鉱・閃亜鉛鉱を濃集する塊状黄鉄鉱・磁硫鉄鉱鉱体、黄銅鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱・磁硫鉄鉱・磁鉄鉱を濃集するスカルン鉱体、方鉛鉱・閃亜鉛鉱を鉱染するドロストーンおよび石灰岩などがある。Cunsha Punta峠の酸性貫入岩の近辺には、Chupaなどの銅・亜鉛に富むスカルン鉱床が胚胎し、その外側のLimpe峠付近およびCunsha Punta峠の南側には、鉛・亜鉛に富む硫化鉄体が位置している。最外側のIscay Cruz峠付近およびAntapampa区域には、鉛・亜鉛を鉱染しマンガン成分に富む

黒色ゴッサン又は菱鉄鉱が発達している。これらの多様な鉱床群は前記の火成活動にもとづく交代鉱床であると推察されるが、火成活動の中心は1個所ではなく、鉱化作用はENE-WSS系断裂群にも影響されている。鉱床の成因は単一ではなく、鉱体の賦存様式は単純ではない。鉱体はSanta層中に断続的に胚胎し、鉱体内の品位分布は変化に富むであろうと推察される。

#### 4) 地化学探査結果

累層別、グループ別に分類された岩石サンプルのCu・Pb・Zn 3成分のバックグラウンド値は石灰岩類でPbが高く、火成岩類でZnが高い傾向が認められるが、Cuは各岩類ともほぼ一定である。Santa層が金属成分を特別濃集している傾向は認められない。

異常値としては、Iscay Cruz地区の酸性貫入岩、衝上断層に接するSanta層石灰岩、Iscay Cruz鉱化帯中のSanta層石灰岩などが抽出された。河床堆積物では、B地区ChagapataでCuの異常が認められた。

岩石・ゴッサン・河床堆積物ごとに実施されたCu・Pb・Zn 3成分間の因子分析結果では、岩石ではCu-Pbが類縁性を有するのに対してゴッサンではPb-Znが類縁性を有しており、堆積作用と後の鉱化作用とで明らかに異なる金属成分の濃集傾向を示した。

#### 4-2 物理探査結果

IP法により検出された高FE (frequency effect)異常帯および低AR (apparent resistivity: 見掛比抵抗)異常帯は、Quellaycocha湖以南のIscay Cruz中部および南部域に限られている。特に顕著な異常帯は、(1)Limpe峠付近、(2)Chupa鉱床とTinyag湖南方のスカルン露頭域、(3)Antapampa区域の3個所である。

- (1) Iscay Cruz地区で最強のFE異常が観測されたのがLimpe峠付近で、峠を中心にFE値は5~6.5%、AR値は10~100Ωmを示し、この異常帯は延長600~850mにわたって分布している。峠付近のSanta層は大量の赤鉄鉱と磁鉄鉱を鉱染しており、高FE値はこれら酸化鉱物の影響も考えられるが、下部に硫化鉱体の存在を期待できると推察される。
- (2) Chupa鉱床とその東方のスカルン露頭域にかけて高FEおよび低比抵抗異常が観測された。FE値は4~6%、AR値は3~5Ωmを示す。この異常は、Santa層中のスカルン鉱床、Pariahuanca層中のChupaスカルン鉱床、その中間のCarhuaz層中の黄鉄鉱の鉱染などに対応するものであろう。
- (3) Antapampaにおける黒色ゴッサンの下部およびその北部延長の無鉱化石灰岩相当部に、延長400mにわたる高FE異常が観測された。FE値は5~8%、AR値は5~100Ωmである。Santa層上下盤の破碎帯中の黄鉄鉱の単なる鉱染による場合も考えられるが、

ゴッサン下部に硫化鋳体が賦存する可能性も推察される。

- (4) 閃亜鉛鋳および黄鉄鋳より成る鋳石露頭が発見されたCunsha Punta峠南側の鋳化帯では、中程度のFE異常 ( $FE=2\sim4\%$ ) を観測したが、AR値は $200\sim300\Omega m$ であった。本区域の鋳化帯は硫化鋳物の含有が少ないのかあるいは小規模である可能性も考えられる。
- (5) Cunsha Punta峠付近からその北側斜面にかけて、広範囲に低比抵抗帯 ( $AR=1\sim10\Omega m$ ) を観測した。本区域は地表部が崖錐堆積物に覆れ、Santa層の位置もその鋳化の状況も明らかでないので、低比抵抗の原因を解明する必要があるだろう。
- (6) CanaypataよりQuellaycocha湖に至るIsca Cruz北部区域は、低FE ( $FE=1\sim2\%$ )、高比抵抗 ( $AR=150\sim500\Omega m$ ) であり、大規模な硫化鋳体の賦存は考え難い。このことはDDH-1およびDDH-2により実証された。
- (7) EM法による探査がLimpe峠およびTinyag湖北方のスカルン露頭付近の2測線で試みられ、各々Santa層相当部に顕著な良導体を検出した。EM法は、本地区のように電気的ノイズが少く、地表部が新期堆積物に覆われている地域では有効であることが証明された。

#### 4-3 ボーリング工事結果

2個所で3本のボーリングが実施され、3本ともSanta層中に顕著な鋳石部を捕捉した。

- (1) Isca Cruz鋳化帯の最北部、Isca Cruz峠付近で実施されたDDH-1およびDDH-2では、地表部の黒色ゴッサンの下部はマンガン成分の多い菱鉄鋳であること、菱鉄鋳層は微粒の方鉛鋳・閃亜鉛鋳を鋳染していることが確認された。菱鉄鋳層中の鉛・亜鉛鋳染鋳床は、頁岩および泥灰岩を挟んで数層より成り、その規模は各々延長10m程度であり、品位はPb1%以下、Zn4%台である。4mの中石を挟んで延長30mにおよぶ場合もある。
- (2) Isca Cruz鋳化帯の中央部、Limpe峠の北側で実施されたDDH-3では、新期堆積物に覆われた地表下約80mで、高品位の鉛・亜鉛を濃集する塊状硫化鋳床の賦存が確認された。塊状硫化鋳床は主に黄鉄鋳と磁硫鉄鋳より成り、方鉛鋳と閃亜鉛鋳を濃集している。鋳石部の延長は14.3mで、その間の平均品位はAg48g/t, Pb2.76%, Zn7.24%であり、このうち高品位部の4m間をとれば、Ag89g/t, Pb6.74%, Zn14.17%に達している。

## 第5章 結論および将来への展望

### 5-1 結論

#### 1) Iscay Cruz 地区

第1年次の地質調査により、有望な鉛・亜鉛鉱化示徴を示す地区として、Iscay Cruz 地区が選定された。

本年度本地区に対して、地質精査、物理探査、ボーリングによる探鉱を実施した結果、本地区に鉛・亜鉛塊状鉱床が胚胎する可能性が益々濃厚となった。

鉱床は、Santa 層中に胚胎し、酸性火成岩の活動に関連して生成した石灰質岩中の交代鉱床であると推察される。中央部に銅・亜鉛を伴うスカルン鉱床、その外側に鉛・亜鉛を伴う塊状硫化鉱床、最外郭にマンガン成分に富む菱鉄層中の鉛・亜鉛鉱染鉱床が発達している。強い鉱化示徴はNNW-SSE方向に伸びるSanta層中に断続的に胚胎しており、鉱化帯の全延長は12kmにおよんでいる。

鉱床を胚胎する地質構造はHuanzala鉱山に類似し、硫化鉱床の鉱質はHuanzala鉱山やCerro de Pasco鉱山の鉱質に類似している。

菱鉄層中の鉱床は低品位であり、当面開発の対象とは考え難いので、今後の調査方針として、スカルン鉱床および塊状硫化鉱床の探査に重点を置くべきであろう。

#### 2) B 地区

B地区は衝上断層帯の西側に隣接位置している。本地区は火成活動が活発で、多くの貫入岩体が白亜紀堆積岩中に貫入している。今年度実施された地質概査により、貫入岩体の周辺にはスカルンや鉱脈が形成されており、数個所で銀・銅・鉛・亜鉛の鉱化示徴の存在が確認された。本鉱化帯はB地区からその北方にかけ延長約20km、巾約5kmの規模を有している。

### 5-2 将来への展望

#### 1) Iscay Cruz 地区

有望な鉱化示徴地およびIP異常帯を中心に、地質構造と鉱化作用との関連を解明し、鉱体の胚胎を確認するため、ボーリングによる探鉱を拡大強化することが望ましい。ボーリング工事と平行して、さらに詳細な地質精査を実施し、一部区域には物理探査を継続することが望ましい。

今後調査・探鉱活動を強化すべき区域としては、次の3区域があげられる。

- (1) Limpe 区域：今年度Limpe峠の北側で実施されたDDH-3により、鉛・亜鉛高品位の塊状硫化鉱体が捕捉された。この区域は峠付近を中心に、物理探査でも強いFE異常を観測している。上記鉱体の拡がりや連続性を確認するため、ボーリング

による探鉱を継続することが望ましい。

(2) Cunsha Punta 区域：Cunsha Punta 峠の南側には閃亜鉛鉱を濃集する黄鉄鉱ゴッサンがあり、峠の北方には閃亜鉛鉱を鉱染するスカルン露頭がある。この両区域に対してボーリングによる探鉱を実施する必要がある。峠付近とその北側斜面は、地表部が新期堆積物に覆われているため、Santa 層の位置もその鉱化の状況も明らかでない。本区域は東側に酸性貫入岩あり西側には Chupa 鉱床あり、鉱化作用の最強部に位置している。従って、この区域にはまず EM 法による物理探査とトレンチによる調査を実施することが望ましい。

(3) Antapampa 区域：Iscaj Cruz 鉱化帯の最南部に位置する本区域は、地表部は黒色ゴッサンと石灰岩であるが、今年度物理探査により IP 異常帯が地表下に伏在することが推察された。本区域の地表下の状況をさらに詳細に解明するため、クロス測線による IP 探査の継続が望ましい。又、IP 異常の実体確認のため、ボーリングを実施することが望ましい。Antapampa 区域に鉱床の賦存が確認された場合は、Huancahuasi を経由する南側からの新アクセント・ルート開発を考慮すべきであろう。

なお、これら 3 区域については、ボーリングにより得られたデータと地表部の地質データを対比し、適確な鉱況評価と次段階の探鉱に役立たせるため、詳細な地質マッピングを実施することが望ましい。又、規則的なサンプリングを実施し、鉱物学的研究を強化することが望ましい。

## 2) B 地区

鉱化示徴の実体およびこれと地質構造ならびに火成活動との関係を解明するため、Cochaquillo および Chagapata 区域に対して地質精査を実施することが望ましい。

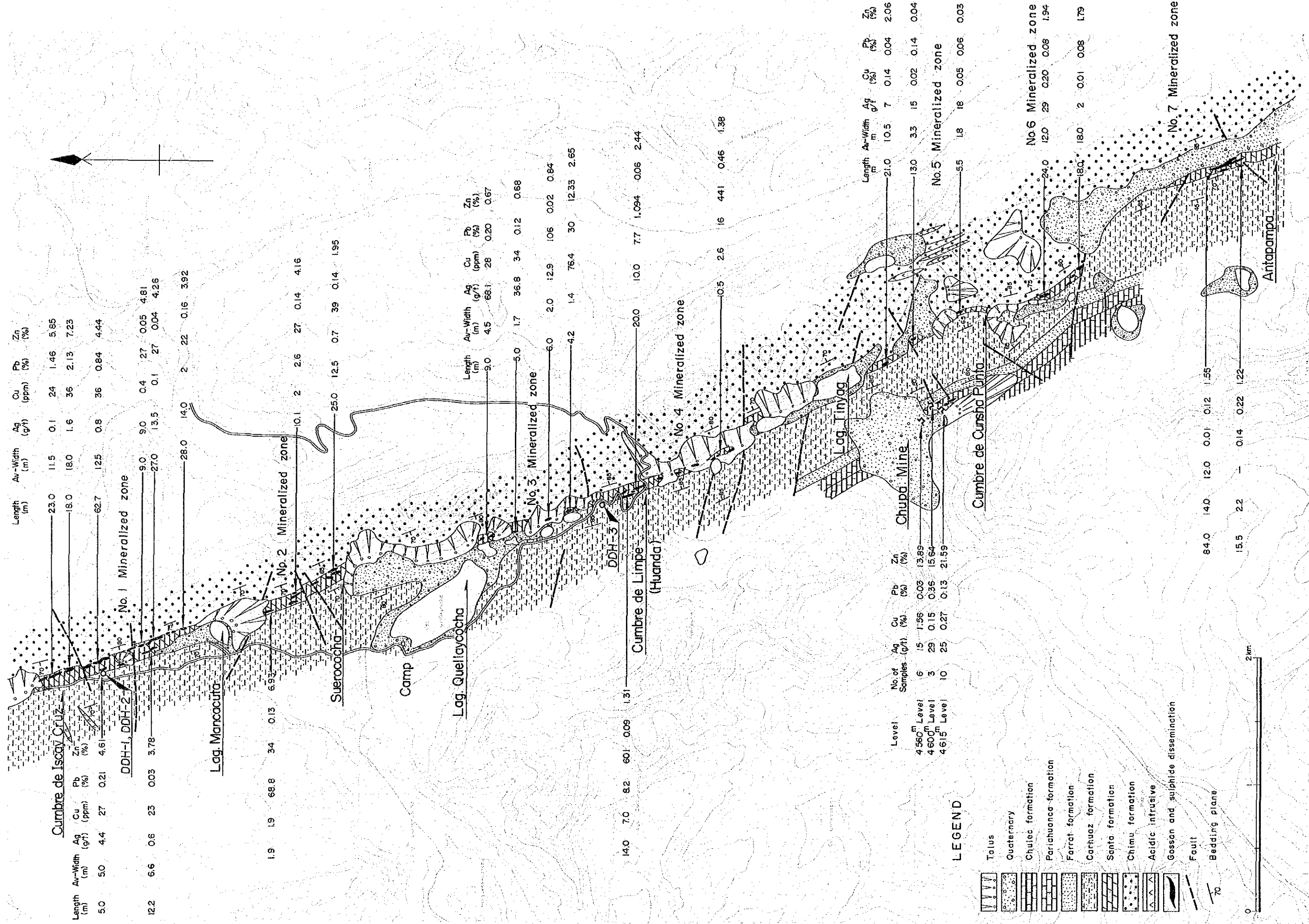


Fig. I-6. Mineralized Zone of the Iscay Cruz Area

# 各 論

## 第I部 地 質 調 查





# 第 I 部 地 質 調 査

第 1 章 調査の概要 .....	I - 6
1 - 1 調査の目的 .....	I - 6
1 - 2 調査の範囲および期間 .....	I - 6
1 - 3 調査方法 .....	I - 7
1 - 4 解析方法 .....	I - 7
第 2 章 地 質 .....	I - 9
2 - 1 地質概要 .....	I - 9
2 - 2 堆積岩類 .....	I - 11
2 - 3 Calipuy 火山岩類 .....	I - 14
2 - 4 貫入岩類 .....	I - 15
2 - 5 地質構造 .....	I - 18
第 3 章 鉍 床 .....	I - 20
3 - 1 鉍床概要 .....	I - 20
3 - 2 Iscay Cruz 鉍化帯 .....	I - 21
3 - 3 B 地区の鉍化帯 .....	I - 27
3 - 4 A 地区の鉍徴 .....	I - 29
第 4 章 地化学探査 .....	I - 30
4 - 1 目的および方法 .....	I - 30
4 - 2 データの統計処理 .....	I - 30
4 - 3 結果の検討 .....	I - 31
第 5 章 Iscay Cruz 鉍化帯の総合的検討 .....	I - 35
5 - 1 地質構造と鉍化作用との関係 .....	I - 35
5 - 2 火成活動と鉍化作用との関係 .....	I - 35
5 - 3 母岩の変質 .....	I - 35
5 - 4 鉍石鉍物と脈石鉍物の累帯分布 .....	I - 36
5 - 5 鉍床成因の考察 .....	I - 36
参 考 文 献 .....	I - 37

## LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. I-1 Relation between geological structure and mineralization in the Oyon area
- I-2 Geological profile of the surveyed area
- I-3 Geological column and igneous activity in the surveyed area
- I-4 Geological columns of the Santa formation in the Iscay Cruz area
- I-5 Triangular diagram of quartz, K-feldspar and plagioclase for normative composition of igneous rocks
- I-6 Mineralized zone of the Iscay Cruz area
- I-7 Geological survey map of the Chupa mine
- (1) 4,615 m Level
  - (2) 4,560 m Level
  - (3) Section, WSW - ENE
- I-8 Value dispersion of geochemical samples in the surveyed area
- I-9 Histogram and cumulative frequency curve for Cu, Pb and Zn contents of geochemical samples
- (1) Rock samples
  - (2) Gossan samples
  - (3) Samples of stream sediments
- I-10 Location map and assay results of stream sediments

