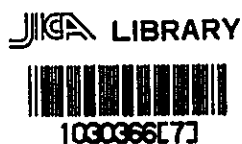


ペルー共和国オヨン地域
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書



昭和 57 年 3 月

金属鉱業事業団
国際協力事業団

國際協力事業團	
受入 用印 5784.8152	709
登録No. 13449	E66K
	MPN

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54年度から昭和56年度までの3年間にわたって実施され、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3年間の調査結果をまとめたものである。

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ものである。

昭和57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

-  Surveyed area(1979)
-  Surveyed area(1980)
-  Surveyed area (1981)
-  Capital of prefecture
-  City
-  Rail way
-  Road
-  River

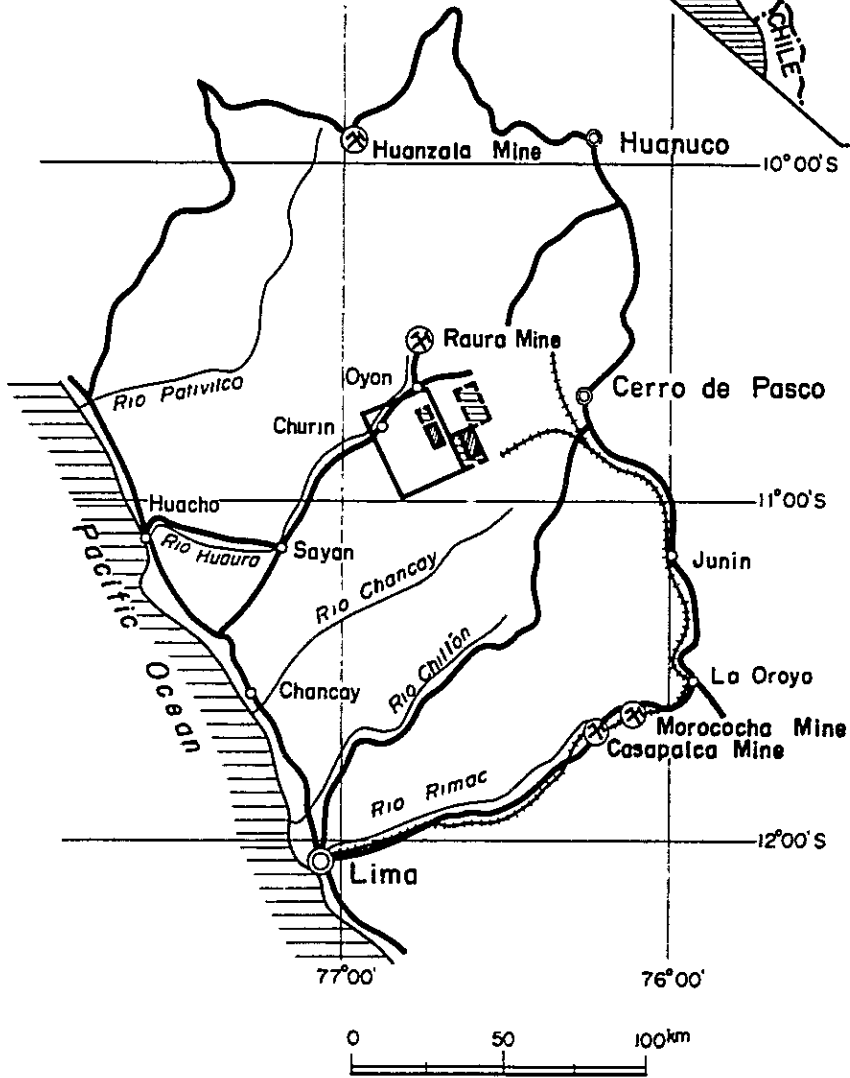


Fig. 1. Index Map

要 約

本報告書は、ペルー共和国オヨン地域において、1979年より1981年に至る3年間にわたって実施された鉱物資源開発のための協力基礎調査の結果をとりまとめたものである。本調査の目的は、オヨン地域における地質構造と鉱化作用との関連性を解明し、次段階の探査活動に有益な指針を得ることにある。

オヨン地域は、ペルー共和国の首都Limaの北方約100km、西部アンデス山脈の脊梁部に位置し、面積は約860km²である。この地域に対して、3年間にわたり、地質調査が段階的に実施され、鉱物資源賦存の有望地域として抽出されたIsca Cruz地区に対しては、地質精査のほか、物理探査およびボーリング調査が実施された。実施された物理探査は、IP法、15測線、測線総延長35.9km、およびEM法、10測線、測線総延長13.0kmである。ボーリング調査は、11個所で12本、掘進総延長2,654mである。

これらの総合的調査により、オヨン地域の地質層序、地質構造、火成活動の性格、鉱化作用と地質構造との関係、各鉱化示徴の特徴などが明らかとなった。Isca Cruz地区では、物理探査の結果、顕著な物探異常帯が検出され、ボーリングにより高品位鉛・亜鉛・硫化鉱体および高品位銅・亜鉛スカルン鉱体の胚胎が確認された。

オヨン地域には、中生代堆積岩類が広く分布し、アンデス方向NNW-SEE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。Isca Cruz鉱化帯は、Oyonの南南東7kmから19km、標高4,700mの高地に位置し、延長12kmにわたって、層厚40mから80mのSanta層石灰岩中に胚胎している。本鉱化帯にはスカルン鉱床で特徴づけられる接触交代鉱床、ならびに塊状硫化鉱床および菱鉄鉱中の鉛・亜鉛鉱床で特徴づけられる熱水交代鉱床とが共存している。

3年間にわたる各種調査の結果、Isca Cruz地区については、高品位銅・鉛・亜鉛鉱床の賦存を確認することにより、当初の調査目標は完全に達成された。本地区は、鉱量的にも大きな期待が持てるので、今後、開発に見合う経済的鉱量の獲得を目的とするより精度の高い調査・探鉱へ移行することが望ましい。

目 次

は し が き	
位 置 図	
要 約	
第1章 序 論	1
1-1 調 査 目 的	1
1-2 調 査 概 要	1
1-3 調 査 団 員	1
第2章 調査地域の一般事情	2
2-1 位置および交通	2
2-2 地 形	2
2-3 気象および植生	3
2-4 住民および産業	3
第3章 調査概要	5
3-1 第1年次(1979年度)調査	5
3-2 第2年次(1980年度)調査	5
3-3 第3年次(1981年度)調査	6
第4章 地質概要	7
4-1 地質概要	7
4-2 堆積岩類	8
4-3 Calipuy火山岩類	9
4-4 貫入岩類	9
4-5 地質構造	10
4-6 地史概要	11
第5章 鉱床概要	13
5-1 鉱床概要	13

5-2	Iscay Cruz 鉍化帯	13
5-3	Chupa 鉍床	14
5-4	Cochaquillo 鉍床	15
第6章	調査結果の概要	17
6-1	地質調査	17
6-2	地化学探査	17
6-3	物理探査	17
6-4	ボーリング調査	18
第7章	Iscay Cruz 鉍化帯の総合的検討	22
7-1	地質構造と鉍化作用との関係	22
7-2	火成活動と鉍化作用との関係	22
7-3	母岩の変質	22
7-4	鉍石鉍物と脈石鉍物の累帯分布	23
7-5	物理探査結果の検討	24
7-6	ボーリング結果の検討	24
7-7	露頭状況と鉍化作用	25
7-8	鉍床成因の考察	25
第8章	結論および将来への展望	26
8-1	結 論	26
8-2	将来への展望	26
参 考 文 献		27

Attached Plates

LIST OF FIGURES

- Fig. 1 Index map
- Fig. 2 Schematic profile of the Central Andes area
- Fig. 3 Relation between geological structure and mineralization in the Oyon area
- Fig. 4 Geological profile of the Oyon area
- Fig. 5 Geological column and igneous activity in the surveyed area
- Fig. 6 Q-Kf-Pl diagram for normatic composition of igneous rocks
- Fig. 7 MFA diagram for magmatic differentiation of igneous rocks
- Fig. 8 Mineralized zone of the Iscay Cruz area
- Fig. 9 Geological survey map of the Chupa mine (1), (2), (3)
- Fig. 10 Mineralized zone of the Cochaquillo area
- Fig. 11 Triangular diagram for Cu-Ag-Pb-Zn ratio in the Cochaquillo area
- Fig. 12 Value dispersion of geochemical samples in the surveyed area
- Fig. 13 Histogram and cumulative frequency curve for Cu, Pb, and Zn contents of geochemical samples (1), (2), (3)
- Fig. 14 Summarized map of IP anomalies
- Fig. 15 EM component curve (1), (2)
- Fig. 16 Geological section for DDH-1 and DDH-2
- Fig. 17 Geological section for DDH-3
- Fig. 18 Geological section for DDH-4
- Fig. 19 Geological section for DDH-5
- Fig. 20 Geological section for DDH-6
- Fig. 21 Geological section for DDH-7
- Fig. 22 Geological section for DDH-8
- Fig. 23 Geological section for DDH-9
- Fig. 24 Geological section for DDH-10
- Fig. 25 Geological section for DDH-11
- Fig. 26 Geological section for DDH-12
- Fig. 27 Variation diagram for chemical components of the carbonate rocks of the Santa formation in the Iscay Cruz area
- Fig. 28 Triangular diagram for Cu-Pb-Zn ratio in the Iscay Cruz area
- Fig. 29 Triangular diagram for Cu-Pb-Zn ratio in the drilled core

LIST OF TABLES

Table 1	Outline of the survey
Table 2	Member list of the survey team
Table 3	Isotopic age of igneous rocks
Table 4	List of mineralized zones in the surveyed area
Table 5	Results of statistical analysis on the geochemical samples
Table 6	List of drilling