## LIST OF TABLES

Table I-1	Assay values and normative composition of igneous rocks
I-2	Isotopic age of igneous rocks
I-3	List of mineralized zones in the surveyed area
I-4	Summary of X-ray diffraction test
I-5	Assay results of rock-forming elements
I-6	Results of statistical analysis on the geochemical samples

## LIST OF APPENDICES

- A. I-1 List of geochemical samples
- A. I-2 Microscopic observation of the thin section
- A. I-3 Microscopic observation of the polished section
- A. I-4 Photomicrographs of rock and ore samples
  - 4-1 Thin section
  - 4-2 Polished section
  - 4-3 EPMA analysis
- A. I-5 Charts of X-ray diffraction test
- A. I-6 Assay results of ore samples
  - (1) Ore samples
  - (2) Composite samples
- A. I-7 Assay results of geochemical samples
  - (1) Rock samples
  - (2) Gossans
  - (3) Stream sediments

LIST OF PLATES

- PL. I-1 Geological map of the surveyed area, scale 1/50,000
- 1-1 Northern part
  - 1-2 Southern part
- PL. I-2 Geological profile of the surveyed area, scale 1/50,000
- PL. I-3 Geological map of the detailed survey area, scale 1/10,000
- 3-1 Northern part
  - 3-2 Central part
  - 3-3 Southern part
- PL. I-4 Geological profile of the detailed survey area, scale 1/10,000
- PL. I-5 Geological sketch and geochemical assay map of the Iscay Cruz area, scale 1/2,000
- 5-1 Northern part (Cumbre de Iscay Cruz - Lag. Mancacuta)
  - 5-2 Northern part (Lag. Mancacuta - Suerococha - Lag. Quellaycocha)
  - 5-3 Central part (Lag. Quellaycocha - Cumbre de Limpe - Lags. Tinyag)
  - 5-4 Southern part (Lags. Tinyag - Cumbre de Cunsha Punta)
  - 5-5 Southern part (Cumbre de Cunsha Punta - Chinchaycocha -  
Antapampa)
- PL. I-6 Location map for samples in the surveyed area, scale 1/50,000
- 6-1 Northern part
  - 6-2 Southern part

## 第1章 調査の概要

### 1-1 調査の目的

調査の対象であるオヨン (Oyon) 地域内には、本格的に開発された鉱山はないが、Isca Cruz (イスカイ・クルス) などの鉛・亜鉛鉱化帯が存在する。隣接地域には、Raura (ラウラ), Uchucchacua (ウチュクチャクワ), Chanca (チャンカ) などの諸鉱山が稼働している。

本年度は、A地区およびB地区において鉱物資源賦存の可能性を調査し、Isca Cruz地区についてはさらに詳細な調査を実施することにより鉱化帯の特徴を明らかにし、次段階の探査活動に有益な指針を得ることを調査の目的とした。

### 1-2 調査の範囲および期間

#### 1) 調査位置および調査範囲

調査対象のオヨン地域は、首都Lima(リマ)の北方約100km, Rio Huaura (ウァウラ川)の上流に位置し、大陸分水嶺を包含する。

地質概査の対象となったA地区およびB地区は、ともにアンデス山脈の脊梁部を構成し、その面積は各々71km<sup>2</sup>および89km<sup>2</sup>である。A地区はアマゾン川の支流であるRio Huallaga (ワジャアガ川)およびRio Mantaro (マンタロ川)の源頭部に位置し、B地区はRio Huauraの支流であるRio Checras (チエクラス川)の源頭部に位置する。

A地区に入るには、Oyonの南東約12kmのPucayacu(プカヤク)より、標高4,900mの積雪で覆われた峠越えのキャラバンを要する。B地区に入るには、Churinの南東約20kmのHuantahuasi(ワンカワシ)より、溪流に沿うキャラバンが必要である。

地質精査の対象となったIsca Cruz地区は、Oyonの南南東約12kmに位置し、南北約14km, 東西約3km, 面積40km<sup>2</sup>の細長い区域である。本年度、Oyonの南東約7kmのPampahuay(パンパワイ)より標高5,000mの峠を越え現地に達する運搬道路が建設され、入山は便利となった。

#### 2) 調査期間

調査期間は次のとおりであり、現地調査87日間、解析作業130日間である。

現地調査 1980年 7月9日~1980年10月 3日

解析作業 1980年10月4日~1981年 2月10日

### 1-3 調査方法

Limaにおいて、日本人技師3名、ペルー人技師3名より成る調査団が編成され、Churinに現場事務所、Oyonにベース・キャンプが設置された。Churinにおいて3班の調査班が編成され、調査を分担した。各班は、日本人およびペルー人各1名、調査人夫2~4名、馬方1名より構成された。

Iscay Cruz, AおよびB各地区ともアンデス山脈の中心部に位置し、急峻な山岳より成り、最も低い野営地でも標高4,600mである。この高度になると、常に高山病の危険にさらされ、頭痛・倦怠感・食欲不振・睡眠不足に悩まされる。このため、健康維持と高地順応に最善の配慮と準備期間が必要である。高地対策用酸素ポンベは必需品である。

3地区とも、集落から隔離された奥地にあり、わずかに馬道を通ずるのみで、ほとんどの区域が人跡未踏である。調査地に入るには長距離のキャラバンが必要であり、調査はすべて移動キャンプ方式により実施された。キャンプの移動、資材の運搬、調査活動などには多数の馬匹が使用された。馬匹の活用がなければ調査活動は困難であった。

概査用として縮尺1/25,000の地形図が、精査用として縮尺1/5,000の地形図が使用された。Iscay Cruz地域の鉱徴とその周辺については、ポケット・コンパスを使用し、縮尺1/2,000の測量・調査が実施され、必要個所に合計200mのトレンチが行われた。

地質調査では、地表の主要露頭を踏査し、各露頭の岩相や構造、各地層の分布状況や相互関係などが調査され、地層間の対比と地質構造の解析が行われた。地化学探査試料の採取は地質調査と平行して同時に行われた。原則として、岩質ごとおよび層準ごとに岩塊が採取され、河床堆積物試料が可能なかぎり採取された。これらの試料は現地にて調整され分析に供されたほか、主要試料については、顕微鏡などによる各種試験が行われた。

Iscay Cruz地域のゴッサン(gossan)および鉱石露頭については、分析試料を得るため、巾10cm、採取長2~4mのチャンネル・サンプリングが行われ、同時に、各種試験に供するため、鉱石塊も採取された。

### 1-4 解析方法

現地調査に引続き、採取された各種の試料および地質などの資料について、分析と解析作業が行われた。分析・解析作業は、一部が現地で行われたほか、大部分は日本において行われた。

実施された分析・解析作業の主要なものおよびその個数は次のとおりである。

- |                           |     |
|---------------------------|-----|
| (1) 岩石薄片顕微鏡観察             | 21個 |
| (2) 鉱石研磨片顕微鏡観察            | 11個 |
| (3) 鉱石の分析(Ag, Cu, Pb, Zn) | 36個 |



(4) X線回析		30個
(5) X線マイクロアナリシス		5個
(6) 岩石生成年代測定		4個
(7) 岩石完全分析		4個
(8) 地化学探査試料(岩石)の分析	(Cu, Pb, Zn)	30個
"	(鉍微部)の分析 (Cu, Pb, Zn, Ag)	78個
"	(河床堆積物)の分析 (Cu, Pb, Zn)	20個
地化学探査試料の分析		合計128個
(9) 岩石構成成分分析 (Ca, Mg, Mn, Fe, Ba, Sr, Co, Si)		10個

## 第 2 章 地 質

### 2-1 地質概要

#### 2-1-1 オヨン地域の地質概要

オヨン地域は、層序の上では、Cobbing (1973) による白亜紀堆積盆地帯 (la zona de la cuenca cretacea) 内に在り、地質構造上、Wilson (1967) による褶曲-衝上断層帯 (la zona de plieques y sobreescurrecimientos) に位置している。

本地域には白亜紀の堆積岩類が広く厚く分布している。下部と上部とでは著しく岩相を異にし、下部は主に珪質砂岩、頁岩などより成る碎屑岩類、上部は泥灰岩と頁岩を伴う石灰岩類、最上部が赤色層となる。このことは白亜紀の堆積盆の進化を表わしており、大陸性から海洋性さらに大陸性への堆積環境の輪廻に対応している。

本報告書では、白亜系の層序区分および各累層の名称は、Cobbing および Wilson に従った。下部の碎屑岩類は、下位より Oyon (オヨン)、Chimu (チムー)、Santa (サンタ)、Carhuaz (カルワス) および Farrat (ファラット) の各累層に区分される。上部の石灰岩類は、下位より、Pariahuanca (パリアワンカ)、Chulec (チュレック)、Pariatambo (パリアタンボ)、Jumasha (フマーシャ)、Celendin (セレンディン) および Casapalca (カサパルカ) 赤色層の各累層に区分される。

これらの白亜紀堆積岩類は、第 3 紀の Calipuy (カリプイ) 火山岩類に不整合に覆れ、さらに第三紀以後のトータル岩、石英安山岩、花崗斑岩などに貫入されている (Fig. 1-1 参照)。

白亜紀堆積岩類は、アンデス造山運動に伴う激しい構造運動を蒙り、NNW-SSE 方向を軸とする複合褶曲構造を造っている。通常、2~3 Km の周期で、時に数 10 m の周期で、背斜および向斜を繰返しており、同一の地層が何回も地表に露出する。軸部の構造は通常鋭角であり、上位の地層が下位の地層中に折り畳まれ、下位の地層が上位の地層中にプラグ状に挟み込まれている場合が多い。造山運動の中軸部では、褶曲軸に平行する衝上断層が発達する。約 2 Km の間隔で平行に発達する主断層 2 本の垂直方向合計転移量は 1,500 m に達し、西側のブロックが東側のブロックに伸上げ、この部分が大陸分水嶺を構成している。衝上断層の東側区域では、同系統の断層が 1~2 Km 間隔で発達し、覆瓦構造を造っている (Fig. 1-2 参照)。

#### 2-1-2 A 地区および B 地区の地質概要

##### 1) A 地区

A 地区は、本地域の大陸分水嶺を造る Cordillera Rumi Cruz (ルミ・クルス山系) とその東側の山岳地帯に位置し、主に Jumasha 層および Celendin 層が分布する。Rumi Cruz 山系の両側には衝上断層が走り、本地域の地質構造を東西に分けている。本地区は大

背斜構造の西翼に当り、上記両累層は西へ傾斜するが、衝上断層と同系統のNNW - SSE系断層が規則的に発達し、両累層は覆瓦構造を造っている。

## 2) B地区

B地区は、Rumi Cruz山系および上記衝上断層の南延長部を構成するCordillera Callejon(カジェホン山系)の西側に隣接する。Oyon層からJumasha層までの白亜紀堆積岩類が複合褶曲構造を造って分布し、Calipuy火山岩類がこれらの各累層を不整合に覆っている。本地区の東半部は、衝上断層に沿って断層・裂か群が複雑に発達している。又岩株および岩脈が多数貫入し、これらの貫入岩の一部は鉍化作用を伴っている。

### 2-1-3 オヨン地域の地史概要

オヨン地域は、中部アンデス山系を構成する西側の主列である西部山脈(Cordillera Occidental)の中軸部に位置し、主として激しく褶曲した白亜紀の堆積岩類が分布する。本地区の東側には、主に古生代の堆積岩類および先カンブリア紀の変成岩類より成る東部山脈が走っている。本地区の西側には、第三紀の火山岩類が連続分布し、これにアンデス・バソリスが巨大な面積を占めて貫入している(Fig. 4参照)。

オヨン地域の地質活動が本活化したのは、白亜紀に入ってからである。白亜紀に、南アメリカ大陸を縁取って堆積した古生界や三畳系およびジュラ系の西縁に、外洋から隔離した細長い船底状盆地が発達した。ここに多様な岩相を持つ堆積岩が集積した。白亜紀初期には東側の陸地より大量の砕屑物が運ばれ、石炭を挟在する砕屑岩類が堆積した。白亜紀中期には海進が進み石灰岩の厚層が形成された。白亜紀後期には海退に伴う陸化が進み、赤色層が堆積した。

白亜紀末になると、この堆積盆地の西縁に火山活動が始り、その活動は第三紀に頂点に達した。長大な火山弧が形成され、大量の安山岩質溶岩と火山灰流が噴出し、その下部に大量の深成岩体が貫入した。第三紀火山岩類の分布は、延長2,000 Kmにわたって、ペルー国土を南北に縦断している。その西側に、太平洋岩に沿って分布する巨大なアンデス・バソリスは、以後の侵食によって火山の土台が露出したもので、かつて西部山脈の脊柱を造っていたと考えられる。

地表で火山活動を起すマグマが、地表下に侵入すれば深成岩体を造る。第三紀の激しい火山活動は、アンデス造山帯の特徴であり、大量の溶岩の噴出と深成岩体の貫入をもたらした。その結果、地殻が著しく膨脹し、強大な圧縮力と上昇力を生じた。これが東方へ伝わり、東部山脈や西部山脈の厚い堆積岩地帯に、著しい褶曲と隆起を引起す原動力となったと考えられる。プレート・テクトニクスの解釈によれば、マグマはサブダクションするプレートの部分融解によって継続的に供給されたと考えられる。

## 2-2 堆積岩類

オヨン地域の過半を構成する白亜系については、第1年次報告書で詳述したので、本報告書ではその概要を述べるにとどめ、Celendin層およびCasapalca層についてのみ詳述する(Fig. 1-3 参照)。

### 2-2-1 下部砕屑岩類

#### 1) Oyon層

本地域の最下位を構成するのが白亜系最下位のOyon層である。Oyon層は、背斜構造の軸部に沿い、Chimu層の下位に、NNW-SS E方向に細長く露出する。本層は主として暗灰色の砂岩・頁岩互層より成り、上部に石炭層を挟んでいる。本層はジュラ紀のPucara(プカラ)層群を不整合に覆っていると推定されるが、露出がないため下部の状況は明らかでない。本層の砂岩・頁岩は細粒で淘汰が悪いこと、石炭を挟むことなどよりみて、本層は湖沼の堆積と推定される。

#### 2) Chimu層

Chimu層は、上位のCarhuaz層およびJumasha層とならんで、本地域に最も広く分布する。NNW-SS E方向に延びる背斜軸に沿い、帯状あるいは紡錘状に細長く分布する。本層は、主として、白色～淡灰色、細粒～中粒の珩質砂岩ないし珩岩より成り、細粒砂岩や頁岩の薄層を挟む。層厚は600～700mである。

本層はその硬質・塊状の岩質のため、常にデコボコの多い荒々しい山塊を形成し、地形上他累層とは識別される。

本層中には植物化石の破片が見出されるのみであり、本層の砂岩中には斜層理(Cross bedding)やリップルマーク(ripple mark)が認められる。本層はその岩質、堆積構造、植物化石などからみて、デルタあるいは氾濫原の堆積物と推定される。

#### 3) Santa層

Santa層は、Chimu層の上位に細長く帯状に分布する。本層は主に細かに成層した青灰色の石灰岩より成り、泥灰岩、頁岩、砂質石灰岩を伴っている。しばしばチャートのノジュールを含み、ドロストーンや石膏を伴うこともある(Fig. 1-4 参照)。

本層の層厚は100～150m程度であり、通常Chimu層の珩岩が造る岩壁に接して急崖をなすが、上位のCarhuaz層中にプラグ状に挟み込まれた分布を示すこともある。本層は深海性の生物化石を欠き、貝殻の破片を多量に含むことから、海浜の堆積と推定される。

#### 4) Carhuaz層

Carhuaz層は、Chimu層とJumasha層が造る山塊および山嶺の鞍部に沿って広く分布する。本層の主体は砂岩・頁岩互層であり、石灰岩の薄層を数枚挟んでいる。本層の中部

および最上部には赤紫色の頁岩が発達しており、野外調査の際の鍵層として有効である。本層は軟弱で変形し易い岩質を有するため、その層厚は、褶曲構造上の位置により著しく変動するが、通常500~800mである。本層の堆積環境は、植物化石を含み炭質部を挟在することから、海辺の流れのある湖沼であったと推定される。

#### 5) Farrat層

Farrat層は、下位のCarhuaz層赤紫色頁岩と上位のPariahuanca層塊状石灰岩とに挟まれて細長く帯状に分布する。本層は下位の優白色細粒珪質砂岩と上位の淡灰色中粒石灰質砂岩より成り、斜層理の発達が著しく、デルタあるいは氾濫原の堆積物と推定される。層厚は100~120mである。

#### 2-2-2 上部石灰岩類

#### 1) Pariahuanca層

Pariahuanca層は、暗灰色の塊状石灰岩より成り、下位のFarrat層に接してJumasha層が造る山嶺を取り巻く形で細長く分布する。本層は地形上の小突起部を造り、これが帯状によく連続するので、航空写真解析の際の有効な鍵層となる。本層は層厚100~200mであるが、東方へ薄くなり大陸分水嶺の東側で消滅している。本層は遠洋性の化石を産出せず、含まれる化石がほとんど破片化していることから、沿海に堆積したものと推定され、Albian(オーブ)階の大規模な海進の始まりを示している。

#### 2) Chulec層

Chulec層は、上位のPariatambo層とともに、Jumasha層が造る山嶺を取り巻いて分布し、地形上Jumasha層とPariahuanca層の間の窪地を造っている。本層は淡褐色~淡灰色の泥灰岩を主とし、その層厚は約200mである。本層の化石動物群は、下部は海浜相ないし浅海層を、上部はやや深い相を示しており、この時期に西方からの海進が進み、この方向に海が深くなったことを示している。

#### 3) Pariatambo層

Pariatambo層は、山嶺を造るJumasha層に接して、これを取り囲んで分布する。本層は石灰岩、泥灰岩および頁岩の薄層互層より成り、これらはいずれも炭質物を含み、暗灰色~黒色を呈する。通常、厚さ数cmの石灰岩と数mの泥灰岩あるいは頁岩が互層し、層理に直交する割目が発達し、レンガ状構造を呈している。向斜軸の付近では層内褶曲を繰返している。層厚は約150mである。本層の岩質および化石動物群よりみて、当時の海は東方へ浅くなっており、本層は嫌気性環境下に堆積したものと推定される。

#### 4) Jumasha層

Jumasha層は、NNW-SSE方向に延びる向斜軸に沿って分布し、明灰色に輝く急峻

な山嶺を造っている。本層が造る山嶺は、Chimu層が造るゴツゴツした山塊とは対象的な姿を呈し、本地域の景観を変化に富むものとしている。

本層は暗灰色の塊状石灰岩の連続帯であるが、下底より150m付近に層厚数十mの泥灰岩を挟在している。Jumasha層は、衝上断層の東側に、大陸分水嶺を構成し広く分布する。

A地区調査結果によれば、上位のCelendin層と下位のPariatambo層との関係より、その層厚は少くとも1400mと推定される。本層の堆積環境は、岩質および化石動物群よりみて、弱い潮流のある沖合であったと推定される。

### 2-2-3 Celendin層

- (1) 分布：衝上断層を境に、分水嶺の東側に分布する。本オヨン地域に限って云えば、本層の分布はA地区に限られ、B地区およびC地区では、本層は完全に剥離され、その分布はみられない。
- (2) 構成および岩質：本層は淡黄色～淡褐色の泥灰岩を主体とし、石灰岩の薄層およびパッチを挟んでいる。  
本層は風化作用に弱く、地表で容易に軟弱化し、侵食され易い性質を有する。このため、断層による陥没部や盆地構造部に、Jumasha層に付着した形で、Jumasha層に取り囲まれて分布する。衝上断層の近辺では、断層に平行する破断面が密に発達し、層理が不明瞭となっている。
- (3) 層厚：本層の層厚は、地域によりかなり変動するが、A地区では200m程度である。
- (4) 対比：Celendin層の標式地は、ペルー北部のCelendinである。本層は下位のJumasha層とは整合関係で累重し、上位を大陸性堆積環境を示すCasapalca赤色層に被覆される。本層はConiacian(コニャック)階～Santonian(サントク)階に対比され、産出する化石動物群は浅海性環境を示している。本層はPariahuanca層より連続する石灰岩帯の最上部を占め、西部アンデス一帯の海成堆積作用が終結に向う時期を代表している。本層の岩相・層厚は地域によりかなり変化し、極端な場合その発達を欠く。

### 2-2-4 Casapalca層

- (1) 分布：Casapalca層の分布は、下位のCelendin層同様、分水嶺の東側に限られている。オヨン地域では、A地区の南端部に小規模な露出がみられるが、A地区の北東方およびB地区の東方にはかなり広い分布がある。本層は、風化・侵食に対する抵抗力弱く、地塊の上昇部では完全に剥離され、地塊の陥没部に残留しており、通常、Celendin層とともに、山間の盆地および平原を造っている。
- (2) 構成および岩質：Casapalca層は、通常、礫岩、砂岩、頁岩および石灰岩より成る赤色

層を特徴とするが、A地区南端からB地区の東方にかけての本層は、石灰岩ないし泥灰岩が卓越しており、赤色頁岩・砂岩の割合は40%以下である。

- (3) 層厚：本地区におけるCasapalca層は、地質構造の解析より、層厚1,000 m以上に達すると推定される。
- (4) 対比：Casapalca層の名称は、Rimac(リマック)谷の赤色層に対して、McLaughlin(1924)が与えたものである。

分水嶺東側の赤色層は、Pocabamba層と呼ばれているが、これらはほぼ同時代のものである。Casapalca層に相当する赤色層は、西部アンデス全域に広く分布するが、その岩相・層厚は各地域により著しく差異がある。本層は海成の環境が終結し、陸成の環境が始ったことを示しており、それに伴って堆積盆地が各地に分断され局地的化したことを示している。

Casapalca層は、時代同定可能な化石を欠くが、第三紀のCalipuy火山岩類に不整合に被覆されている。

Wilson(1963)によれば、本層の一部はCelendin層とinterfinger(インターフィンガー)している。又、Harrison(1960)によれば、本層は直接Jumasha層を不整合に覆う個所がある。これらの事実より、Casapalca層は、下位のCelendin層とは整合的關係、あるいは局地的に軽度の不整合關係を有し、Santonian階以後の白亜紀末期を代表すると推定される。

### 2-3 Calipuy火山岩類

- (1) 分布：Calipuy火山岩類は、白亜紀堆積岩類を覆って、西部アンデスの太平洋側に沿い、広大な地域を占め分布している。オヨン地域における本岩類の分布は、C地区の西端部およびB地区の北東部に限られている。下位の堆積岩類との關係は、C地区が主に断層關係、B地区が主に不整合關係である。
- (2) 構成および岩質：主として、安山岩質、石英安山岩質、流紋岩質の溶岩および火成碎屑岩より成る。本火山岩類の岩相は、水平的にも垂直的にも変化に富み一様でないのが特徴である。最も多く分布するのが安山岩質ないし石英安山岩質の凝灰岩と安山岩質溶岩である。安山岩質凝灰岩は、赤褐色ないし淡緑色を呈する。また、斜長石、角閃石および少量の黒雲母の斑晶が認められる。基質は、通常、微粒～細粒で、葉状構造あるいは弱い溶結構造が発達することがある。本岩は同質の角礫を多量に含むことがあり、凝灰角礫岩へ移行する。
- 安山岩質溶岩は、通常、暗緑色、暗灰色、暗褐色を呈し、斜長石および角閃石の斑晶を有する。全般的に緑泥石化作用を受け、部分的に珪化、緑れん石化などの変質

作用を受けている。流紋岩は、白色～淡灰色で、石英および黒雲母の斑晶を有する。流紋岩質凝灰岩は、白色～淡灰色を呈し、中粒～細粒であり、通常、同質および異質の垂角礫を含有する。本火山岩類の基底部には礫岩の発達が見られる。礫種はチャート、珪化頁岩、石灰岩などがあり、地区により差異が大きい。

(3) 構造および層厚：本火山岩類は緩やかな褶曲構造を呈し、激しく褶曲した白亜紀堆積岩類と対比的である。全体的に西方へ傾斜しているように見られるが、傾斜は水平に近い。下位の白亜紀堆積岩類との関係は、堆積岩類の侵蝕地形に規制され、アバット関係である。本火山岩類の層厚は、B地区では900m以上で上部が剥離されているが、C地区西端部では見掛上の層厚がおよそ3,000mに達する。

(4) 対比：本火山岩類は、本地区西方の大平洋沿岸部で、白亜紀中期～後期のCasma（カスマ）層を不整合に覆い、アンデス・パソリスに貫入されている。また、本火山岩類は東方の分水嶺の東側で、第三紀前期のCasapalca層を不整合に覆っている。アンデス・パソリスのK-Ar法による生成年代は、Lima北部においては、60～90百万年であり、これは白亜紀末期に相当する（Cobbing, 1973）。アンデス・パソリスは複合岩体であり、ペルー全域での生成年代の範囲は26～102百万年にわたっている（Stewart & Snelling, 1971）。パソリスの活動が同時代の火山岩類の深成相に相当するものとすれば（Hamilton, 1969）、本火山岩類は白亜紀後期ないし第三紀前期に対比され、火山活動が最も激化したのは第三紀前期であったと推定される。

第1年次、本火山岩類中の安山岩溶岩について、K-Ar法による岩石生成年代を測定したが、その結果は17.9±0.9百万年であった。これは第三紀中新世に相当する若い年代である。恐らくCalipuy火山岩類として一括されたものの中には、古いものから新しいものまで、長期間にわたる火山活動の産物が含まれているのであろう。

## 2-4 貫入岩類

オヨン地域の貫入岩としては、トータル岩ないし花崗閃緑岩、石英斑岩ないし流紋岩、石英安山岩、玢岩などが主要なものである。本報告書では、B地区およびIsca Cruz地区の貫入岩について詳述する。

### 2-4-1 B地区Cochaquilloの閃緑岩

(1) 形態および規模：Cochaquilloの東方約2kmに、Carhuaz層およびCalipuy火山岩類中に貫入している。規模は0.5km×1kmで、形態は岩株状である。



- (2) 岩質：中粒～細粒で、閃緑岩質から花崗閃緑岩質まで岩相変化する。全体的に変質作用を受け淡灰色化し黄鉄鉱を鉱染する。鏡下の観察によれば(NO-373), 斜長石と角閃石が主で、少量の石英と正長石を伴い、斑状組織を呈する。角閃石はほとんど緑泥石に、斜長石の一部は絹雲母に交代されている。一部に緑れん石が認められる。本貫入岩体はCochaquillo鉱床の成因に関連を有するのではないかと類推される。
- (3) 全岩分析結果：全岩分析値(NO-373)より計算したノルム値を、石英-カリ長石-斜長石三角図表にプロットするとFig. I-5のようになる。本岩の珪長質(salic)ノルム鉱石の含有比は、Batemanほか(1975)の分類による花崗閃緑岩と閃緑岩の境界付近にプロットされる。
- (4) 生成年代測定結果：K-Ar法による本岩の生成年代は $11.1 \pm 0.6$ 百万年で、これは第三紀鮮新世に相当し、Churin北東のトータル岩の年代と略一致する。本岩は全体的に変質作用を受け、苦鉄鉱物は緑泥石に交代されているため、測定は全岩でなされた。

#### 2-4-2 B地区Chagapataの花崗閃緑岩

- (1) 形態および規模：Chimu層中に岩株状をなす。  
規模は $0.5 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ である。
- (2) 岩質：中粒で黒雲母と角閃石の斑晶を有する。鏡下で(NO-350), 斜長石, 石英, 正長石, 黒雲母, 角閃石を主とし、完晶質で斑状組織を呈する。正長石は斜長石結晶を包有し、角閃石は緑泥石に交代されている。本岩周辺部のSanta層石灰岩はスケルトンと化している。
- (3) 全岩分析結果：全岩分析より求めた本岩(NO-350)のノルム値は、花崗閃緑岩と石英モンゾニ岩の境界部にプロットされる。A地区のトータル岩とは直線上にあり、本岩はトータル岩と同一メンバーに属するものと類推される。
- (4) 生成年代測定結果：分離した黒雲母を使用してのK-Ar法による本岩の生成年代は $9.0 \pm 0.5$ 百万年であった。これはCochaquilloの閃緑岩よりさらに新しい年代の火成活動を示している。アンデス・バソリスの火成活動は東へ向けて移動し、東方位その生成年代は新しくなると云われている。本岩の生成年代測定結果は、アンデス西部山脈における最も新しい火成活動を示しており、火成活動の東方への移動の傾向と合致している。

#### 2-4-3 B地区北方Jancacutaの花崗閃緑岩および閃緑岩

- (1) 形態および規模：Cochaquilloの北方約3kmのJancacuta(ハンカクータ)には、4個所に酸性火成岩の複合岩体が主にChimu層およびPariahuanca層中に貫入している。

規模はいずれも 1 Km × 1.5 Km 程度で岩株状をなす。

- (2) 岩質：本貫入岩は岩相の変化著しく、花崗閃緑岩質から閃緑岩質まで変動する。一般的に、中粒で角閃石の斑晶を有し、変質著しく淡灰色を呈し、黄鉄鉱を鉱染しており、地表部で大規模な黄鉄鉱ゴッサンを造っている。

花崗閃緑質岩 (NO-374) の検鏡によれば、本岩は完晶質粒状組織を呈し、主要構成鉱物は、斜長石、石英、角閃石であり、角閃石はほとんど緑泥石に交代されている。本貫入岩体の周辺には、鉛・亜鉛脈が発達している。

#### 2-4-4 Iscay Cruz 地区の酸性火成岩岩脈

- (1) 形態および規模：Iscay Cruz 地区南部の Cumbre de Cunsha Punta (クンシャ・プンタ峠) 付近の、Santa 層東側の Oyon 層および Chimu 層中、十数本の石英斑岩ないし流紋岩岩脈が平行的に貫入している。本岩脈群は、通常、脈巾数  $m$  から十数  $m$ 、走向は地層の走向と一致する NNW-SSE 方向で岩床状を呈する。
- (2) 岩質と変質：本岩は変質著しく、優白色を呈し、稀に石英および変質した長石の斑晶が認められる。又、角礫化し、大量の褐鉄鉱および赤鉄鉱が鉱染する場合がある。鏡下の観察によれば、本岩 (SO-215) は石英および長石より成る斑状組織を有し、長石斑晶は絹雲母に完全に交代されている。X線回析によれば、本岩 (NO-334) は主として葉ろう石 (pyrophyllite) と石英より成り、熱水変質作用を強く受けたことを示している。
- (3) 鉱化作用との関連：本岩の周辺部は、通常、著しく破砕され、角礫脈となっている。角礫は主として珪岩より成る場合と本岩の破片より成る場合とがあり、基質は主として粉状物質および石英粒より成り、大量の褐鉄鉱を鉱染する。又、本岩脈の周辺広範囲に、石英の再結晶作用、絹雲母化作用、黄鉄鉱の鉱染が認められる。本岩脈は Iscay Cruz 地区全域にわたって断片的に認められ、Cumbre de Limpe (リンベ峠) 付近では、Santa 層中に貫入している。本岩の活動と鉱化作用の強度とは、位置的および距離的に密接な関係がある。
- (4) 全岩分析および生成年代測定結果：全岩分析結果 (NO-334) は、石英の著しい添加とアルカリ元素のはば完全な溶脱を示している。なお、熱水変質年代推定のため、本岩の年代測定を試みたが、クリーニング残査少量のため、信頼できる測定値は得られなかった。

#### 2-4-5 岩脈類

岩脈類としては、Iscay Cruz 地区の石英斑岩のほか、玢岩、石英安山岩、花崗斑岩などがある。

玢岩は角閃石の斑晶を有し暗灰色を呈する。貫入方向には規則性があり、ENE-WSW、WNW-ESE、NNW-SSEの3系統が顕著である。

石英安山岩は角閃石および斜長石の斑晶を有し淡灰色を呈する。Iscay Cruz 地区北部のSeccha (セクチャ) では、NE-SW方向の多数の岩脈が集合し、岩株状をなしてJumasha層石灰岩中に貫入する。周辺の石灰岩に弱いスカン化作用を与えている。

花崗斑岩は、B地区Chagapataで、Chimu層およびCarhuaz層中に、E-W方向で数本貫入している。優白色で黒雲母の斑晶を有する。

## 2-5 地質構造

オヨン地域の地質構造は、著しく折り畳まれた褶曲構造と、褶曲軸に平行して走る衝上断層、軸に斜交する共役剪断断層および軸に直交する破断断層により、特徴づけられている。これらは、アンデス造山運動に伴う、地殻の強大な圧縮力と地塊の上昇力に由来したものと考察される (Fig. 1-1, 2 参照)。

### 2-5-1 褶曲構造

本地域の白亜紀堆積岩類は、NNW-SSE方向を軸とする複合褶曲構造を造っており、主として、Chimu層が背斜部を、Jumasha層が向斜部を構成している。

褶曲の周期は、通常2~3kmで向斜と背斜を繰返すが、時に褶曲の周期が数10mとなることもある。軸の落しはほぼ水平であり、褶曲軸の伸びは、Cobbing(1973)によれば、通常100km以上にわたって連続する。軸面の傾斜は、通常西へ80°~70°傾斜するが、局部的に東へ傾斜する場合もある。軸部の構造は、通常鋭角であり、向斜部では上位の地層が下位の地層中に折り畳まれ (Pachangara 地区など)、背斜部では下位の地層が上位の地層中にプラグ状に挟み込まれている場合もある (Churin 東方約2km, Oyon 西方約5kmなど)。