LIST OF PLATES

PL. III-1	Geologic Drill Log, DDH-1
PL. III-2	Geologic Drill Log, DDH-2
PL. III-3	Geologic Drill Log, DDH-3
PL. III-4	Geologic Drill Log, DDH-4
PL. III-5	Geologic Drill Log, DDH-5
PL. III-6	Geologic Drill Log, DDH-6
PL. III-7	Geologic Drill Log, DDH-7
PL. III-8	Geologic Drill Log, DDH-8
PL. III-9	Geologic Drill Log, DDH-9
PL. III-10	Geologic Drill Log, DDH-10
PL. III-11	Geologic Drill Log, DDH-11
PL. III-12	Geologic Drill Log, DDH-12

第 1 章 序 論

1-1 調査目的

本調査は、ペルー共和国オヨン地域において、地質構造と鉍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を目的とする。

1-2 調査概要

オヨン地域は、西部アンデスの脊梁部に位置し、A地区、B地区およびC地区の3地区より成る。各地区の面積は、各々71km²、89km²、および700km²で、合計面積は860km²である。本調査は、ペルー共和国における鉍物資源開発のための協力基礎調査として、1979年から1981年にかけて、3年間にわたって実施された。各年度の調査地区および調査方法はTable 1のとおりである。

1-3 調査団員

本調査の現地作業および解析作業は、ペルー共和国地質鉍物冶金研究所 (Instituto Geologico, Minero y Metalurgico; 略称 INGEMMET) の協力を得て、三井金属エンジニアリング株式会社により実施された。各年度の調査団員は、Table 2 に示されている。

Table 1 Outline of the Survey

Survey Method	Phase I (1979)	Phase II (1980)	Phase III (1981)	Remarks
Geological Survey				
Regional survey (Km ²)	700	160	40	Oyon A, B and C areas
Detailed survey (Km ²)		40	2	Iscay Cruz and Cochaquillo areas
Detailed mapping (Km ²)				Iscay Cruz area
Study on aerial photograph (Km ²)	700	160	200	
Trenching (m)	200	200		
Geochemical survey (No. of samples)	464	164	157	
Geophysical Prospecting				
IP method No. of survey lines		8	7	Iscay Cruz area
Total surveyed length (Km)		25.4	10.5	
EM method No. of survey lines		2	8	
Total surveyed length (Km)		3.0	10.0	
Drilling Exploration				
No. of drill holes		3	9	Iscay Cruz area
Total length (m)		564	2,086	

Table 2 Member List of the Survey Team

担 当 業 務	第 1 年 次 (1979)	第 2 年 次 (1980)	第 3 年 次 (1981)
日本側調査計画・折衝	坊 城 俊 厚 沢 田 賢 治 名 井 肇 佐 藤 弘	齊 藤 顕 沢 田 賢 治 米 田 一 弘	田 所 久 造 小 泉 俊 夫 北 善 次 及 川 準之助
ペルー側調査計画・折衝	Edgardo Ponzoni Aurelio Cossio Gregorio Flores	Benjamin Morales Edgardo Ponzoni Gregorio Flores	Francisco Sotillo Gregorio Flores Augusto Zelaya
日本側調査団 団 長 地質調査	佐 藤 弘 中 村 仁 一 沢 田 賢 治 田 上 勇 吉 齊 藤 稔 菅 原 一 安	中 村 仁 一 田 上 勇 吉 菅 原 一 安	中 村 仁 一 田 上 勇 吉 菅 原 一 安
物理探査		青 山 孝 田 島 俊 雅 立 川 三 郎	田 中 栄 治 立 川 三 郎 松久保 和 人
試錐工事		山 本 延 彦 山 下 幸 一 関 口 茂 男 津 田 孝 行 寺 下 吉 雄	山 本 延 彦 関 口 茂 男 津 田 孝 行 神 成 総 二 吉 田 徹 男 形 部 雄 二 中 坪 栄 二 谷 川 勝 政
ペルー側調査団 団 長 地質調査	Oscar Palacios Fernand Llosa Manuel Montoya Zenen de la Cruz Cesar Zedano	Fernand Llosa Cesar Vilca Guillermo Diaz	Fernand Llosa Cesar Vilca
物理探査		Emilio Rojas	Emilio Rojas

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（リマ）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）から短絡路を通って直接Sayán（サヤン）に至るルートの2通りがある（Fig.1参照）。Huachoまでは2車線完全舗装のパンアメリカン・ハイウェイが通じている。HuachoよりSayánまでは舗装されているが、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、後者で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（ウアウラ川）に沿った溪谷を縫う悪路となり、Churín（チュリン）まで61kmで約2時間を要する。ChurínからOyonまでは32km、約1時間20分である。Iscaj Cruz（イスカイ・クルス）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Iscaj 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。

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の原流部に位置し、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. 2参照）。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。

精査対象となったIscaj Cruz地区およびCochaquillo地区の標高は最低部でも4,600mである。分水嶺付近は常時積雪があり、4,800m以上は氷河に覆われている。

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-SSW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（チムー）層が中位の山塊、頁岩および砂岩よりなるCarhuaz（カルワズ）層が鞍部を形成している。水系としては、NNW-SSW方向と、これと直交するENE-WSSW方向が顕著に発達している。NNW-SSW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-WSSW系は断裂系を反映している。

2-3 気象および植生

1) 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、5月～9月の乾季と、10月～4月の雨季に分けられる。分水嶺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) 植 生

本地域の植生の種類は、気候が乾燥又は寒冷のため、限定されている。低地は乾燥気候のため植生の生育は川筋に限られている。3,000～4,000mの高地では、Huacro（ワクロ）、Chuco（チュコ）、Viscayna（ビスカイナ）などのサボテン類が主で、4,000m以上では、Ichu o Paja（イチュ、パハ）、Piriulla（ピリウジャ）、Chapcha（チャプチャ）などの特殊な高山性草本類のみとなる。

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、Uchucchacua（ウチュクチャクア）鉱山、Chanca（チャンカ）鉱山などの近代的な鉱山が稼働されている。操業規模は、各々1,100t/d、200t/d（現在500t/dに増産中）、および200t/dであり、従業員数は各々800人、200人および450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(チュウチン)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。

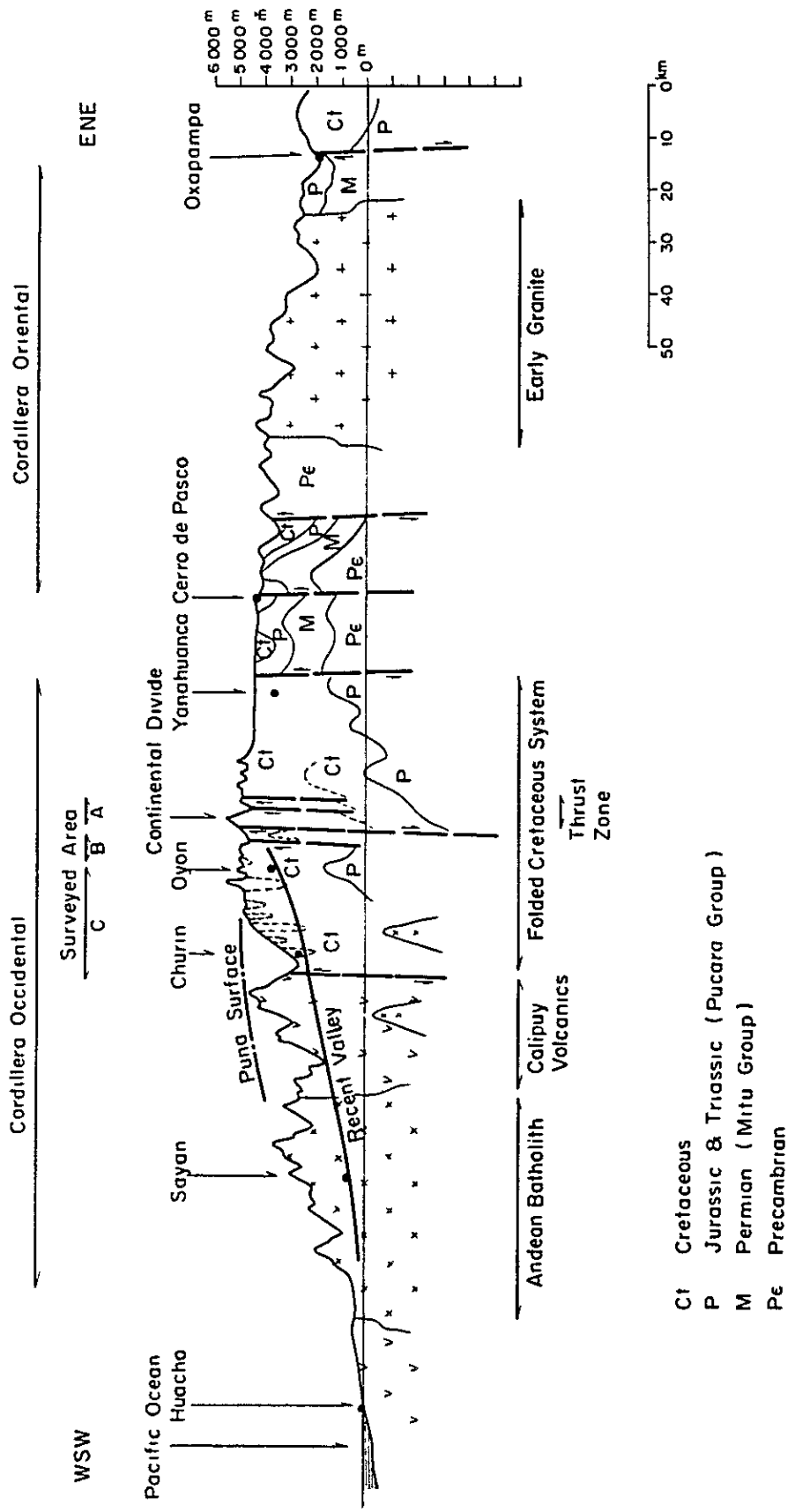


Fig. 2 Schematic Profile of the Central Andes Area

第3章 調査概要

3-1 第1年次(1979年度)調査

第1年次(1979年度)は、Churin, Oyon, Iscay Cruz, および Chiuchin を含む C地区面積700km²に対して、地質概査および地化学探査が実施された。本調査により、西部アンデスに位置するオヨン地域の地質構造の概要が明らかとなり、標高4,700mの高地に位置する Iscay Cruz 地区で、Santa (サンタ)層石灰岩中に胚胎する有望な鉛・亜鉛鉱化示徴の存在が確認された。