Chimu層などコンピテント (competent) な地層には、フレキシユラル・スリップ褶曲 (flexural-slip folding) が発達し、層面に平行する断層が発達している。Chimu層の珪質砂岩に挟まれた細粒砂岩および砂質頁岩は、著しく破碎されており、この破碎化作用は層面断層によるものと判断される。これに対し、Pariatambo層などのインコンピテントな地層には、フレキシユラル・フロー褶曲 (flexural-flow folding) が発達し、褶曲構造の形と褶曲構造上の位置に応じて、地層の層厚が著しく変動している。褶曲の周期が短く、軸部の形態が鋭角である場合、層厚は著しく変化する。地層の層厚は通常、褶曲の翼部で薄化し、褶曲の軸部で厚化する。

### 2-5-2 断層

本地域の断層としては、褶曲軸に平行して発達するNNW-SSE系、これと斜交するNE

- SW系およびWNW-ESE系, 褶曲軸と直交する方向のENE-WSW系などがある。

#### 1) NNW-SSE系

A地区西端部およびB地区の東側で, 各々分水嶺を造るRumio Cruz (ルミオ・クルス) およびCallejon (カジェホン) 両山系を挟んで, 2列の衝上断層, Rumio Cruz西衝上断層およびRumio Cruz東衝上断層が走っている。間隔は約2 km, 両断層の垂直転移量は合計1,500 mに達する。両断層を境に, Chimu層などの下部層より成る西側のブロックが, Jumasha層, Celendin層あるいはCasapalca層などの上部層に伸上げている。両衝上断層の両側には, 同系統の断層が発達している。Ruco (ルコ)断層, Cutacocha (クタコチャ)断層, Picoy (ピコイ)断層などがこの系統に属する。

なお, Rumio Cruz東衝上断層の東側の地区では, 同系統の断層が規則的に発達し, 覆瓦構造(imbricate structure)を造っている。

#### 2) NE-SW系およびWNW-ESE系

褶曲軸に斜交して発達する両系列の断層は, 水平方向の転移を特徴とする。代表的なNE-SW系断層としては, Oyon北西約10 kmのShapra (シャプラ)断層, Oyon南東約5 kmのOtuto (オット)断層などがある。WNW-ESE系断層としては, Oyon南西3 kmのViroc (ビロック)断層, Oyon南東約13 kmのCuchpanga (クチパンガ)断層などがある。

これらの断層は, 水平方向の転移を主とし, 東側のブロックを西方へ移動させており, 見掛上の転移量は最大1 kmである。両系列の断層は, 典型的な共役剪断断層(conjugate shear faults)であり, 本地域の褶曲構造の発達と密接な関連を有している。なお, Viroc断層は雁行状に発達し, 地層に引摺りを起している。

#### 3) ENE-WSW系

本系統の断層は, 褶曲軸に直交する方向で, 雁行配列して発達する。本系統の断層は破断断層(tension fracture)の性格を有し, 転移の方向はまちまちである。

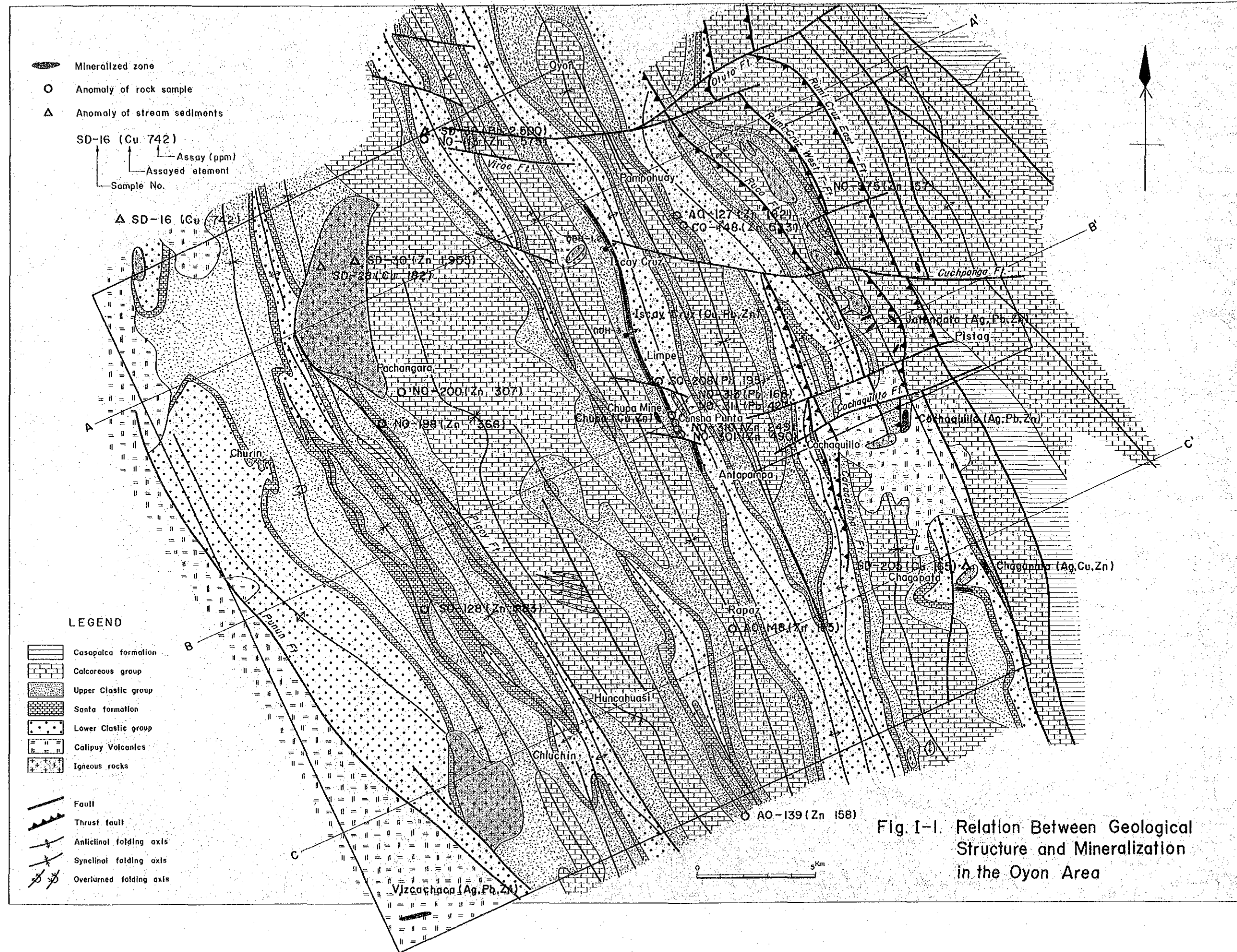
代表的なものにCochaquillo (コチャキジョ)断層がある。この系統の割目は, 岩脈類の貫入とも関連を有し, 又鉱化作用とも関連がある。

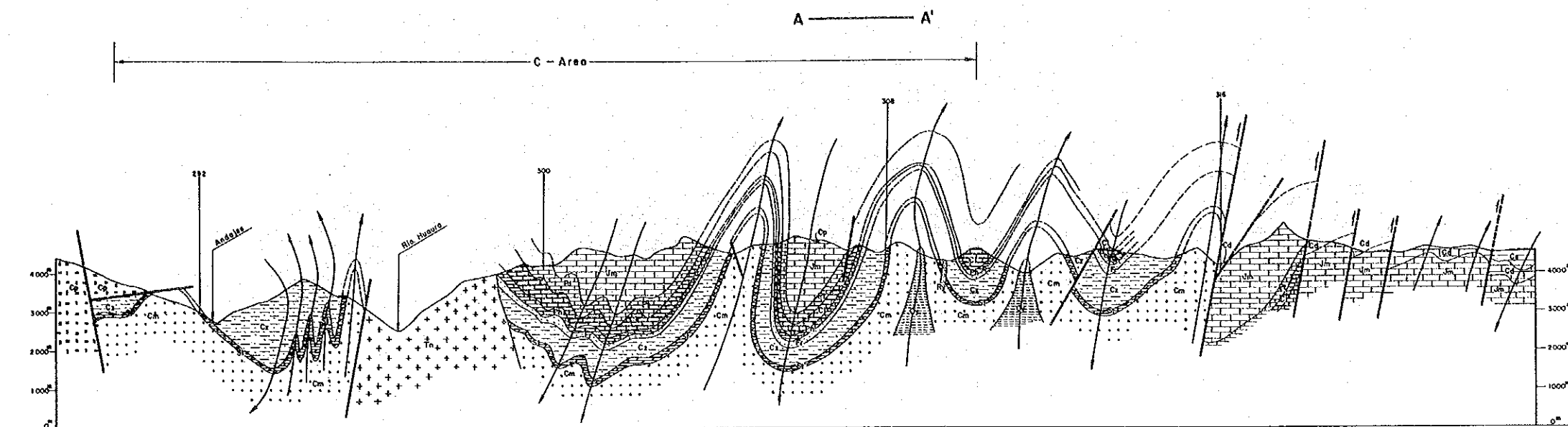
#### 4) 層面断層

褶曲による地層の折畳みが激しく, フレキシユラル・スリップ褶曲が発達する個所では, 多数の層面断層が発達している。個々の転移量は僅かでも, 全体としてかなり大きな転移を起していると考えられる。このため, 褶曲の軸部は鋸状を呈することが多い。

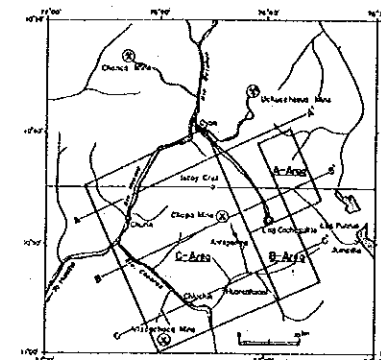
本地域の層面断層の傾斜は, 通常垂直ないし急傾斜であるが, これとほぼ直交する水平に近い割目が, 数10 mないし数100 mの間隔で発達し, 数m程度の転移を与えている。



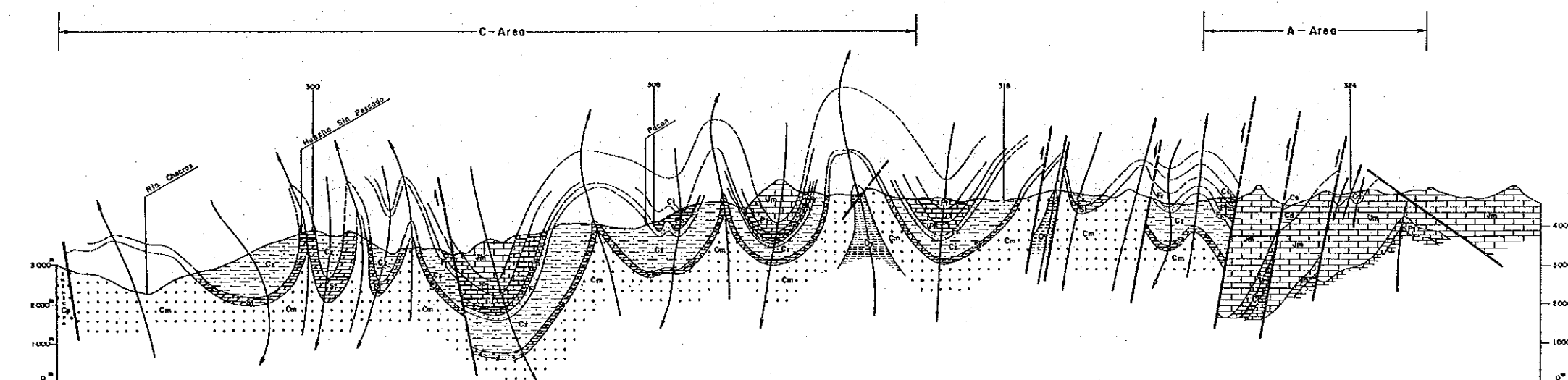




INDEX



B-B'



LEGEND

SEDIMENTARY ROCK

Quaternary	Q	Alluvium
Tertiary	Cs	Casapata formation
	Ca	Calandín formation
	Jm	Jumasha formation
	Pr	Perlatambo formation
	Ch	Chufec formation
Cretaceous	Pa	Parishuans formation
	Fa	Ferral formation
	Ca	Carhuac formation
	San	Santa formation
	Cm	Cahu formation
	Oy	Oyon formation

IGNEOUS ROCK

Ry	Rhyolite, Quartz porphyry
Tp	Tonalite porphyry
Tn	Tonalite
Cp	Cellpuy volcanics

- Fault
- Anticlinal folding axis
- Synclinal folding axis
- A-A' Geological section line



C-C'