3-2 第2年次(1980年度)調査

第2年次(1980年度)は、大陸分水嶺の東側に位置するA地区および分水嶺の西側に位置しC地区の東側に隣接するB地区面積合計160km²に対して、地質概査および地化学探査が実施され、Iscay Cruz 地区に対しては、地質精査、物理探査、およびボーリング調査が実施された。

1) Iscay Cruz 地区

Iscay Cruz 地区の鉱化示徴は、NNW-SSE方向に帯状に延びる Santa 層中に、約12kmにわたって断続的に分布している。地表部の主な鉱徴は、マンガン成分に富む菱鉄鉱の酸化産物である黒色ゴッサン(gossan)で、北部のCumbre de Iscay Cruz(イスカイクルス峠)区域に広く分布する。鉱化帯中央部のLimpe(リンペ)区域には、大量の赤鉄鉱を鉱染する珪化変質岩、ドロストーン中の方鉛鉱・閃亜鉛鉱鉱染、方鉛鉱・閃亜鉛鉱を濃集する塊状黄鉄鉱鉱体などが認められ、Tinyag(ティンヤク)区域には、黄鉄鉱・閃亜鉛鉱を鉱染するスカルン鉱体が露出する。さらに南のCunsha Punta(クンシャ・プンタ)区域には、閃亜鉛鉱・黄鉄鉱鉱体の露頭があり、最南端のAntapampa(アンタパンパ)区域は黒色ゴッサンとなる。

第2年次、Iscay Cruz 鉱化帯全域をカバーするIP(induced polarization)法による物理探査が実施され、一部区域でEM(electromagnetic)法が試験的に実施された。測線延長は、IP法が8測線で合計25.4km、EM法が2測線で合計3kmである。その結果、Limpe以南の区域で、顕著な高FE(frequency effect)異常帯および低AR(apparent resistivity)異常帯が検出された。

ボーリング調査は、Cumbre de Iscay Cruz 区域およびLimpe 区域の2箇所、孔数3本、掘進長計564mが実施され、Cumbre de Iscay Cruz 区域で菱鉄鉱中の鉛・亜鉛鉱染鉱床、Limpe 区域で方鉛鉱・閃亜鉛鉱を濃集する塊状黄鉄鉱鉱床の賦存が確認された。

2) A地区およびB地区

A地区およびB地区は、各々大陸分水嶺の東側および西側に隣接位置しており、面積は各々71㎏および89㎏である。両地区での地質概査および地化学探査によりB地区のCochaquillo-Chagapata(コチャキイジョーチャガパタ)地区で、銀・銅・鉛・亜鉛・鉄の強い鉍化示徴の存在が確認された。

3-3 第3年次(1981年度)調査

第3年次(1981年度)は、Isca Cruz地区で露頭精密調査および物理探査が継続実施され、本格的なボーリング調査が実施された。又、B地区Cochaquillo-Chagapata地区で地質精査が実施された。

1) Isca Cruz地区

露頭調査により、Santa層と鉍化示徴との関係、鉍化示徴の累帯配列、断層の発達とこれによるSanta層の転移状況などの事実が明らかになった。

最南端のAntapampa区域で、クロス測線によるIP法物理探査、計7測線、測線延長計10.5kmが実施され、本区域の伏在FE異常帯は1,500m以上にわたって南北に連続し、南方へ深度を増していることが判明した。又、地表部を新期堆積物で覆れたTinyag-Cunsha Punta区域で、EM法8測線、測線延長計10kmが実施され、Santa層の伏在が確実視され、しかもSanta層が鉍化変質を受けていることが期待される状況となった。

ボーリング調査は、9個所で孔数9本、合計2,090mが掘進された。Limpe区域では3本実施され、いずれも高品位鉍石部に着鉍した。なかでもDDH-5により捕捉された富鉍部は、着鉍巾23mで、品位はAg 163g/t、Pb 292‰、Zn 27.15‰に達している。Tinyag区域のスカルン露頭下で実施されたDDH-7では、114mにわたってスカルン帯が捕捉され、そのうち高品位部の着鉍巾は2個所合計26mで、平均品位はCu 238‰、Zn 19.58‰である。他にCunsha Punta区域で3本、Antapampa区域で2本のボーリングが実施され、DDH-8を除き、いずれも強い鉍化変質の存在が確認された。

2) Cochaquillo-Chagapata地区

Cochaquillo-Chagapata地区で実施された地質精査により、Cochaquillo鉍床は大規模なスカルン鉍床であり、銀と鉛に富むことが明らかとなった。しかし、高品位部は小規模かつ偏在しており、全体的に低品位である。

第4章 地質概要

4-1 地質概要

4-1-1 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 (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 (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果層の名称は、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 (カルワズ) およびFarrat (ファラット) の各果層に区分される。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) およびCelendin (セレンディン) の各果層に区分される。最上部がCasapalca (カサバルカ) 赤色層である。

これらの白亜紀堆積岩類は、第三紀の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. 3, Fig. 5 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、2~3kmの周期で、時に数10m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2km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1,500m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1~2km間隔で発達し、覆瓦構造を造っている。(Fig. 4 参照)。

4-1-2 A・B・C各地区の地質概要

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。

本地区の東縁部、Callejon山系の西縁に沿って、NNW-SSE方向の衝上断層が走り、Chimu層など主に下部白亜系より成る西側のブロックがJumasha層など上部白亜系の東側ブロックに押し上げ、これと接している。Callejon山系の東縁にも同系統の衝上断層が平行して走り、断層を境に、Jumasha層が上位のCelendin層やCasapalca層に接している。

衝上断層帯の西側に沿う本地区には、ENE-WSW系、E-W系などの断層・裂か群が複雑に発達している。又、火成活動も活発で、花崗閃緑岩などの岩株・岩脈が断続的に貫入している。これらの貫入岩類の一部は鉍化作用を伴っており、CochaquilloやChagapataなどの鉍化帯を形成している。

3) C 地区

C地区は、衝上断層帯および大陸分水嶺の西側に位置し、オヨン地域の大半を占める。Isca Cruzの鉛・亜鉛鉍化帯は、本地区の東端に沿い主にSanta層中に胚胎している。

C地区には、Oyon層からJumasha層に至る白亜系が広く分布し、これらの各累層はNNW-SSE方向を軸とする複合褶曲構造を造っている。本地区の西端には、第三紀のCalipuy火山岩類が、白亜系とは断層関係をもって分布している。火成活動としては、トータル岩、石英安山岩、石英斑岩、玢岩脈などが主要なものである。

4-2 堆積岩類

4-2-1 下部砕屑岩類

オヨン地域の最下部層を構成するのが、白亜系最下位のOyon層で、背斜軸に沿って分布する。本層は暗灰色の砂岩・頁岩互層より成り、石炭層を挟んでいる。珪質砂岩ないし珪岩より成るChimu層は、層厚600~700mで、デコボコの多い荒々しい山塊を形成している。Santa層は、主として良く成層した青灰色の石灰岩より成り、通常100~150mの層厚を有し、帯状に細長く分布している。Carhuaz層は頁岩・砂岩互層より成り、500~800mの層厚を有し、地形上の鞍部を造っている。Farrat層は珪質砂岩および石灰質砂岩より成り、層厚は100~120mである(Fig. 5参照)。

4-2-2 上部石灰岩類

暗灰色の塊状石灰岩より成る Pariahuanca 層は、層厚 100~200 m で、地形上の小突起部を造って帯状に細長く分布している。Ohulec 層は淡褐色の泥灰岩を主とし、層厚は約 200 m である。Pariatambo 層は、石灰岩および頁岩の薄層互層より成り、暗灰色あるいは黒色を呈する。Jumasha 層は、層厚 1,400 m を越す塊状石灰岩で、向斜軸に沿って明灰色に輝く急峻な山嶺を造っている。Celendin 層は淡黄色の泥灰岩を主とし、層厚は 200 m 程度であるが、ほとんどが剝離されている。

4-2-3 Casapalca 層

Casapalca 層は、礫岩、砂岩、頁岩、泥灰岩、石灰岩などにより成る赤色層で、通常地溝部を占め分布する。下位の Celendin 層又は Jumasha 層とは不整合関係を有し、Calipuy 火山岩類に不整合に覆われる。

4-3 Calipuy 火山岩類

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って広大な地域を占め分布している。しかし、オヨン地域における分布は、C 地域の西端部および B 地区に限られている。

本火山岩類は、主として安山岩質、石英安山岩質、および流紋岩質の溶岩および火成砕屑岩より成り、最下部に集塊岩が発達している。本火山岩類の岩相は変化に富み、地区により異なる。

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は対象的である。下位の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。本岩類の層厚は、B 地区では 900 m 以上で上部が剝離されているが、C 地区西端部では見掛上の層厚がおおよそ 3,000 m に達する。

4-4 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。これら火成岩類の生成年代測定値は、Table 3 に示され、31.3 百万年から 6.2 百年にわたっている。全岩分析値より計算したノルム値 (normative composition) を、石英-カリ長石-斜長石三角図表にプロットし、Fig. 6 に示した。大部分が Bateman 他 (1975) による花崗閃緑岩の領域にプロットされる。

又、火成岩類の全岩分析値を、MFA ($MgO - (FeO + Fe_2O_3) - (Na_2O + K_2O)$) 図表にプロットし Fig. 7 に示した。本図表によれば、本地域の火成岩類は、2~3 の例外を除き、ほぼ一線上に分布している。このことは、各岩体各々に、岩石組成、貫入形態および貫入時期が異なっても、ほぼ同種のマグマ (magma) に由来し、規則的な結晶分化作用 (crystallization)

zation differentiation)をたどり、組成変化を起したことを示している。これらの火成岩のたどった軌跡は、典型的なカルク・アルカリ系列(calc-alkalic series)に属している。

4-5 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. 3,4 参照)。

4-5-1 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、局地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ブランク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、著しく破砕されており、この破砕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。

4-5-2 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Rumi Cruz(ルミ・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、Rumi Cruz西衝上断層およびRumi Cruz東衝上断層が走っている。間隔は約2km、両断層の垂直転移量は合

計1,500m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(クタクチャ)断層、Picoy(ピコイ)断層などがこの系統に属する。

なお、Rumi 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10kmのShapra(シャブラ)断層、Oyon 南東約5kmのOtuto(オット)断層などがある。WNW-ESE系断層としては、Oyon 南西3kmのViroc(ビロク)断層、Oyon 南東約13km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1km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、又鈹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10mないし数100mの間隔で発達し、数m程度の転移を与えている。

4-6 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。本地域の東側には、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。本地域の西側には、第三紀の火山岩類が連続分布し、これにアンデス・パソリ

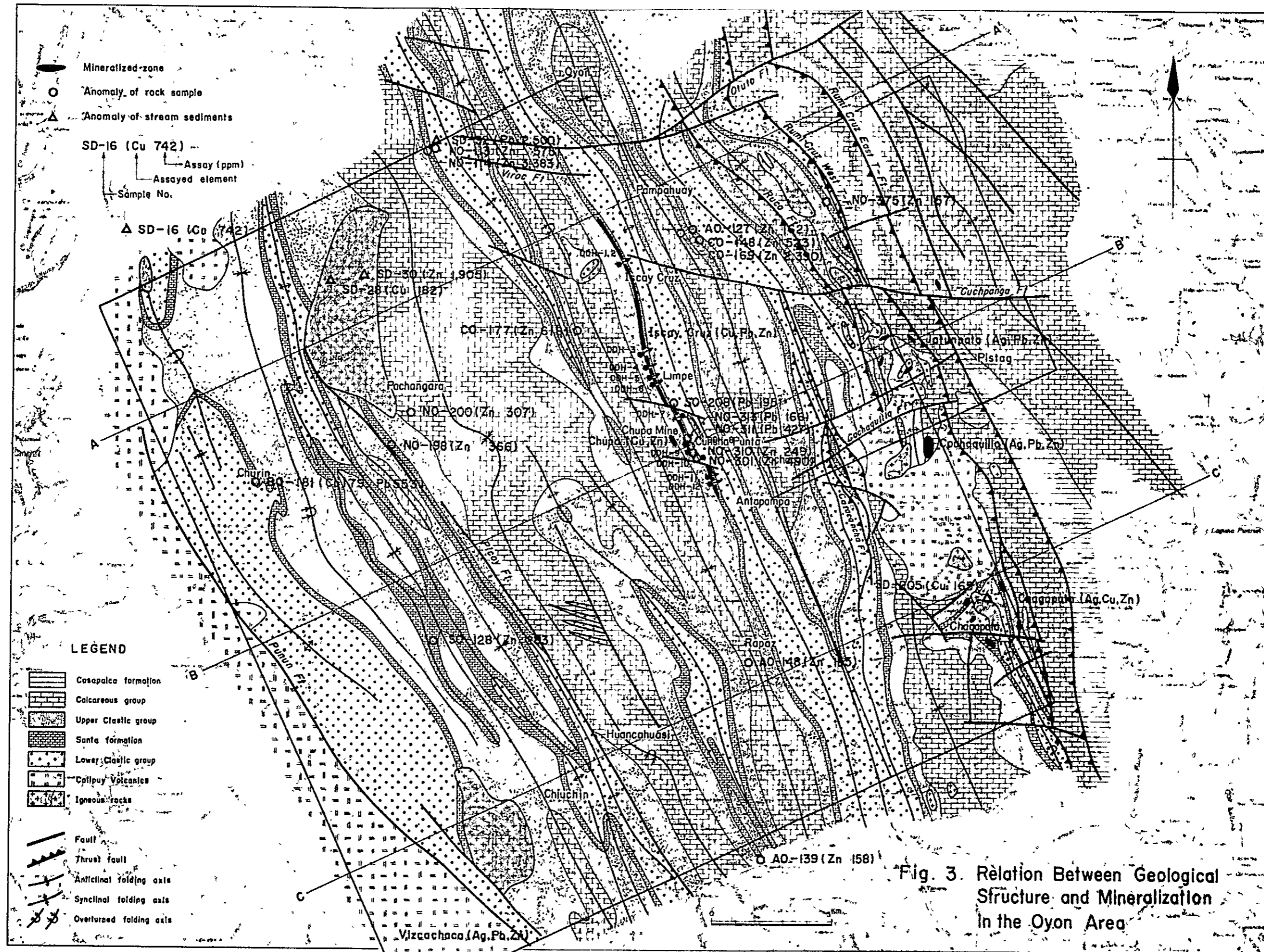


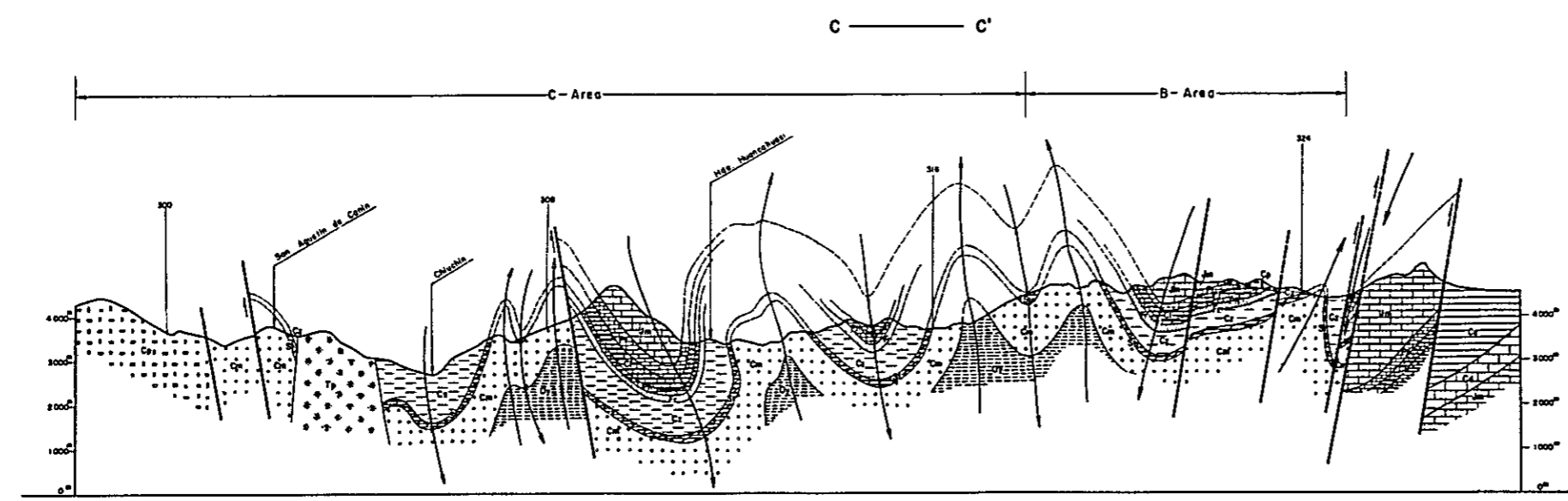
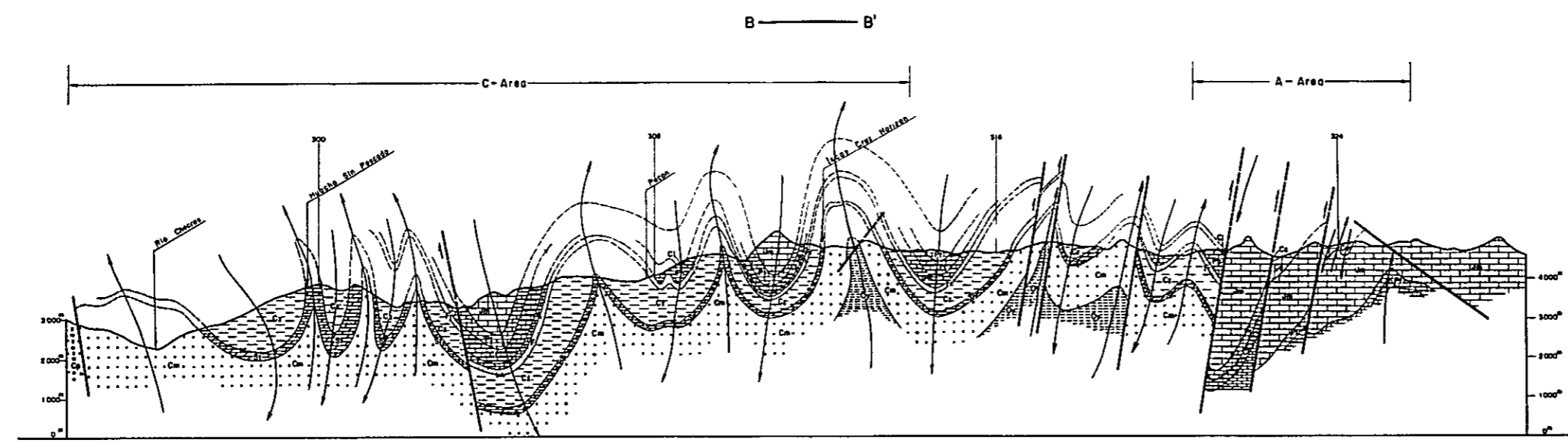
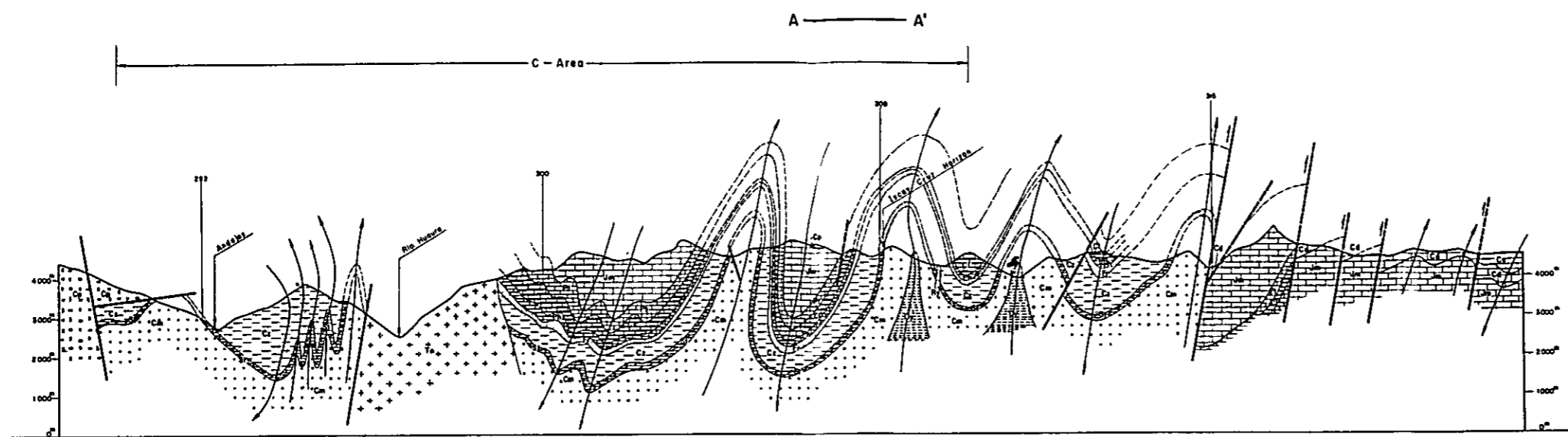
スが巨大な面積を占めて貫入している (Fig. 2 参照)。