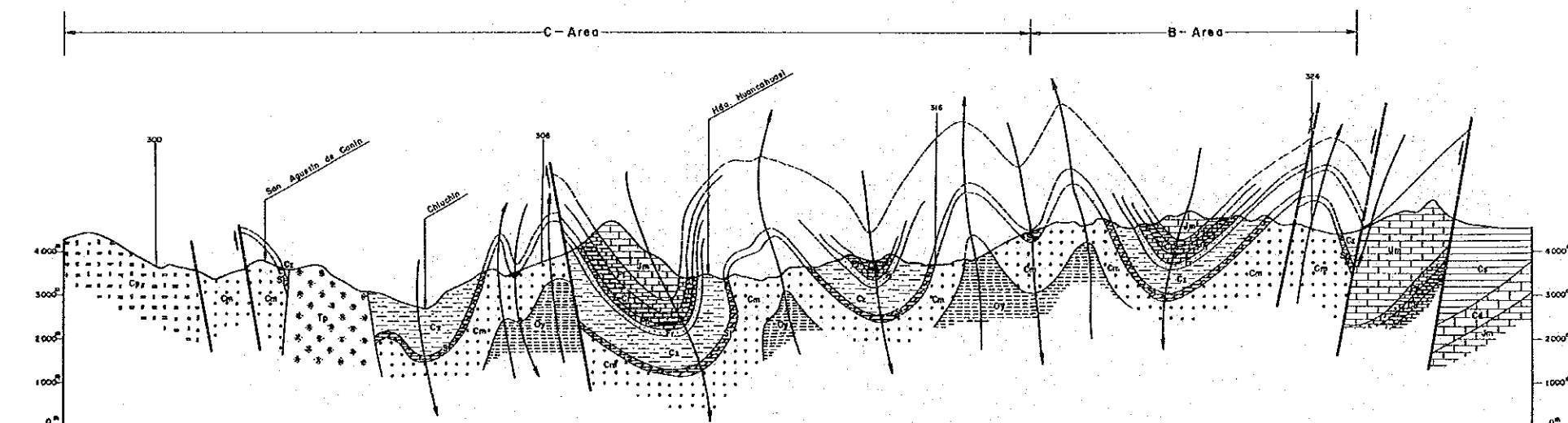
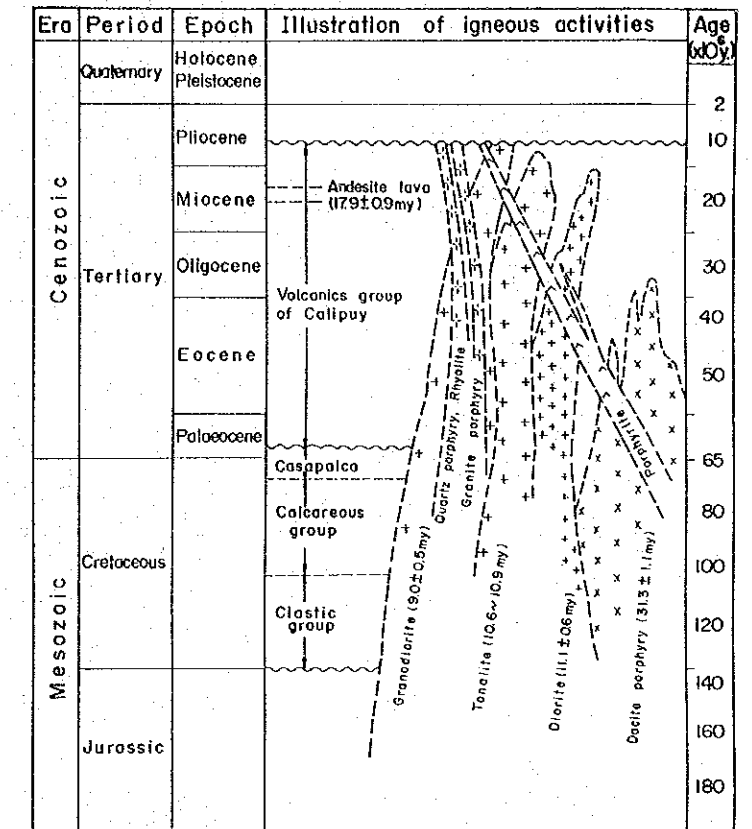
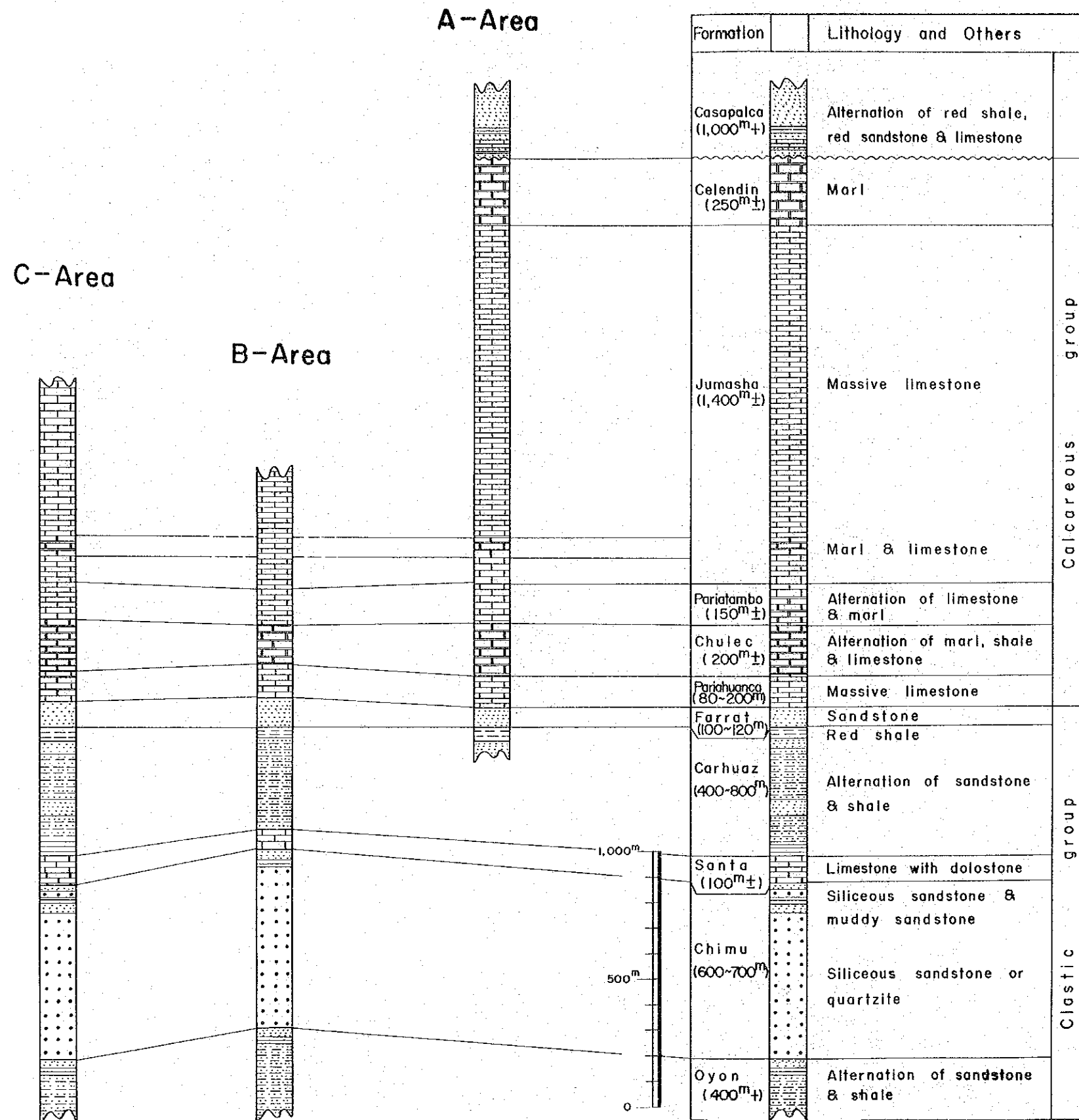


Fig. I-2. Geological Profile of the Surveyed Area



Schematic Correlation of Igneous Activity and Sedimentary Rocks

**LEGEND**

- Shale
- Red shale
- Alternation of shale & sandstone
- Sandstone
- Siliceous sandstone or quartzite
- Marl
- Limestone
- Dolostone

Fig. 1-3. Geological Column and Igneous Activity in the Surveyed Area



DDH-1

Suerococha

DDH-3

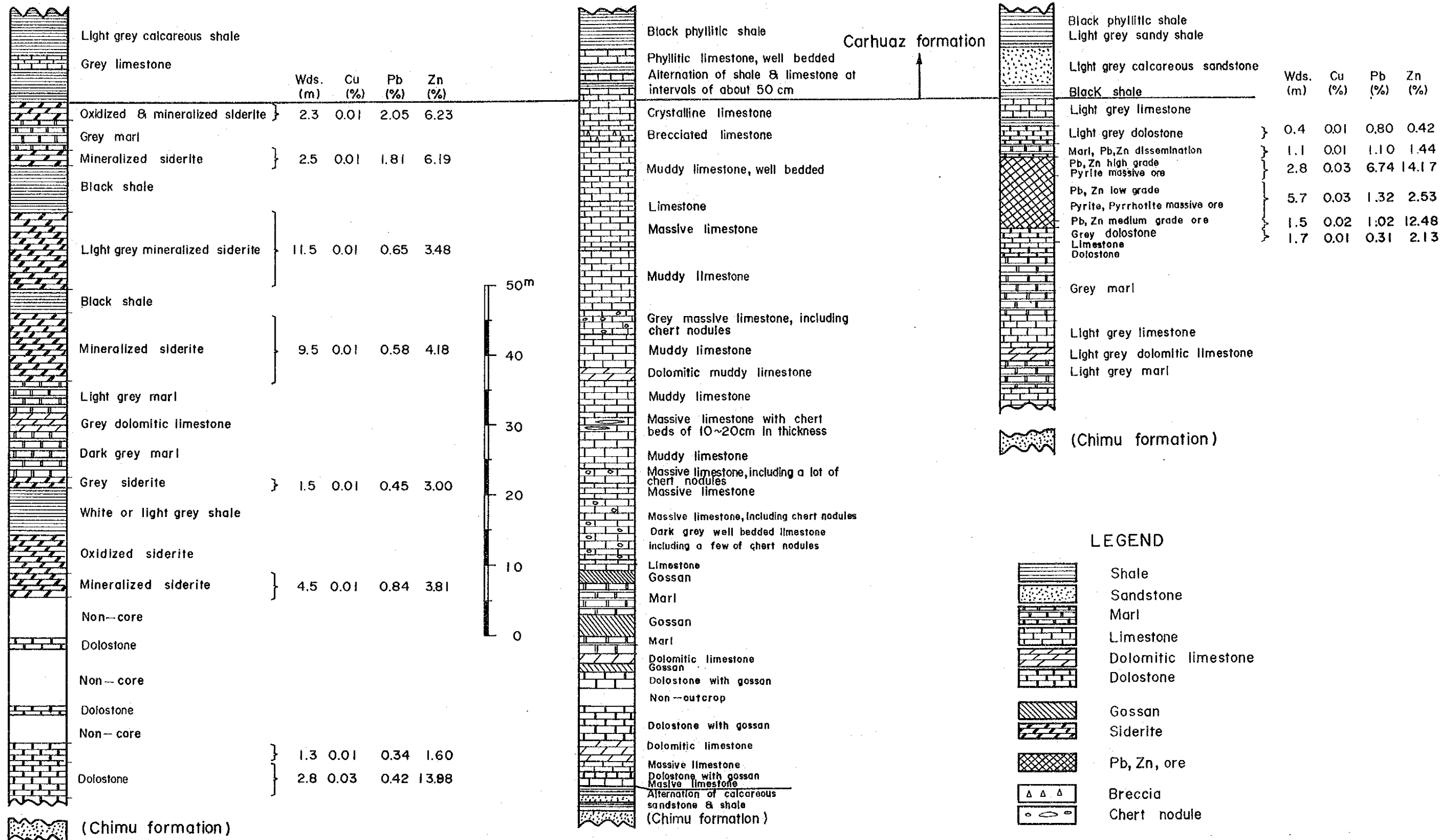


Fig. I-4. Geological Columns of the Santa Formation in the Iscay Cruz Area

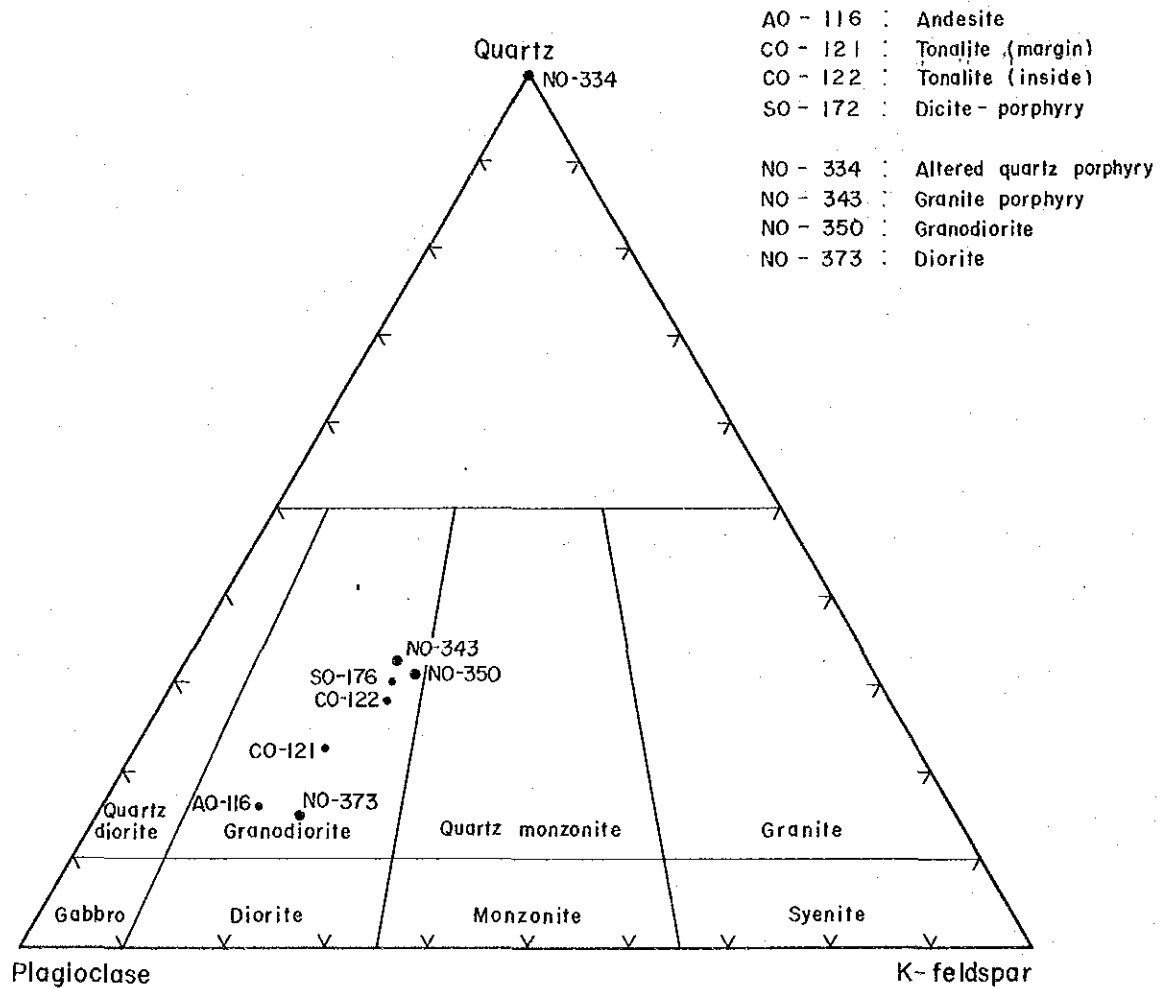


Fig. I- 5. Triangular Diagram of Quartz, K-Feldspar and Plagioclase for Normative Composition of Igneous Rocks

Table I-1 Assay values and normative composition of igneous rocks

Sample No. Rock Name		NO-334 Altered rhyolite	NO-343 Rhyolite	NO-350 Granite	NO-373 Diorite
Component					
Assay Values	SiO <sub>2</sub>	80.27 (%)	68.90 (%)	67.58 (%)	57.49 (%)
	TiO <sub>2</sub>	0.06	0.35	0.52	1.07
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.39	16.51	15.57	16.62
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.21	1.18	1.51	2.07
	FeO	0.11	1.10	1.80	4.81
	MnO	0.00	0.07	0.01	0.13
	MgO	0.00	0.77	1.53	3.44
	CaO	0.06	2.51	3.33	6.01
	Na <sub>2</sub> O	0.00	3.58	2.97	2.94
	K <sub>2</sub> O	0.00	3.05	3.38	2.53
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.06	0.15	0.16	0.32
	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1.81	1.12	0.98	1.54
	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.06	0.29	0.09	0.18
	Total	99.03	99.58	99.43	99.15
Normative Composition	Q	82.62	30.59	28.32	12.03
	C	16.87	3.17	1.38	0.00
	Or	0.00	18.36	20.31	15.34
	Ab	0.00	30.86	25.55	25.53
	An	0.00	11.69	15.73	25.33
	Sub-Total	99.49	94.67	91.28	78.23
	Wo-Di	0.00	0.00	0.00	1.30
	EN-Di	0.00	0.00	0.00	0.75
	Fs-Di	0.00	0.00	0.00	0.49
	En-Hy	0.00	1.95	3.87	8.04
	Fs-Hy	0.00	0.61	1.24	5.25
	Mt	0.19	1.34	2.23	3.08
	Hm	0.09	0.00	0.00	0.00
	Il	0.12	0.68	1.00	2.09
Ap	0.11	0.35	0.38	0.76	
Sub-Total	0.50	5.34	8.72	21.77	
Ratio	Q	100.00	33.44	31.50	15.37
	Or	0.00	20.07	22.59	19.61
	Ab+An	0.00	46.50	45.92	65.01

Table I-2 Isotopic age of igneous rocks

Field No. (Rock Name)	Location	Mineral	Isotopic Age (m.y.)	Ar <sup>40</sup> /gm x 10 <sup>-5</sup>	% Ar <sup>40R</sup>	% K
1979	G3	whole rock	17.9 ± 0.9	0.113 0.108	52.1 55.3	1.57 1.59
	G1	biotite	10.9 ± 0.5	0.215 0.225	43.8 51.0	5.17 5.16
	G1	biotite	10.6 ± 0.5	0.267 0.258	56.6 47.8	6.36 6.32
	G1	biotite	31.3 ± 1.6	0.133 0.129	39.2 36.2	1.09 1.04
1980	G4	biotite	9.0 ± 0.5	0.162 0.164	45.3 43.8	4.60 4.66
	G4	whole rock	11.1 ± 0.6	0.101 0.102	31.9 35.8	2.33 2.35
	G2	whole rock	22.4 ± 1.1	0.457 0.463	75.2 72.2	5.24 5.28
	G4	whole rock	-	-	-	-

Constants used

$$\lambda_{\beta} = 4.962 \times 10^{-10}/\text{year}$$

$$\lambda_{\epsilon} = 0.581 \times 10^{-10}/\text{year}$$

$$k^{40} = 1.167 \times 10^{-4}/\text{atom/K}$$

Analyses were performed by Teledyne Isotopes, Westwood, New Jersey, USA.  
\* Cleaning remains are not enough for measurement.