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疊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、石灰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。

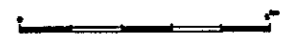
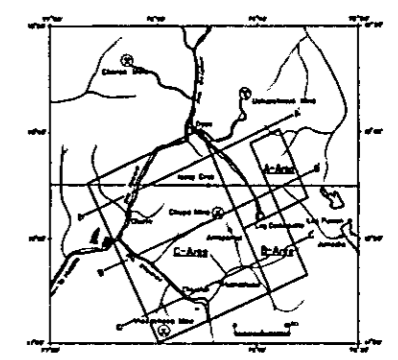
白亜紀末になると、この堆積盆地の西縁に火山活動が始り、その活動は第三紀に頂点に達した。長大な火山弧が形成され、大量の安山岩質溶岩と火山灰流が噴出し、その下部に大量の深成岩体が貫入した。第三紀火山岩類の分布は、延長 2 0 0 0 km にわたって、ペルー国土を南北に縦断している。その西側に、太平洋岸に沿って分布する巨大なアンデス・バソリスは、以後の侵食によって火山の土台が露出したもので、かつて西部山脈の脊柱を造っていたと考えられる。

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。





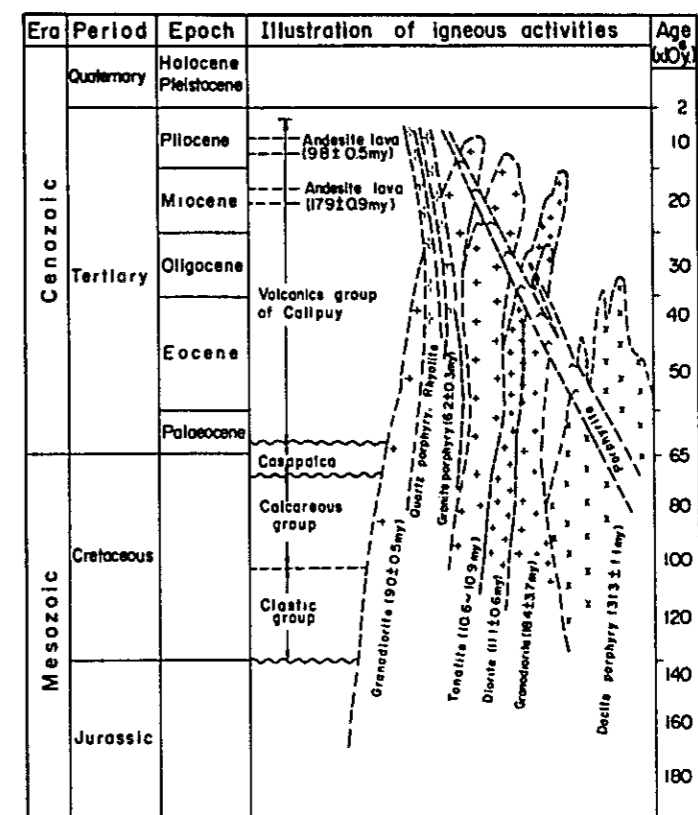
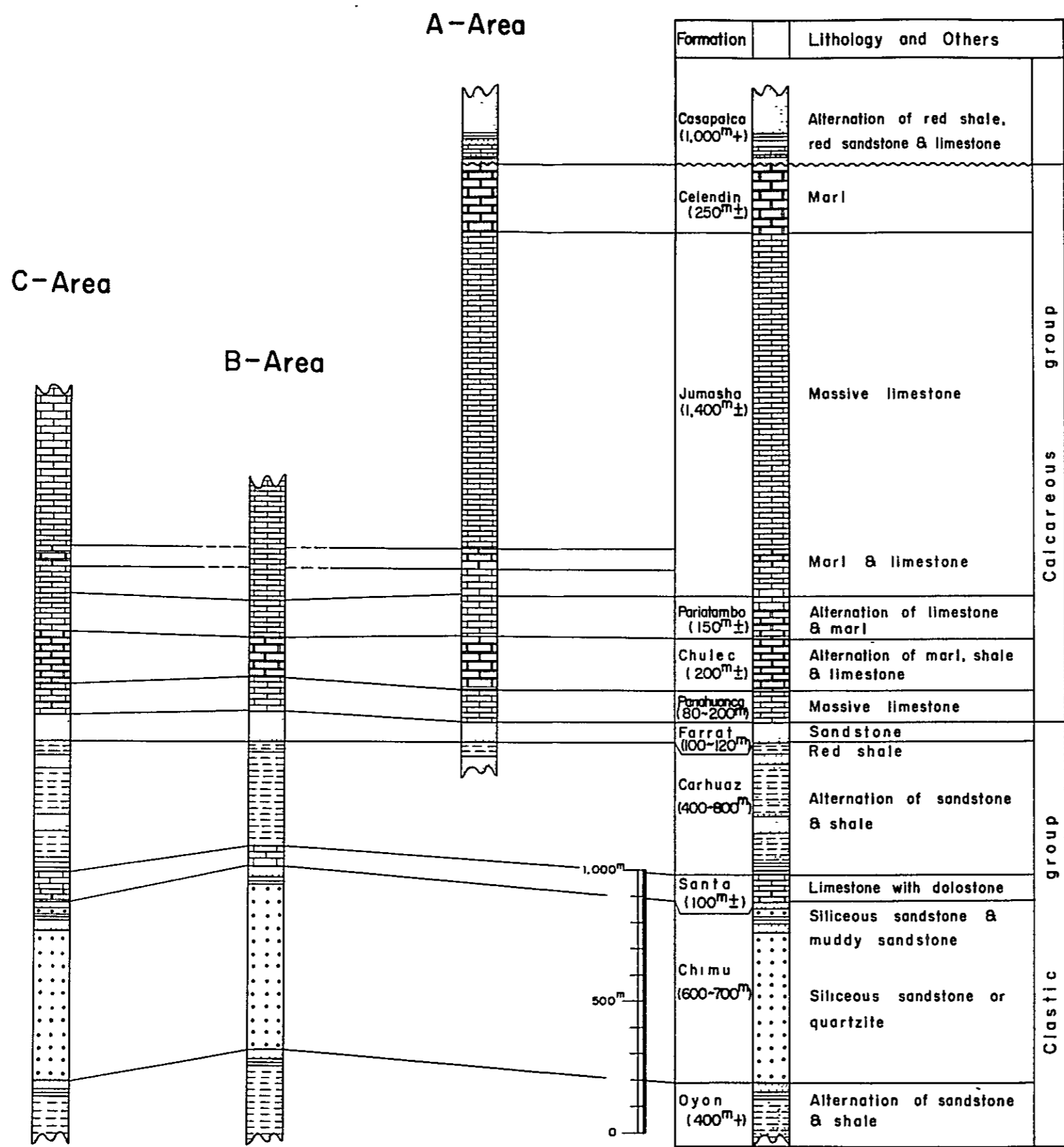
INDEX



LEGEND

SEDIMENTARY ROCK	
Quaternary	Q Alluvium
Tertiary	Ca Casapata formation
Cretaceous	Co Colandia formation
	Ju Junasho formation
	Pa Paratambo formation
	Ch Chules formation
	Pa Parahuancas formation
	Fr Ferret formation
	Ca Carhuas formation
	Se Sante formation
	Ch Chino formation
	Oy Oyon formation
IGNEOUS ROCK	
Rhyolite	Rhy Qvts porphyry
Tonalite	Tn porphyry
Tonalite	Tn
Colpuy	Colpuy volcanoes
Fault	
Anticlinal folding axis	
Synclinal folding axis	
A-A Geological section line	

Fig.4 Geological Profile of the Oyon 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
- Unconformity trap

Fig. 5 Geological Column and Igneous Activity in the Surveyed Area

Table 3 Isotopic Age of Igneous Rocks

	Field No. (Rock Name)	Location	Mineral	Isotopic Age (m.y.)	Ar ⁴⁰ /gm x 10 ⁻⁵	%Ar ^{40R}	%K
1979	A0-116 (Andesite)	G3	whole rock	17.9±0.9	0.113 0.108	52.1 55.3	1.57 1.59
	CO-121 (Tonalite)	G1	biotite	10.9±0.5	0.215 0.225	43.8 51.0	5.17 5.16
	CO-122 (Tonalite)	G1	biotite	10.6±0.5	0.267 0.258	56.6 47.8	6.36 6.32
	SO-176 (Dacite por.)	G1	biotite	31.3±1.6	0.133 0.129	39.2 36.2	1.09 1.04
1980	NO-350 (Granodiorite)	G4	biotite	9.0±0.5	0.162 0.164	45.3 43.8	4.60 4.66
	NO-373 (Diorite)	G4	whole rock	11.1±0.6	0.101 0.102	31.9 35.8	2.33 2.35
	NO-376 (Granite por.)	G2	whole rock	22.4±1.1	0.457 0.463	75.2 72.2	5.24 5.28
	NO-334 (Rhyolite)	G4	whole rock	- *	-	-	-
1981	NO-625 (Andesite)	G4	whole rock	9.8±0.5	0.088 0.089	33.9 35.6	2.31 2.32
	NO-633 (Granodiorite)	G4	hornblende	18.4±3.7	0.037 0.038	14.8 9.1	0.52 0.52
	NO-652 (Granite por.)	G4	biotite	6.2±0.3	0.172 0.175	37.6 42.7	7.21 7.24

Constants used

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

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

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

Notes

Ar^{40R} : Radiogenic Ar⁴⁰
m.y. : million years

Analyses were performed by Teledyne Isotopes, Westwood, New Jersey, U.S.A.

* Cleaning remains are not enough for measurement.

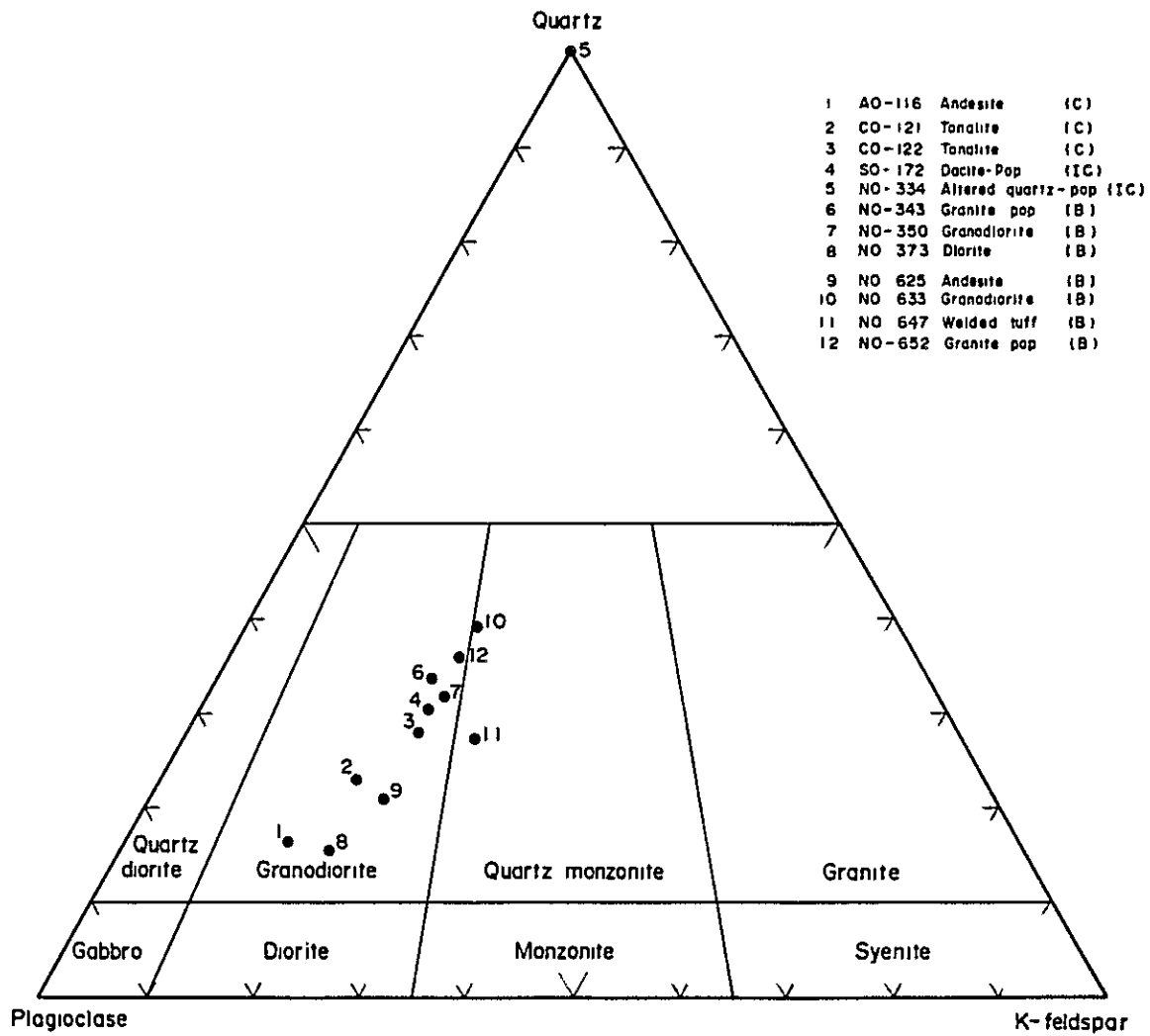


Fig. 6 Q-Kf-Pl Diagram for Normatic Composition of Igneous Rocks

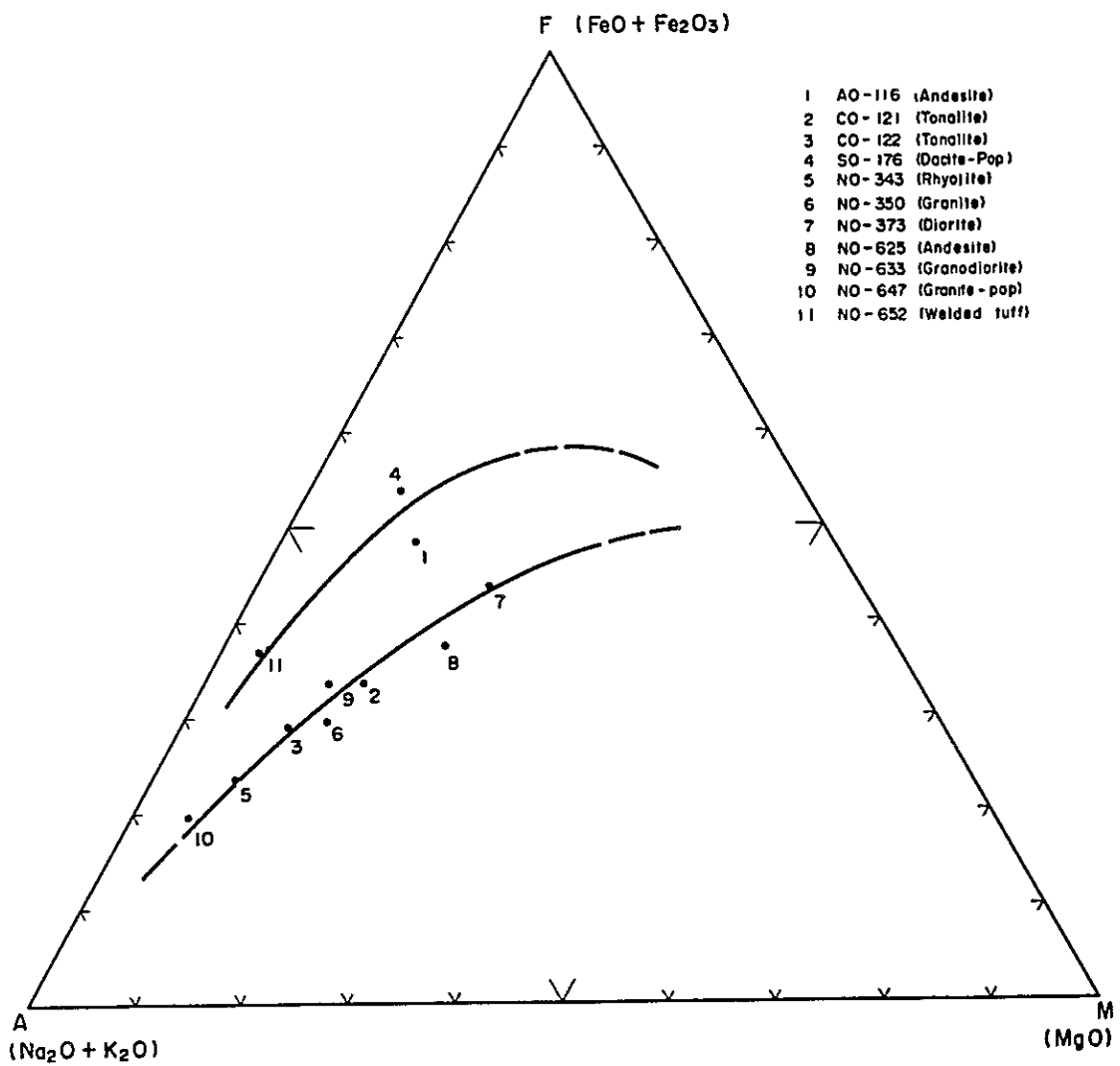


Fig. 7 MFA Diagram for Magmatic Differentiation of Igneous Rocks

第5章 鋳床概要

5-1 鋳床概要

オヨン地域は、Bellido ほか(1972)による、西部アンデス鋳床生成区(Provincia Metalogenica Andina Occidental)内の高原台地の多金属鋳床生成亜区(Sub Provincia Polimetálica del Altiplano)に位置する。本地域の北方にはHuanzala(ワンサラ)鋳山、Raura鋳山など、東側にはCerro de Pasco(セロ・デ・パスコ)鋳山、南方にはHuaron(ウアロン)鋳山、Santander(サンタンデル)鋳山などが知られており、オヨン地域はこれらの鋳産地帯に取囲まれている。本地域の北方に隣接して、Raura鋳山、Uchucchacua鋳山、Chanca鋳山などがあり、これらは現在稼動中である。オヨン地域には、Isca Cruz, Chupa(チュパ), Cochaquillo, Viscachaca(ヴィスカチャカ)などの鋳床あるいは鋳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(Plate. 4 参照)。