Notes

Ar<sup>40R</sup> : Radiogenic Ar<sup>40</sup>

m.y. : million years

## 第 3 章 鉛 床

### 3-1 鉛床概要

オヨン地域は、Bellido ほか(1972)による、西部アンデス鉛床生成区(Provincia Metalogenica Andina Occidental)内の高原台地の多金属鉛床生成亜区(Sub-Provincia Polimetálica del Altiplano)に位置する。本地域は、北方のHuanzala(ワンサラ)鉛山、Raura鉛山などで知られるHuallanca-Oyon(ワジャンカ・オヨン)地区、東側のCerro de Pasco(セロ・デ・パスコ)鉛山で代表されるCerro de Pasco地区、南方のHuaron(ウアロン)鉛山、Santander(サンタンデル)鉛山などで知られるHuaron-Carhuacayan(ウアロン・カルウアカヤン)地区などの鉛産地帯に取囲まれている。本地域の北方に隣接して、Raura鉛山、Uchucchacua鉛山、Chanca鉛山などがあり、これらは現在稼動中である。

オヨン地域には、Iscay Cruz, Chupa(チュパ), Cochaquillo, Viscachaca(ヴィスカチャカ)などの鉛床ないし鉛徴地が知られているが、いずれも本格的な開発に至っていない。これら鉛床ないし鉛徴地の現在の状況は次のとおりである。

- (1) Iscay Cruz 地区には、大規模な鉛徴が存在するが、いずれも低品位であり、富鉛部の捕捉に至らず調査・探鉛は中止された。
- (2) Chupa 鉛床は、かつて坑道探鉛が実施され、高品位部が捕捉されたが小規模のため放棄された。
- (3) Cochaquillo 鉛床は、かつて小規模な坑道探鉛が実施されたが、富鉛部の捕捉に至らず、探鉛は中断されている。周辺地区には多くの鉛徴地が存在する。
- (4) Viscachaca 鉛山は、かつて小規模に採掘されたが、富鉛部の捕捉に至らず放棄された。

オヨン地域およびその隣接地域の鉛床は、その鉛種、形態および成因により、次のように分類される。

- (1) 白亜紀石灰岩類中に形成された銅・鉛・亜鉛高温交代鉛床  
Raura 鉛床の一部, Chupa 鉛床, Iscay Cruz 鉛床の一部, Cochaquillo 鉛床
- (2) 白亜紀石灰岩類中の銀・鉛・亜鉛裂か充填鉛床  
Uchucchacua 鉛床, Raura 鉛床の一部
- (3) 第3紀火山岩類および貫入岩体中の銀・鉛・亜鉛裂か充填鉛床  
Chanca 鉛床, Raura 鉛床の一部
- (4) 白亜紀石灰岩中に胚胎した鉛・亜鉛層状鉛床ないし鉛・亜鉛・黄鉄鉛塊状熱水性交代鉛床  
Iscay Cruz 鉛床

### 3-2 Iscay Cruz 鉱化帯

#### 1) 概況

Iscay Cruz 地区の鉱徴は、Oyon 南々東約 6 Km の Canaypata (カナイパタ) より、Oyon 南々東約 1.8 Km の Antapampa (アンタパンパ) にかけて、延長約 1.2 Km にわたって断続分布する (Fig. 1-6 参照)。鉱徴は、Oyon 層および Chimu 層を軸部とする背斜構造西翼の Santa 層石灰質岩中に胚胎する。Santa 層は、層厚 40 m ないし 80 m で、東側の Chimu 層珪岩が造る急崖に接して、NNW-SSW 方向に帯状に延びている。Santa 層の傾斜は垂直に近く、北部および最南端では西へ急傾斜するが、中部から南部にかけて逆転し東へ急傾斜する。

鉱徴としては、Pb・Zn を含有する黒色ゴッサン (gossan)、塊状黄鉄鉱に伴う方鉛鉱・閃亜鉛鉱、スカム中の閃亜鉛鉱、ドロストーン中の方鉛鉱・閃亜鉛鉱の鉱染などがある。本地区は、主に珪岩岩塊から成る崖錐や氷河堆積物の発達著しく、上記の鉱床露頭は、通常崖錐および氷河堆積物中に島状に断続露出している。

鉱床母岩の変質としては、珪化、菱鉄鉱化、ドロマイト化、粘土化、角礫化などが著しい。鉱化作用と関係ありと推定される火成岩には、石英斑岩ないし流紋岩とみられる酸性貫入岩があり、それ自身著しく変質しているほか、周辺の岩石に強い角礫化、黄鉄鉱化、絹雲母化、珪化などの変質を与えている。断裂系としては、褶曲軸に直交する方向の WNW-ESE 系の発達著しく、地層に数 m から十数 m の転移を与えている。この系統の断裂は、破断断層であり、鉱化作用と関連を有すると推定される。地層と平向する方向の層面断層の発達も推定される。

次に、各露頭の状況を詳述するが、北部から中部にかけての鉱徴については、第 1 年次報告書で説明済であるので、これらについては、今年度の新知見を加え、その概要を述べるにとどめる。

#### 2) Iscay Cruz 地区北部鉱化帯

Canaypata より Cumbre de Iscay Cruz (イスカイ・クルス峠) を経て Lag. Quellaycocha (ケジャイコチャ湖) に至る延長 5.4 Km の区間である。この区間での鉱徴の主体は、石灰岩およびドロストーン中の黒色ゴッサンである。

##### (1) Canaypata - Cumbre de Iscay Cruz (延長約 1.8 Km)

この区間の Santa 層は、崖錐および氷河堆積物により、ほとんど被覆されているが、Canaypata の山腹の石灰岩中に巾 1~2 m のドロマイト質ゴッサン数層が胚胎する。

4 ヶの岩石サンプルの分析値は次のとおりである。

	サンプル数	Cu (ppm)	Pb (%)	Zn (%)
岩石サンプル	4	3	0.06	0.51

(2) Cumbre de Iscay Cruz - Lag. Mancacuta (延長 1.4 km, 第 1 鉱徴)

Iscay Cruz 峠の南側斜面に、黒色ゴッサンの露頭が延長 1.2 km にわたって分布している。ゴッサン露頭は平行して発達する 2 列より成り、巾は下盤側(東側)が最大 25 m, 平均約 13 m, 上盤側(西側)が最大 7 m, 平均約 6 m である。

黒色ゴッサンは、主として針鉄鉱 (goethite) および石英より成り、菱鉄鉱 (siderite), 重晶石 (barite, NO-387), 方解石・石英脈などを伴っている。分析結果によれば、高品位の Pb・Zn を含有するが、肉眼では硫化物の含有は認められない。X線回折によれば、少量の閃亜鉛鉱 (NO-384, 他) や含水フランクリン鉱 (chalcophanite) が検出されるので、硫化鉱物は微粒として含有されるが、その大半は酸化鉱物と化していると推察される。

黒色ゴッサンはドロストーンと共存し、通常角礫化が著しく、褐色の軟弱部を含んでいる。この部分はカオリン (kaolinite) に富む部分と推定される。

ゴッサン露頭の連続チャンネル・サンプリング分析結果では、高品位部は峠付近にあり、Pb 1% 台, Zn 6% 台に達している。全露頭の平均品位は次のとおりである。

	総延長 (m)	平均巾 (m)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
下盤北部	103.7	13.2	5	33	1.20	5.24
下盤南部	64.0	5.7	1	25	0.09	4.19
上盤側	17.2	5.7	2	24	0.09	4.02
平均	194.9	11.6	3	30	0.71	4.76

今年度、峠の南方 150 m の位置で、ゴッサン露頭の下部探査のため、ボーリングが実施された。得られたコアの検討により、ゴッサンの下部は、方鉛鉱・閃亜鉛鉱を鉱染する優白質炭酸塩岩が優勢であることが確認された。

この炭酸塩岩の化学分析結果は下記のとおりであり、X線回折により、Mn 成分に富む菱鉄鉱であり、珪化作用を受けていることが確認された。従って、地表部に分布する黒色ゴッサンは、Mn 成分に富む菱鉄鉱の酸化による産物であり、その分解に際しては、化学的活性に富む Mn 元素が重要な役割を演じたものと考察された。

サンプル番号	Ca	Mg	Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>
CB-01-032	1.65	1.23	12.70	19.48	19.43
CB-01-061	1.35	0.48	16.20	26.40	3.54

(単位 %)

黒色ゴッサンの分析値は次のとおりであり、Ca 成分の溶脱と Mg, Mn 成分の著しい富化が認められる。

サンプル番号	Ca	Mg	Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>
NO-381	0.04	8.52	27.70	15.76	6.26

(単位 %)

(3) Lag. Mancacuta - Suerococha (延長 1.1 Km, 第 2 鉱徴)

Lag. Mancacuta (マンカクタ湖) に面した北半部約 0.5 Km の区間は、崖錐堆積物に完全に覆われている。

その南の Suerococha (スエロコチャ) の畔にかけての約 0.6 Km の区間は、石灰岩およびドロストーン中に、黒色ゴッサンおよびドロマイト質ゴッサンが点在分布している。ゴッサンの規模は、おおむね数 m × 数 10 m であり、その品位は次のとおりである。

総延長(m) 平均巾(m) Ag(g/t) Cu(ppm) Pb(%) Zn(%)

6 露頭平均	37	6.2	5	35	0.14	2.55
--------	----	-----	---	----	------	------

本区間の石灰岩およびドロストーン中には、主に方解石より成る白色脈および主に石英より成り少量の硫化物を伴う黒褐色脈が、網状に発達している。本区間の北部には旧坑があり、地層の走向に平行して延びる巾 0.5 ~ 1.0 m の粘土脈を追跡している。主に石英・カオリンより成る粘土脈中およびその周辺には、閃亜鉛鉱および含水フランクリン鉱が認められた。

(4) Suerococha - Lag. Quellaycocha (延長 1.1 Km)

この区間は、東側の Cerros Quellococha (ケジョコチャ山塊) からの珪岩崖錐および氷河堆積物に完全に被覆され、Santa 層の状況は明らかでない。

3) Isca Cruz 中部鉱化帯

Quellaycocha 湖より Cumbre de Limpe (リンベ峠, 第 1 年次の Cumbre de Huanda) を経て Lags. Tinyag (ティンヤク湖) に至る延長 3.3 Km の区間である。この区間での鉱徴には、赤鉄鉱の濃集、方鉛鉱・閃亜鉛鉱を伴う塊状黄鉄鉱体の存在、石灰岩およびドロストーン中の方鉛鉱・閃亜鉛鉱の鉱染などがある。

(1) Lag. Quellaycocha - Cumbre de Limpe (延長 1.1 Km, 第 3 鉱徴)

本区間の鉱徴は、Quellaycocha 湖南方の小湖沼群の東岸に沿って分布する。本区間は東側の Quellococha 山塊からの珪岩崖錐および氷河堆積物の発達著しく、露頭は 6 個所に分断され、これらの堆積物中に孤島状を呈している。露頭の規模は数 m から十数 m である。北部の露頭にはドロストーン中の閃亜鉛鉱の鉱染あるいはドロマイト質ゴッサンが認められ、南部の露頭には、塊状黄鉄鉱とその周辺に方鉛鉱の濃集が認められる。これら鉱徴部の分析結果は次のとおりである。



	総延長 (m)	平均巾 (m)	Ag (g/t)	Cu (ppm)	Pb (%)	Zn (%)
北部 4 箇所	24.2	6.1	49	53	0.12	0.73
南部	4.2	4.2	76	30	12.33	2.65

本年度、本区間の南端、Limpe 峠の北方約 400 m の位置で、ボーリングが実施された。その結果、地表下約 80 m で、延長 14.3 m にわたって、方鉛鉱・閃亜鉛鉱を含む塊状黄鉄鉱・磁硫鉄鉱鉱体が捕捉された。高品位部 4 m の平均品位は、Pb 6.74 %、Zn 14.17 %、Ag 89 g/t である。

(2) Cumbre de Limpe-Lags. Tinyag (延長 2.2 km, 第 4 鉱徴)

鉱徴の認められるのは北半部の延長 1.3 km の区間で、南半部の 9 km の区間は崖錐および氷河堆積物に完全に被覆され、Santa 層の状況は確認できない。

Limpe 峠を中心に、主にドロマイト質および菱鉄鉱質ゴッサンが分布する。ゴッサン露頭は 2 層あり、その巾は各々 10 m 前後で、延長 350 m にわたって Santa 層中に断続露出している。ドロストーン中には、方鉛鉱・閃亜鉛鉱の鉱染が認められる。菱鉄鉱質ゴッサンは、大量の赤鉄鉱を含むのが特徴で、磁鉄鉱を伴っている。菱鉄鉱ゴッサン中には、閃亜鉛鉱がレンズ状に濃集される場合があり、鏡下の観察では、閃亜鉛鉱は黄銅鉱ドット (dots) を包有し、離溶構造 (exsolution structure) が発達している。

本鉱徴部の平均品位は次のとおりである。

	総延長 (m)	平均巾 (m)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
下盤側	20	5.0	8	0.11	0.06	2.44
上盤側	14	7.0	8	0.06	0.08	1.31
平均	34	8.5	8	0.09	0.07	1.97

本区域の Santa 層は、層厚およそ 70 m、東へ 80° ~ 90° 傾斜し、逆転構造をとっている。Santa 層の下盤側に沿って、厚さ 10 m 前後の酸性火成岩岩脈がシート状に進入している。この岩脈は変質著しく、角礫化を蒙り、大量の赤鉄鉱に鉱染されている。原岩の性格は明らかでないが、稀に変質した長石斑晶が認められるので、これは石英斑岩ないし流紋岩のメンバーであって、本区域の鉱化作用と関連を有していると推察される。

本ゴッサン露頭の南方は、珪岩崖錐の発達著しく、数箇所小規模な露頭が崖錐中に点在するのみとなる。これらの露頭の一部には、黄鉄鉱・磁硫鉄鉱・白鉄鉱 (marcasite, NO-320) が塊状に胚胎し、方鉛鉱・閃亜鉛鉱を伴っている。4 箇所の平均品位は次のとおりである。

	総延長 (m)	平均巾 (m)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
4 露頭平均	10.5	2.6	16	0.04	0.46	1.38

#### 4) Iscay Cruz 南部鉍化帯

Tinyag 湖より Cumbre de Cunsha Punta (クンシャ・プンタ峠) を経て Antapampa に至る延長 3.6 Km の区間である。本区間の鉍徴は、Tinyag 湖南方のスカルン中の黄銅鉍・閃亜鉛鉍の鉍染、Cunsha Punta 峠北斜面の茶褐色ゴッサン、Cunsha Punta 南斜面の黄鉄鉍・閃亜鉛鉍を伴う黒褐色ゴッサン、最南端 Antapampa の赤鉄鉍を伴う黒色ゴッサンなど多様である。

##### (1) Lags. Tinyag-Cumbre de Cunsha Punta (延長 1.1 Km, 第 5 鉍徴)

Tinyag 湖の南方 0.3 Km の位置にスカルンの露頭がある。露頭の規模は 25 m × 40 m であり、周辺は氷河堆積物に覆われている。スカルンは、陽起石-透角閃石、ざくろ石、緑れん石、石英などからなり、黄銅鉍、閃亜鉛鉍、黄鉄鉍、磁鉄鉍などを鉍染している。本スカルンの分析結果は下記のとおりであり、高品位部は 10% 台の Zn を含んでいる。

	総延長 (m)	平均巾 (m)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
平均	21	3	7	0.14	0.04	2.06
高品位部	1	1	25	0.65	0.05	13.00

本区間は Cunsha Punta 峠の北斜面にあり、氷河堆積物および Chimu 層珩岩や Carhuaz 層砂岩・頁岩より成る崖錐堆積物が地表を覆い、岩盤の露出が著しく悪い。前記スカルン露頭の南方約 0.3 Km および峠の直下約 150 m の位置に、小規模な茶褐色ゴッサンの露出を認めるのみである。これらゴッサンは、溶脱され多孔質であり、主に石英より成る。

本ゴッサンの分析結果は次のとおりである。

	総延長 (m)	平均巾 (m)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
2 露頭平均	18.8	2.4	16	0.03	0.12	0.03

なお、本区間西側の Carhuaz 層砂岩・頁岩は、黄鉄鉍を広く鉍染しており、これが酸化して赤褐色を呈している。

東側の Chimu 層珩岩は、珩化および絹雲母化が進み優白色を呈し、又 WNW-ESE 系の断裂が高密度に発達している。スカルン露頭の西方約 600 m には Chupa 鉍床があり、南東約 1 Km には十数本の酸性火成岩岩脈が Oyon 層および Chimu 層中に貫入している。

##### (2) Cumbre de Cunsha Punta-Chinchaycocha (延長 1.0 Km, 第 6 鉍徴)

Cunsha Punta 峠の南方 0.5 Km から 0.6 Km にかけて、黒褐色ゴッサンの露頭がある。露頭規模は巾 20 m, 延長 100 m 弱であり、北側は崖錐堆積物に完全に覆われている。本ゴッサンには閃亜鉛鉍および黄鉄鉍の濃集が認められ、濃集部の規模は径数 m でレンズ状を呈する。研磨片 (NO-304, NO-308) の観察によれば、閃亜鉛鉍中には黄銅鉍ド

ットが発達している。本露頭の南 0.4 Km には、角礫化著しい黒色ゴッサンがあり、規模は 20 m × 50 m である。両露頭の間は、小規模なゴッサンを挟む石灰岩およびドロストーンが断続している。

上記 2 個所のゴッサン露頭平均品位と鉱石部の品位は次のとおりである。

	総延長 (m)	平均長 (m)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
Cunsha Punta	24	12	29	0.20	0.08	1.94
Chinchaycocha	18	18	2	0.01	0.08	1.79
鉱石部 (NO-308)	-	-	84	0.65	0.18	3.243

本区間では逆転構造が発達し、Santa 層は東へ 75° ~ 85° 傾斜し、Santa 層の東側に下位の Chimu 層珪岩が見掛上の上位を占めて分布している。Santa 層の層厚は 25 m ないし 30 m と極めて薄く、西側の Carhuaz 層の層厚も 200 m 程度と通常の半分以下となっている。このような事実より、Santa 層に沿って衝上断層が発達する可能性も考えられる。本区間の南端には E-W 系断層が走り、Santa 層を約 300 m 東方へ転移させていると推定される。

#### (2) Chinchaycocha - Antapampa (延長 1.5 m 第 7 鉱徴)

Antapampa の西山腹に、巾 30 m の黒色ゴッサンが延長 250 m にわたって発達し、Iscay Cruz 鉱化帯の最南端を構成している。本ゴッサンは主に石英・針鉄鉱よりなり、赤鉄鉱を伴っている。地表部での品位は次のとおりである。

	総延長 (m)	平均巾 (m)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
上盤側	15.5	5.2		0.14	0.28	1.22
下盤側	84.0	14.0	12	0.01	0.12	1.55
平均	99.5	11.1	12	0.03	0.14	1.50

本ゴッサンの北部は、小規模なゴッサンを挟在する石灰岩となり、地層と平行する方向の断層に切断されている。この断層に沿って、新期の礫岩が Santa 層上に発達している。本区間の北半部約 0.6 Km の間は、Chinchaycocha (チンチャイコチャ) のパンパで、Santa 層相当部は湖沼堆積物に被覆される。Antapampa 露頭の南延長は、崖錐堆積物で覆れ、更なる南で無鉱化・未変質石灰岩と化している。

#### 5) Chupa 鉱床

Chupa 鉱床は、Iscay Cruz 鉱化帯中のスカルン露頭 (第 5 鉱徴) の西方約 600 m に位置し、Pariahuanca 層石灰岩の一部を交代したスカルン鉱床であり、主に亜鉛・銅を

伴う。本鉱床は、かつて2レベルで坑道探鉱が行われ、各々富鉱部が捕捉されたが、小規模のため開発に至らず放棄された (Fig. 1-7 参照)。

鉱床母岩である Pariahuanca 層は、層厚約 100 m の塊状石灰岩より成り、西側の Jumasha 層を軸部とする向斜構造の東翼に位置する。走向は NNW-SSW 方向で、75°~85° 東へ傾斜し、逆転構造をとっている。東側には見掛上上位の Farrat 層砂岩が、西側には見掛上下位の Chulec 層泥灰岩・石灰岩が分布する。鉱床付近には、ENE-WSW 系断裂群の発達著しく、これが雁行状に発達し、地層に数 m 程度の転移を与えている。本断裂群は鉱床付近で、その走向を E-W 方向に変えている。

鉱化作用はこの断裂系に強く規制されている。鉱体は層準規制を受け、地層の走向方向へも伸長するが、富鉱部は断裂系に沿って、その近辺に胚胎している。鉱体の規模は、およそ次のとおりである。

地表部 (標高 4,680 m 付近)	20 m × 70 m
上部坑道 (標高 4,615 m)	20 m × 80 m
下部坑道 (標高 4,560 m)	20 m × 90 m

他に 4,600 m 準で、上記主鉱体の北方 100 m の位置に、10 m × 20 m 程度の小鉱体が捕捉されている。

スカルン鉱物は、透角閃石、灰鉄輝石および石英が主で、緑泥石、緑れん石、珪灰鉄鉱 (lievrite) などを伴っている。鉱石鉱物は、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱が主で、他に黄銅鉱、磁硫鉄鉱、磁鉄鉱が認められ、X線マイクロアナリシスにより、輝蒼鉛鉱 (bismuthinite) の含有も確認された (TP-203)。研磨片 (TP-211) の観察によれば、閃亜鉛鉱は点滴状および格子状の黄銅鉱を包有し、離溶構造を造っている。両坑準でランダムに採取された、2 m チャネルサンプリング試料の分析結果は次のとおりである。

	サンプリング		Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
	サンプル数	延長 (m)				
4615 m 坑準	10	20	25	0.27	0.13	21.6
4600 m 坑準	3	6	29	0.15	0.36	15.6
4560 m 坑準	6	12	15	1.56	0.03	13.9

本鉱床の近辺には火成岩は発見されていないが、本鉱床の生成は、Ischay Cruz 鉱化帯と同一の鉱化作用にもとづくもので、酸性火成岩の活動に由来すると推定される。

### 3-3 B地区の鉱化帯

B地区の北東部からA地区の南西端を通り、A地区西側区域に至る巾約3 km、延長20 kmに

およぶ区域は、鉛・亜鉛・銅を伴うスカルンや鉛脈および黄鉄鉱ゴッサンが広く分布し、大規模な鉛化帯を形成している。このうち最も顕著なのがCochaquillo鉛床である。

### 1) Cochaquillo 鉛床

Cochaquillo 鉛床は、Lag. Cochaquillo の東方約 3 km、標高 4 8 0 0 m に位置する大型のスカルン鉛床である。露頭の規模は 2 0 0 m × 4 0 0 m である。東側は Calipuy 火山岩類に覆れ、南側は断層関係で Calipuy 火山岩類に接しており、地表に露出するのは鉛床の一部のみと推定される。中心部はざくろ石スカルンで、多量の磁鉄鉛・黄鉄鉛を伴い、黄銅鉛を鉛染する。北部は無鉛化石灰岩となるが、ざくろ石スカルンの周辺部、石灰岩との漸移部には透起石スカルンが脈状に発達し、方鉛鉛・閃亜鉛鉛を濃集している。透起石スカルン脈は数箇所あり、その脈巾は変化に富むが通常 1 ~ 4 m である。鉛石サンプルの分析値は次のとおりであり、Ag と Pb に富んでいる。

サンプル番号	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
NO-401	257	0.53	30.96	30.30
NO-402	145	0.28	16.72	9.20
NO-403	168	0.26	20.44	8.50
平均	190	0.36	22.71	16.00

本鉛床の母岩は、石灰岩の層厚が 2 0 0 m 以上あることから、Jumasha 層であろうと推定される。本石灰岩の走向は NNW-SSE で、傾斜は西へ 7 0 ° ~ 8 0 ° である。西側は断層関係で Carhuaz 層に接している。鉛床付近の Carhuaz 層砂岩・頁岩は熱変成を受けホルンフェルスとなっている。本鉛床の西方約 1 km には、Carhuaz 層および Calipuy 火山岩中に、閃緑斑岩が岩株状、一部岩脈状に貫入しており、本斑岩は黄鉄鉛を鉛染している。

### 2) Chagapata 区域

Cochaquillo の南東約 8 km の Chagapata (チャガパタ) 区域には、花崗岩岩株や花崗斑岩岩脈が Chimu 層および Carhuaz 層中に貫入している。貫入岩周辺の珪岩、砂岩、頁岩などは、広範囲に黄鉄鉛を鉛染し、地表部でゴッサンを生じている。又、Santa 層石灰岩はスカルンを生じ、黄銅鉛・黄鉄鉛を鉛染している。スカルンの分析値は次のとおりである。

サンプル番号	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
NO-351	32	0.47	0.02	0.10
NO-352	128	0.66	0.45	0.80

### 3) Lag. Jatunpata 区域

Cochaquillo の東方約 4 km の Lag. Jatunpata (ハツンパタ) 区域には、花崗岩から閃緑岩までの複合岩体が貫入している。形態は岩株から岩脈まであり、変質著しく黄鉄鉱を鉱染し、地表でゴッサンを生じている。周辺の堆積岩中には、銀・鉛・亜鉛を伴う鉱脈および網状脈が生じている。脈石鉱物は菱マンガン鉱と石英を主とする。

Jatunpata 南方約 1.5 km の鉱脈は、Carhuaz 層中に胚胎し、走向  $N 20^{\circ} E$ 、傾斜  $65^{\circ} E$ 、脈巾は 40~60 cm で、方鉛鉱・閃亜鉛鉱を伴い、延長 50 m にわたって追跡される。Jatunpata の東方約 1.2 km には、Pariahuanca 層石灰岩中に方鉛鉱・閃亜鉛鉱を伴う細脈が無数に発達し網状を呈している。細脈の脈厚は通常数 mm から十数 cm で、全体的な走向は  $N 60 E$ 、傾斜は  $75^{\circ} S$  であり、その分布は 150 m 四方に及ぶ。これらの鉱脈の分析結果は次のとおりであり、石灰岩中の網状脈 (NO-369) 中に銀が異常に濃集している。研磨片の観察により、方鉛鉱中に含銀鉱物が認められた。X線マイクロアナリシスにより、この鉱物は四面銅鉱 (tetrahedrite) であることが同定された。

	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
TO-227	52	0.06	4.20	5.35
NO-369	672	0.03	2.85	11.80

### 3-4 A地区の鉱徴

A地区は衝上断層を境に、Jumasha層、Celendin層など上位の石灰岩類が厚く分布し、衝上断層による陥没構造を呈している。Pistag北方約2kmのJumasha層石灰岩中に、輝安鉱 (stibnite) を伴う破碎脈があり、これは西方のCochaquilloを含む鉱化圏の外側部に当るのであろう。輝安鉱脈以外には、顕著な鉱徴は認められない。A地区西南端の衝上断層西側の区域には、ゴッサンや鉛・亜鉛鉱脈が認められるが、これについては前述した。