オヨン地域およびその隣接地域の鋳床は、その鋳種、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・亜鉛高温交代鋳床

Raura鋳床の一部, Chupa鋳床, Isca Cruz鋳床の一部, Cochaquillo鋳床

(2) 白亜紀石灰岩類中の銀・鉛・亜鉛裂か充填鋳床

Uchucchacua鋳床, Raura鋳床の一部

(3) 第3紀火山岩類および貫入岩体中の銀・鉛・亜鉛裂か充填鋳床

Chanca鋳床, Raura鋳床の一部

(4) 白亜紀石灰岩中に胚胎した鉛・亜鉛・黄鉄鋳塊状熱水性交代鋳床

Isca Cruz鋳床

5-2 Isca Cruz鋳化帯

1) 概況

Isca Cruz地区の鋳徴は、Oyon南々東約6kmのCanaypata(カナイパタ)より、Oyon南々東約18kmのAntapampaにかけて、延長約12kmにわたって断続分布する(Fig. 8 参照)。鋳徴は、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40mないし80m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。

鋳徴としては、鉛・亜鉛を含有する黒色ゴッサン(gossan)、塊状黄鉄鋳に伴う方鉛鋳・

閃亜鉛鉱、スカルン中の閃亜鉛鉱、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、主に珩岩岩塊から成る崖錐堆積物や氷河堆積物の発達が著しく、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、珩化、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、珩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系の発達が著しく、地層に数mから10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、鉱化作用の関連を有すると推定される。又、地層と平向する方向の衝上断層および層面断層が発達し、鉱床母岩であるSanta層の層厚に著しい変動を与えている。

2) 露頭状況

地表部に広く分布する黒色ゴッサンは、主として針鉄鉱 (goethite)、石英、およびカオリン (kaolinite) より成り、マンガン酸化物および菱鉄鉱 (siderite) などを伴っている。鉱化帯北部のCumbre de Iscay Cruz付近の黒色ゴッサンの分析値は、Pb 1%弱、Zn 4~6%に達しているが、これら金属成分の大部分は、含水フランクリン鉱 (chalcophanite)、菱亜鉛鉱 (smithsonite) など酸化物の形になっている。黒色ゴッサンはマンガン成分に富む菱鉄鉱の酸化産物であることが、X線回折および化学分析により確認された。

鉱化帯の中央部に位置するLimpe区域は珩質変質岩中の大量の赤鉄鉱鉱染で特徴付けられるが、方鉛鉱・閃亜鉛鉱を濃集する塊状黄鉄鉱塊が稀に露出している。黄鉄鉱塊は磁硫鉄鉱・白鉄鉱 (marcasite) を伴い、閃亜鉛鉱は黄銅鉱を点滴状に包有し、離溶構造 (exsolution structure) が発達している。

Tinyag区域にはスカルンの露頭があり、黄銅鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱・磁鉄鉱を鉱染している。主なスカルン鉱物は、透角閃石、ざくろ石、緑れん石、石英などである。Cunsha Punta区域には、Limpe区域同様、閃亜鉛鉱を伴う黄鉄鉱塊が胚胎している。最南端のAntapampa区域の露頭は黒色ゴッサンである(地表部の品位については、Fig. 8参照)。

5-3 Chupa 鉱床

Chupa 鉱床は、Tinyag スカルン露頭の西方約600m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レベルで坑道採鉱が行われ、各々富鉱部が捕捉されている (Fig. 9参照)。

鉱床母岩であるPariahuanca層は、層厚約100m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—SSE 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)	80 m × 20 m
下部坑道 (標高 4,560 m)	18 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、石英および菱鉄鉱が主で、緑泥石、絹雲母、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、磁鉄鉱が主で、他に黄銅鉱、磁硫鉄鉱が認められ、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。鏡下の観察によれば、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 チャンネルサンプリング試料の分析結果は次のとおりである。

	サンプル数	サンプリング 延長 (m)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
4615 m 坑準	10	20	25	0.27	0.13	21.59
4600 m 坑準	3	6	29	0.15	0.36	15.64
4560 m 坑準	17	34	30	1.07	0.07	9.67

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、Isca 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。

5-4 Cochaquillo 鉱床

Cochaquillo 鉱床は、B 地区の北東端、Lag. Cochaquillo の東方約 3 km、大陸分水嶺の西側斜面の標高 4,800 m に位置する大型のスカルン鉱床であり、鉱化帯の規模は 300 m × 500 m に達している (Fig. 10 参照)。

鉱床母岩は、主に Pariahuanca 層石灰岩で、一部に Chulec 層泥灰岩も含まれる。これらの累層は、西方の Oarhuaz 層を軸部とする背斜構造の東翼に位置し、走向 N—S で、西へ



50°～60°傾斜する逆転構造を造っており、西側には下位の Farrat 層珪質砂岩が見掛上の上位に分布している。鉱床付近はNE-SW系およびE-W系断裂群の発達著しく、地層に数m程度の転移を与えている。又、この方向に多数の酸性岩脈が貫入している。

鉱床の中心部は、露頭南部に大規模に分布するざくろ石スカルンである。ざくろ石スカルンは多量の磁鉄鉱又は黄鉄鉱を鉱染する。一般的にみて、磁鉄鉱に富む所では銅品位が高く、黄鉄鉱に富む所では銀品位が高くなる傾向がある。ざくろ石スカルンの南側は、断層関係で、Calipuy火山岩類となる。

北部は無鉱化石灰岩となるが、ざくろ石スカルンの周辺部、石灰岩との漸移部には緑色スカルンが脈状に発達し、方鉛鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱を濃集し、高品位の銀を伴う。緑色スカルンは、酸性岩脈に規制され、数個所に発達している。脈の方向はNE-SW、脈巾は変化に富むが通常3～8m、延長は100m程度である。緑色スカルンの品位は、通常Pb+Zn6～8%程度であるが、Pb+Zn15%以上に達する数m規模の高品位部をパッチ状に胚胎している。X線回折および顕微鏡観察によれば、本帯の主要スカルン鉱物は、灰鉄輝石・透角閃石・緑泥石・緑れん石・石英などである。

各ゾーン毎にまとめた露頭部のチャンネルサンプリング品位は次のとおりであり、Cu・Znに比しAgとPbに富んでいる。

	サンプル数	総延長(m)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
北部緑色スカルン	42	91	102	0.11	3.92	2.41
中部Py-Gaスカルン	23	78	141	0.17	1.31	0.82
南部Mt-Gaスカルン	32	116.5	56	0.23	0.20	0.13

Fig. 1-11は、各個所毎にまとめた分析値を、Cu-Ag-(Pb+Zn)三角図表にプロットしたものである。本図表より、スカルン鉱物の分布とCu・Ag・Pb・Zn品位の上から、次の3帯の鉱石帯が区分できる。

- (1) 鉱化の中心部：磁鉄鉱に富むざくろ石スカルンがCuを濃集する。
- (2) 中間部：黄鉄鉱に富むざくろ石スカルンがAgを濃集する。
- (3) 鉱化の外側部：緑色スカルンがAg・Pb・Znを濃集する。

Table 4 List of Mineralized Zones in the Survey Area

Area	Zone	Location	Kind of Orea	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					
C	Iscay Cruz	IC-No.1	Pb,Zn	St	Ls,Do	rep	dis	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 dis ore in siderite is confirmed by drilling
		IC-No.2	Pb,Zn	St	Ls,Do	rep	dis	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	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 is confirmed by drilling
		IC-No.4	Pb,Zn	St	Ls,Do	rep	mas	1,000m	80m	12m	NNW-SSE	Cu 0.20% Pb 0.13% Zn 2.17%	Sp,Gl, Py,Po	Hm,Sid, Qt,Ge	High grade Zn ore is confirmed by drilling
		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,Mt	Tr,Ga, Qt	Cu,Zn dis in skarn mas is confirmed by drilling
		IC-No.6	Cu,Zn	St	Ls,Do	rep	mas	450m	100m	20m	NNW-SSE	Cu 0.65% Pb 0.18% Zn 1.94%	Cp,Sp, Py	Qt,Ge	Dislocation of St formation by thrust is clarified
		IC-No.7	Pb,Zn	St	Ls,Do	rep	diss	300m	250m	24m	NNW-SSE	Cu 0.03% Pb 0.14% Zn 1.50%	Zn-Ox	Ge,Qt, Hm, Sid	Cu dis in Hm, Py and skarn bodies are confirmed by drilling
		Chupa	Cu,Zn	Ph	Ls	skarn	mas	170m	90m	22m	NNW-SSE E-W	Cu 0.68% Pb 0.10% Zn 15.63%	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	Pirihuya	Ag, Pb,Zn	Ph	Ls	fr-fil	vein	110m	110m	0.5m	N-S	Ag 158g/t Pb 4.68% Zn 13.52%	Gl,Sp, Py	Qt,Cal	
		Yanacocha	Ag, Pb,Zn	Cz	Sh,Ss	fr-fil	vein	70m x 50m	70m	0.5m	ENE-WSW	Ag 73g/t Pb 2.81% Zn 5.51%	Gl,Sp, Py	Rdc,Qt	
	Cochaquillo	North	Ag, Pb,Zn	Ph(Cl)	Ls	skarn	mas, dis	200mx300m	100m	8m	NE-SW	Ag 102g/t Pb 3.92% Zn 2.41%	Gl,Sp, Py	Hd,Tr, Chl,Qt	Surveyed by pitting
		Middle	Ag, Pb,Zn	Ph(Cl)	Ls	skarn	mas, dis	100mx300m	100m	200m	N-S	Ag 141g/t Pb 1.31% Zn 0.82%	Gl,Sp, Py	Ga,Tr, Chl,Qt	
		South	Ag,Cu	Ph(Cl)	Ls	skarn	mas, dis	200mx300m	200m	200m	N-S	Ag 56g/t Cu 0.23% Pb 0.20%	Cp,Py, Mt	Ga	
	Chagapata	Chalgoac	Ag,Zn	St	Ls	skarn	mas	100m	20m	4m	NNE-SSW	Ag 50g/t Cu 0.36% Zn 9.77%	Sp,Py, Zn-Ox	Tr,Mus, Chl,Qt	
Uchumachay		Ag,Pb	St	Ls	skarn	mas	300mx200m	20m	2m	N-S	Ag 627g/T Pb 7.15% Zn 1.78%	Gl,Sp, Py	Chl,Qt, Ga		