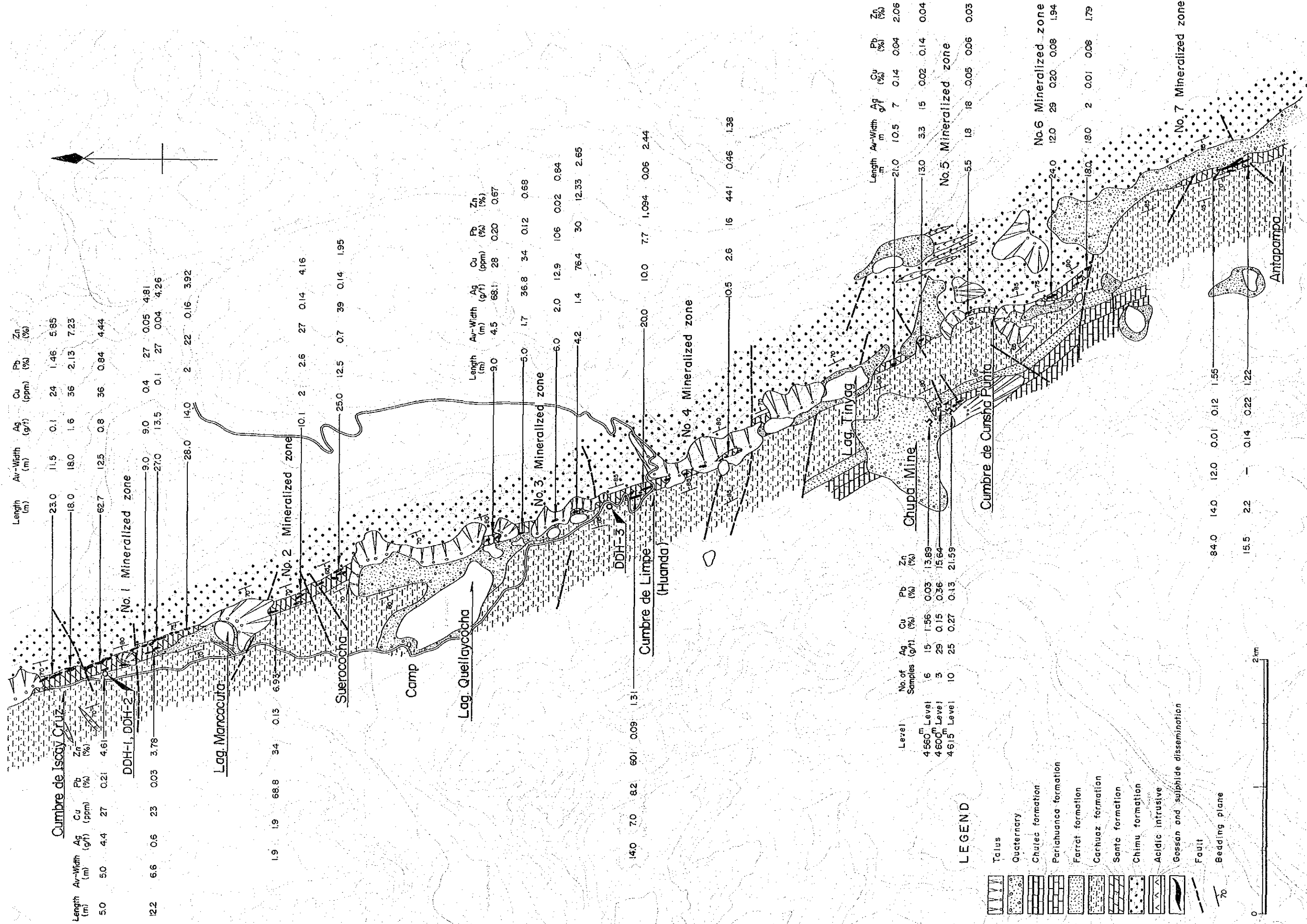


Fig. I-6. Mineralized Zone of the Iscay Cruz Area



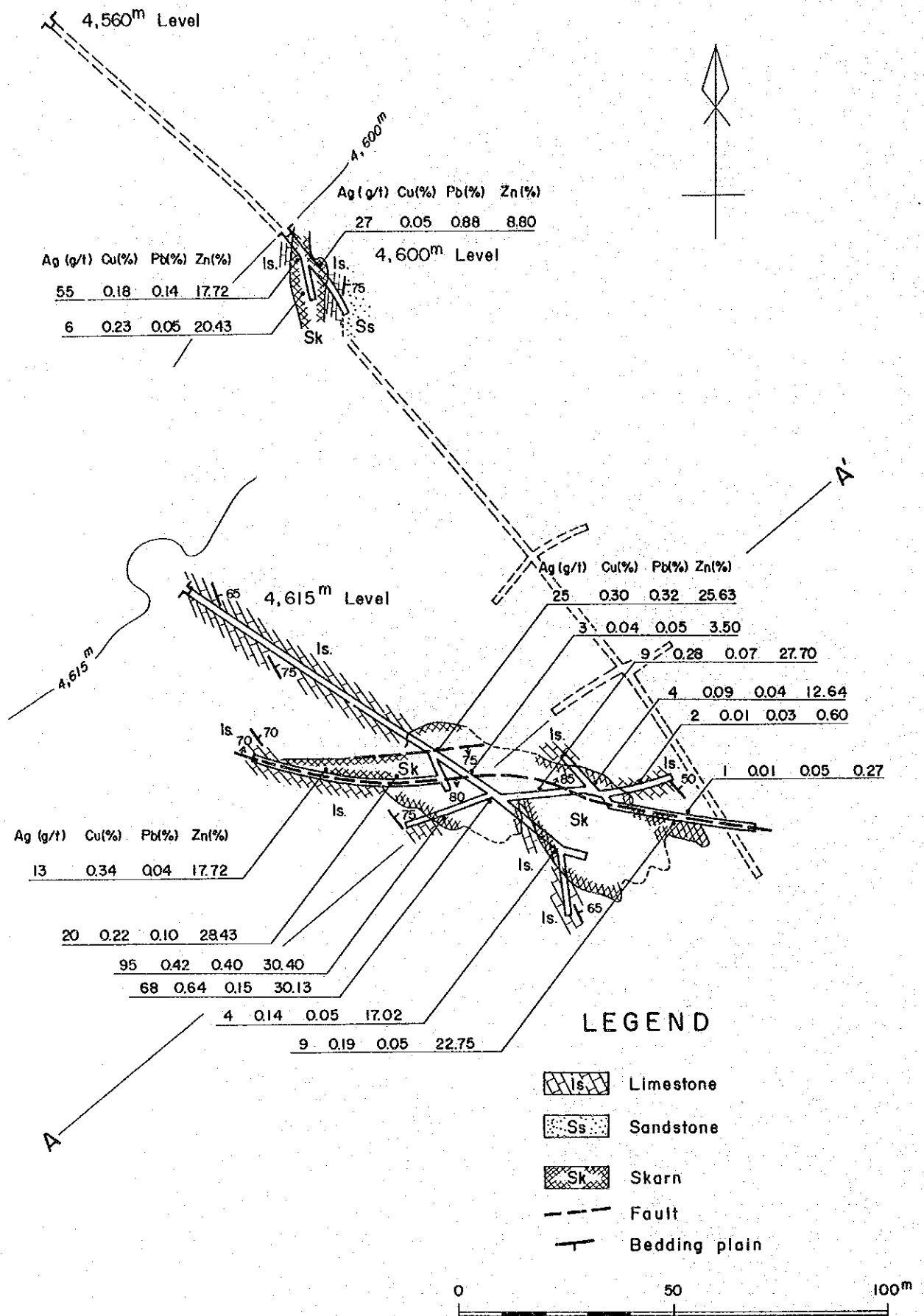


Fig. I-7. Geological Survey Map of the Chupa Mine

(1) 4,615<sup>m</sup> Level

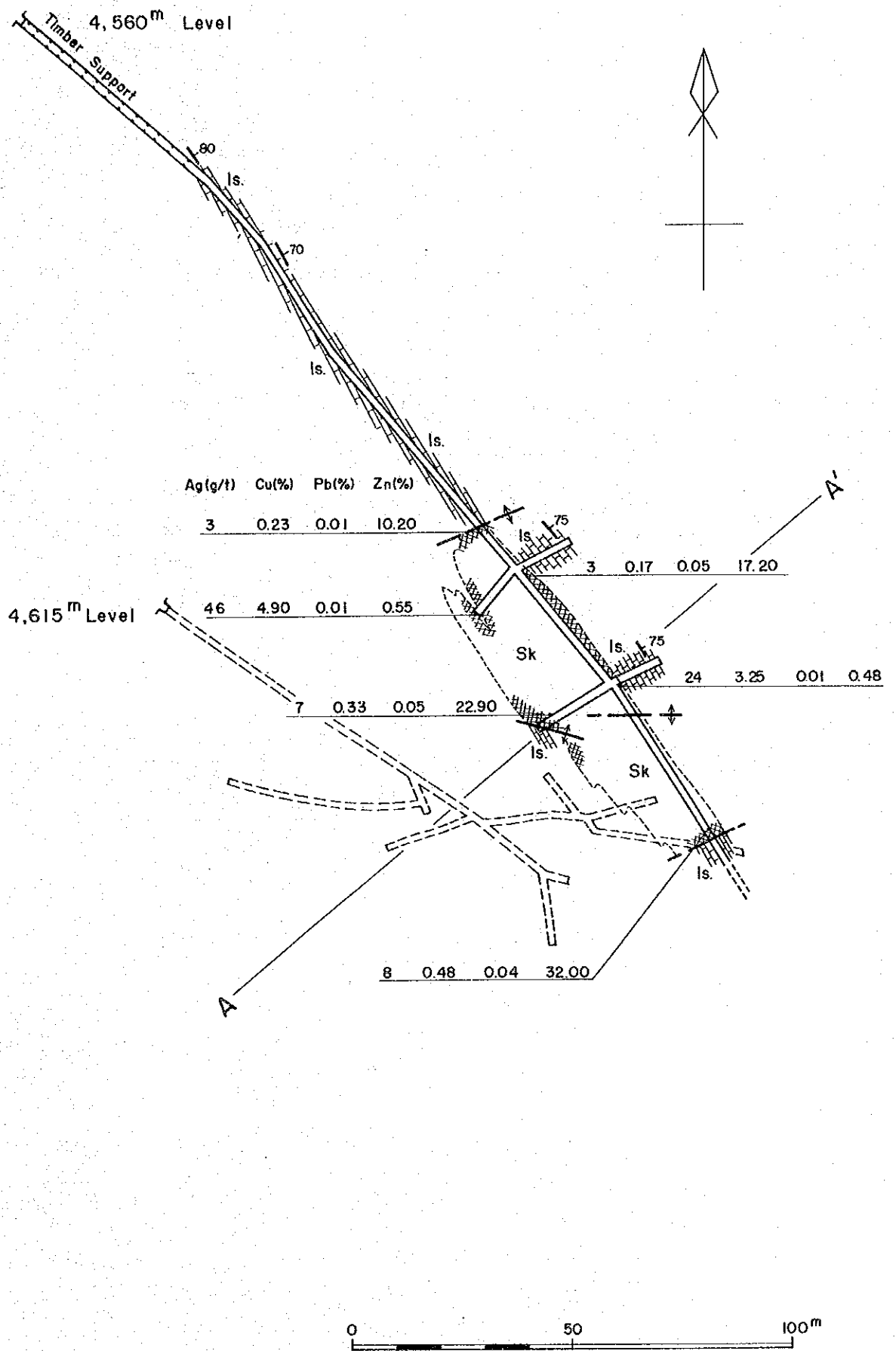
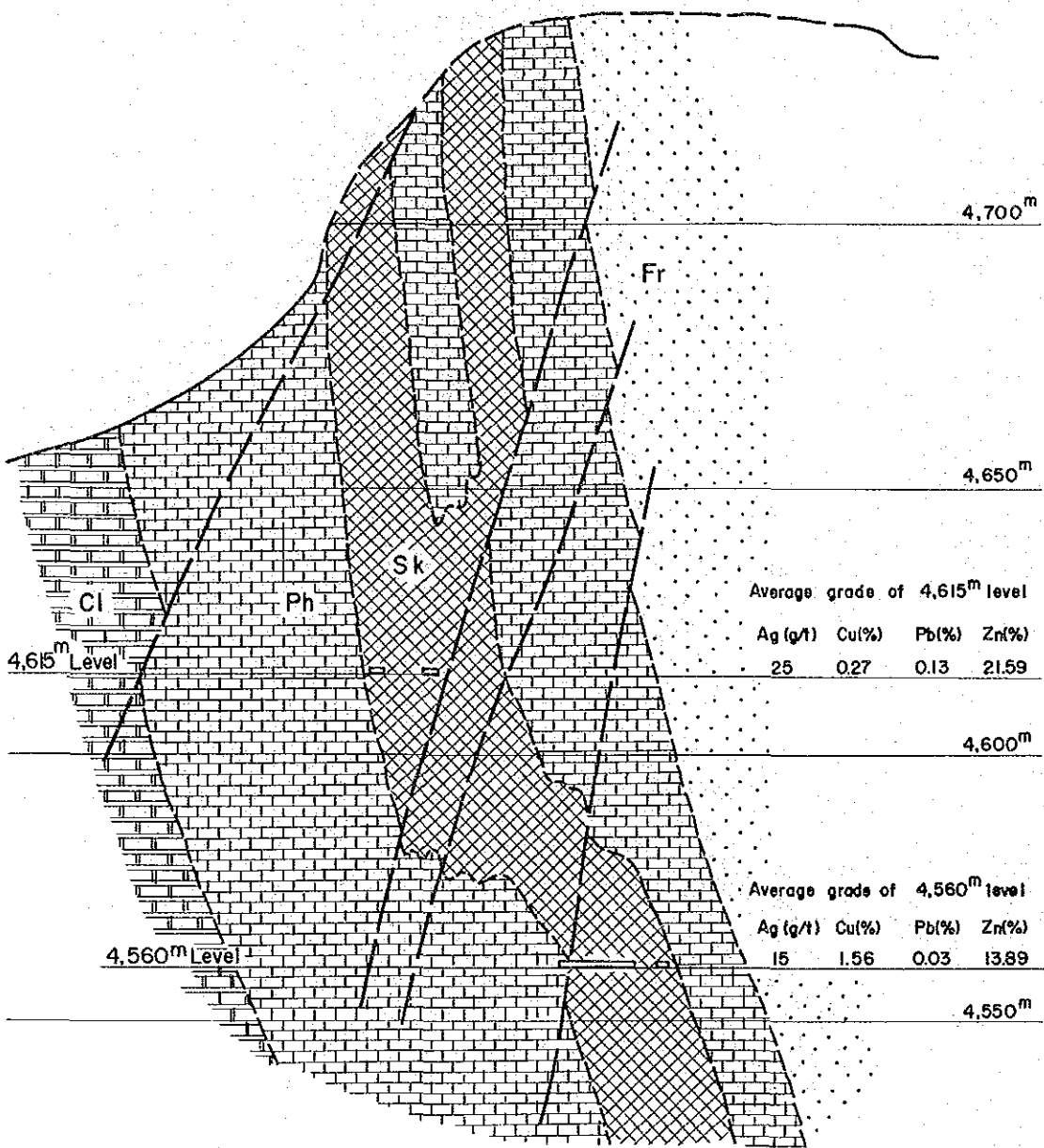


Fig. I-7. Geological Survey Map of the Chupa Mine

(2) 4,560<sup>m</sup> Level

A — A' Section



LEGEND

- Chulec formation
- Parahuanca formation
- Farrat formation
- Skarn
- Fault

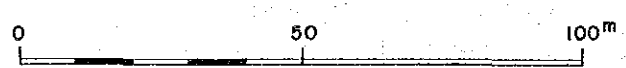


Fig. I-7. Geological Survey Map of the Chupa Mine  
 (3) Section, WSW — ENE



Table I-3 List of mineralized zones in the surveyed area

Area	Zone	Location	Kind of Ores	Host Rock		Type of Mineralization	Mode of Occurrence	Scale of Mineralized Zone	Scale of Unit Orebody		Direction	Grade of Ore	Ore Minerals	Gangue Minerals	Remarks	
				Formation	Lithology				Length	Width						
D	Iscay Cruz	IC-No.1	Pb,Zn	St	Ls,Do	rep	mas-band	1,200m	140m	25m	NNW-SSE	Cu 30ppm Pb 0.71% Zn 4.76%	Zn-Ox, Sp,Gl	Ge,Qt, Sid,Dm	Low grade Pb,Zn diss. ore in siderite confirmed by drilling.	
		IC-No.2	Pb,Zn	St	Ls,Do	rep	mas-band	650m	50m	23m	NNW-SSE	Cu 35ppm Pb 0.14% Zn 2.81%	Zn-Ox, Sp,Gl	Ge,Qt, Sid,Dm		
		IC-No.3	Pb,Zn	St	Ls,Do	rep	mas-band	800m	30m	5m	NNW-SSE	Cu 49ppm Pb 2.24% Zn 1.06%	Sp,Gl, Py,Po	Dm,Sid, Qt,Ge	High grade Pb,Zn ore with mas. Py confirmed by drilling.	
		IC-No.4	Pb,Zn	St	Ls,Do	rep	mas-band	1,000m	80m	12m	NNW-SSE	Cu 0.09% Pb 0.07% Zn 1.97%	Sp,Gl, Py,Po	Hm,Sid, Qt,Ge		
		IC-No.5	Pb,Zn	St	Ls	skarn	dis	100m	100m	20m	NNW-SSE	Cu 0.14% Pb 0.04% Zn 2.06%	Sp, Py,Mg	Tr,Gn, Qt		
		IC-No.6	Cu,Zn	St	Ls,Do	rep	mas-band	450m	100m	20m	NNW-SSE	Cu 0.65% Pb 0.18% Zn 1.94%	Cp,Sp, Py,	Qt,Ge		
		IC-No.7	Pb,Zn	St	Ls,Do	rep	mas-band	300m	250m	24m	NNW-SSE	Cu 0.03% Pb 0.14% Zn 1.50%	Zn-Ox	Ge,Qt, Hm		
		Chupa	Cu,Zn	Ph	Ls	skarn	mas, diss	170m	90m	22m	NNW-SSE E-W	Cu 0.66% Pb 0.13% Zn 18.22%	Cp,Sp, Py,Po	Tr,Hd, Qt	Explored by tunnelling.	
Chiu-chin	Vizcachaca	Ag, Pb,Zn	Cp	Volc	fr-fil	Vein	100m	50m	1m	N80°E	Cu 0.05% Pb 7.6 % Zn 11.0 %	Gl,Sp	Qt	Abandoned		
B	Jatunpata	Cochaquillo	Cochaquillo	Ag, Pb,Zn	Jm	Ls	skarn	mas, diss	400m x 200m	100m	5m	NNW-SSE	Ag 190g/t Pb 22.7 % Zn 16.0 %	Gl,Sp, Py,Mg	Gn,Tr, Qt	Surveyed by pitting
		Chagapata	Chagapata	Ag, Cu,Zn	St	Ls	skarn	mas, diss	500m	50m	5m	NNW-SSE	Ag 80g/t Cu 0.6 % Zn 0.5 %	Cp,Sp, Py	Qt,Sk	
		Jatunpata-E	Jatunpata-E	Ag, Pb,Zn	Ph	Ls	fr-fil	network	150m x 150m	10m	0.1m	N60°E	Ag 672g/t Pb 2.9 % Zn 11.8 %	Tet, Gl,Sp	Rdc,Qt	
		Jatunpata-S	Jatunpata-S	Ag, Pb,Zn	Cz	Sh,SS	fr-fil	vein	50m	+50m	0.5m	N20°E	Ag 52g/t Pb 4.2 % Zn 5.4 %	Gl,Sp	Rdc,Qt	

St: Santa  
Ph: Pariahuanca  
Jm: Jumasha  
Cz: Carhuaz  
Cp: Calipuy  
Ls: Limestone  
Do: Dolostone  
Sh: Shale  
SS: Sandstone  
Volc: Volcanics  
rep: replacement  
fr-fil: fracture-filling  
mas-band: massive-banded  
diss: dissemination  
Zn-Ox: Zn-Oxides  
Sp: Sphalerite  
Gl: Galena  
Cp: Chalcopyrite  
Py: Pyrite  
Po: Pyrrhotite  
Mg: Magnetite  
Tet: Tetrahedrite  
Hm: Hematite  
Ge: Goethite  
Qt: Quartz  
Dm: Dolomite  
Sid: Siderite  
Tr: Tremolite  
Hd: Hedenbergite  
Ga: Garnet  
Rdc: Rhodocrosite  
Sk: Skarn minerals

Table I-4 Summary of X-ray diffraction test

Sample No.	Mineral																							
	Quartz	Calcite	Dolomite	Siderite	Barite	Tremolite	Rhodonite	Vermiculite	Sericite	Phlogopite	Talc	Chlorite	Kaolinite	Copiapite	Bianchite	Pyrophyllite	Chalcophanite	Sphalerite	Galena	Pyrite	Pyrrhotite	Hematite	Magnetite	Goethite
NO-304	⊙			○								○						⊙		•		•	○	
NO-309														⊙	○									
No-312	○																							⊙
NO-313	⊙								○															
NO-317		⊙	⊙								○	○												•
NO-320	○			○								•						⊙	○	○	⊙			
NO-322	⊙											○												○
NO-324	⊙																							⊙
NO-325	⊙												○										⊙	
NO-333	⊙																						○	⊙
NO-334	⊙															⊙				•			○	
NO-346						⊙		⊙	○															
NO-381	○	•											○											⊙
NO-382	⊙	•											○				○							⊙
NO-383	○	•											○											⊙
NO-384	○	○			○				•				○				○							⊙
NO-385				⊙									•											○
NO-388	○		⊙										•											
NO-389	○	○			○								○				•	○						○
NO-394	•	⊙																						
NO-395	⊙		○															•						○
NO-401	•											○						⊙	⊙	•				
SO-216	⊙								⊙															
TO-227	○						○			⊙			○					○						
IC-602	⊙								○		⊙	⊙							○				⊙	•
IC-620	⊙			⊙					⊙								•	•						○
IC-641	⊙								○								•							○
IC-645	⊙								○															⊙
TP-204	○	○		○					•				○					⊙					○	
TP-206	⊙		•						⊙			⊙						⊙						

⊙ Very abundant      ○ Common      • Very rare  
 ⊙ Abundant      ○ Rare

Table I-5 Assay results of rock-forming elements

No.	Field No.	Location	Rock Type	Ca (%)	Mn (%)	Fe (%)	Mg (%)	Ba (%)	Sr (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	Co (ppm)
1	NO-301	IC-5	Ls	38.09	0.02	0.21	0.37	< 0.1	< 0.1	3.24	2
2	NO-305	IC-5	Do	20.49	0.32	1.39	11.37	< 0.1	< 0.1	7.07	1
3	NO-310	IC-5	Ls	38.62	0.01	0.19	0.38	< 0.1	< 0.1	2.16	1
4	NO-319	IC-3	Ls	38.05	0.01	0.49	0.38	< 0.1	< 0.1	1.56	1
5	NO-321	IC-5	Ls	38.55	0.01	0.24	0.49	< 0.1	< 0.1	1.74	1
6	NO-323	IC-5	Ls	34.80	0.23	0.61	0.59	< 0.1	< 0.1	9.13	1
7	NO-329	IC-5	Ls	35.39	0.06	0.23	1.09	< 0.1	< 0.1	7.20	1
8	NO-381	IC-1	Gs	0.04	15.76	27.70	8.52	< 0.1	< 0.1	13.41	4
9	NO-388	IC-1	Do	21.52	0.38	0.89	11.41	< 0.1	< 0.1	3.04	2
10	NO-392	IC-2	Do	20.39	1.58	0.74	11.38	< 0.1	< 0.1	7.09	1

Ls --- Limestone, Do --- Dolostone, Gs --- Gossan