St: Santa Ls: Limestone rep: replacement Zn-Ox: Zn-Oxides Po: Pyrrhotite Ge: Goethite Tr: Tremolite
Cz: Carhuaz Do: Dolostone fr-fil: fracture-filling Sp: Sphalerite Mt: Magnetite Qt: Quartz Hd: Hedenbergite
Ph: Pariahuanca Sh: Shale mas: massive orebody Gl: Galena Tet: Tetrahedrite Dm: Dolomite Ga: Garnet
Cl: Chulec Ss: Sandstone dis: dissemination Cp: Chalcopyrite Hm: Hematite Sid: Siderite Rdc: Rhodocrosite
Cp: Calipuy Volc: Volcanics Py: Pyrite Chl: Chlorite Cal: Calcite

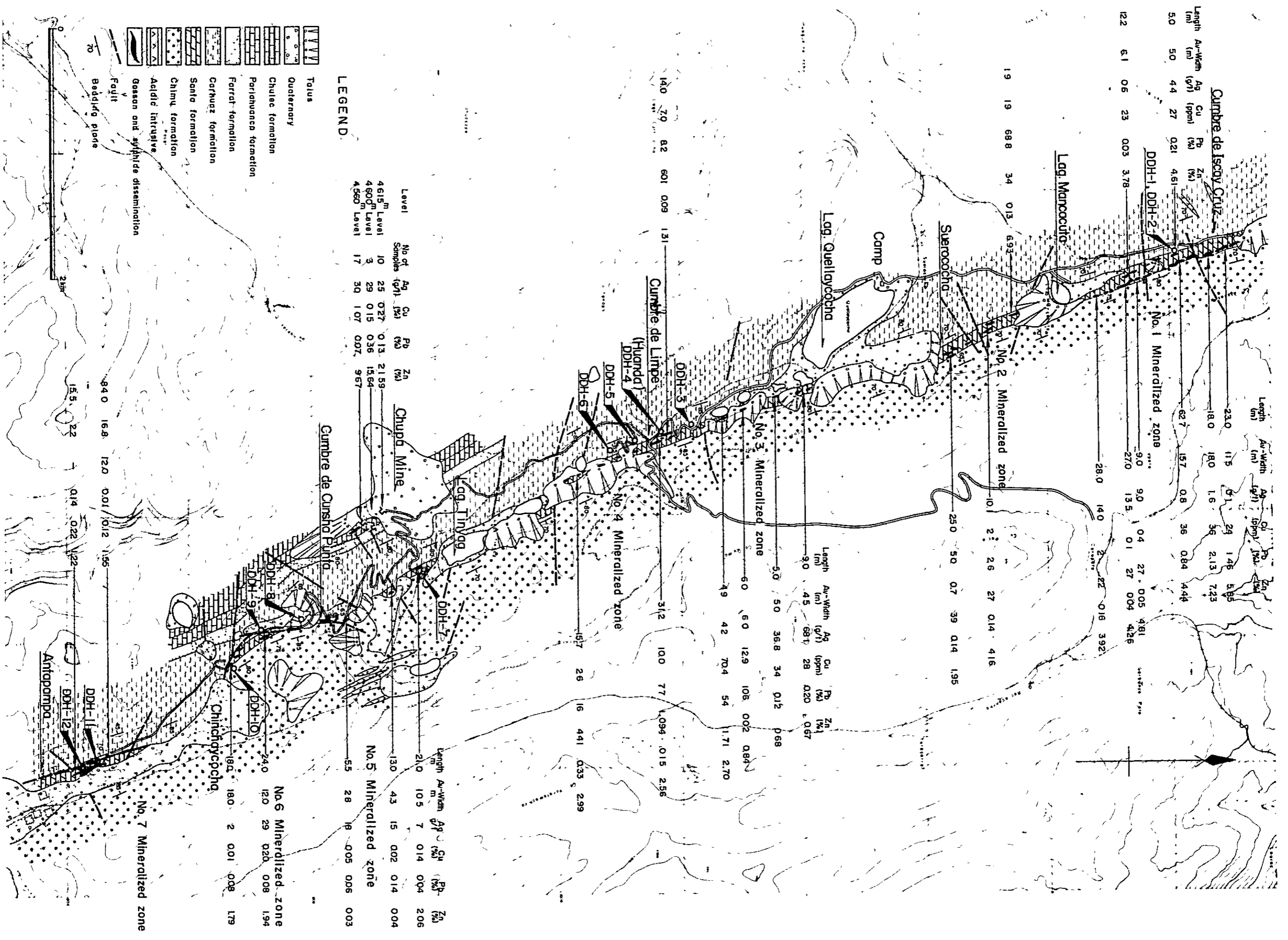


Fig. 8 Mineralized Zone of the Iscay Cruz Area

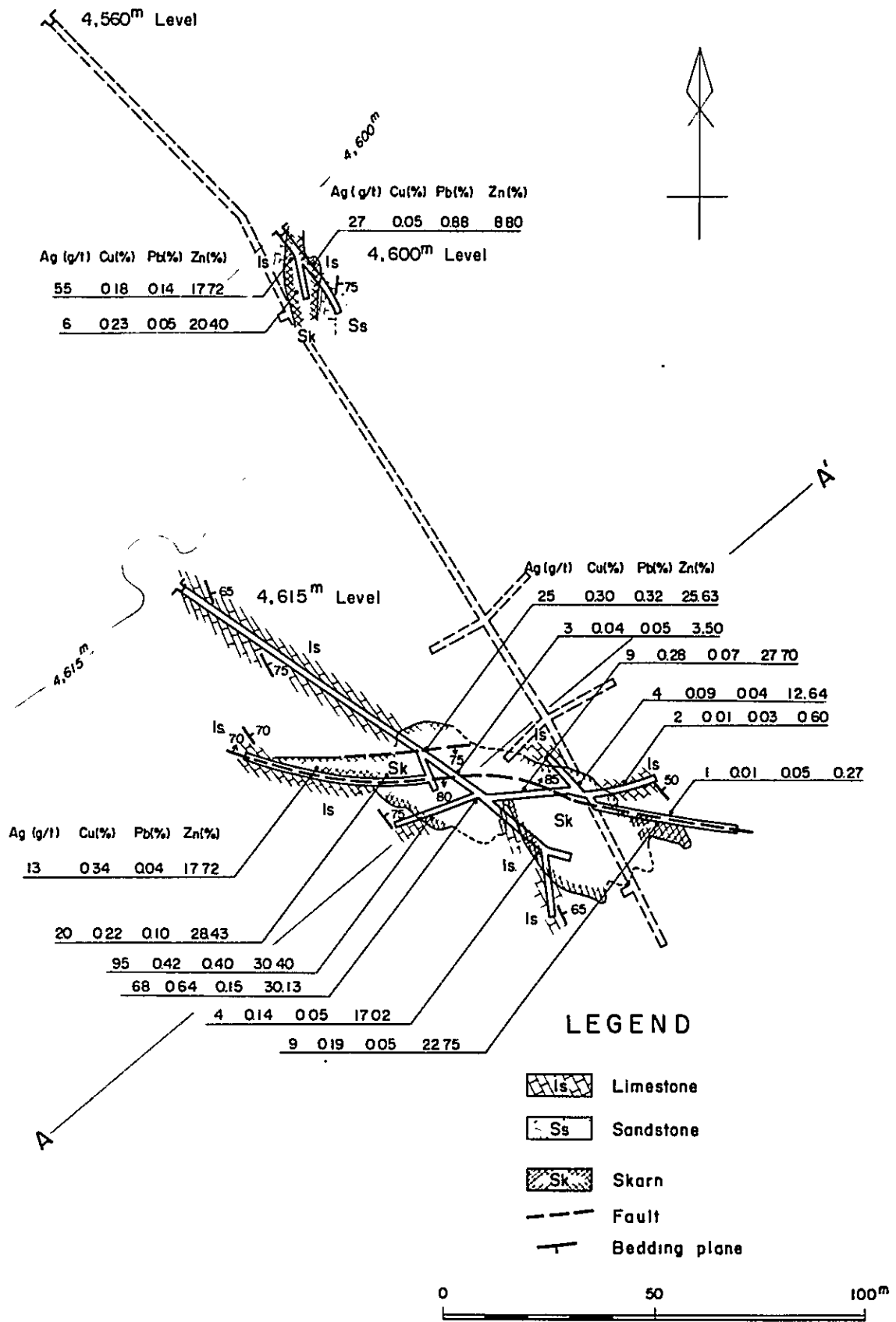


Fig. 9 Geological Survey Map of the Chupa Mine (1)

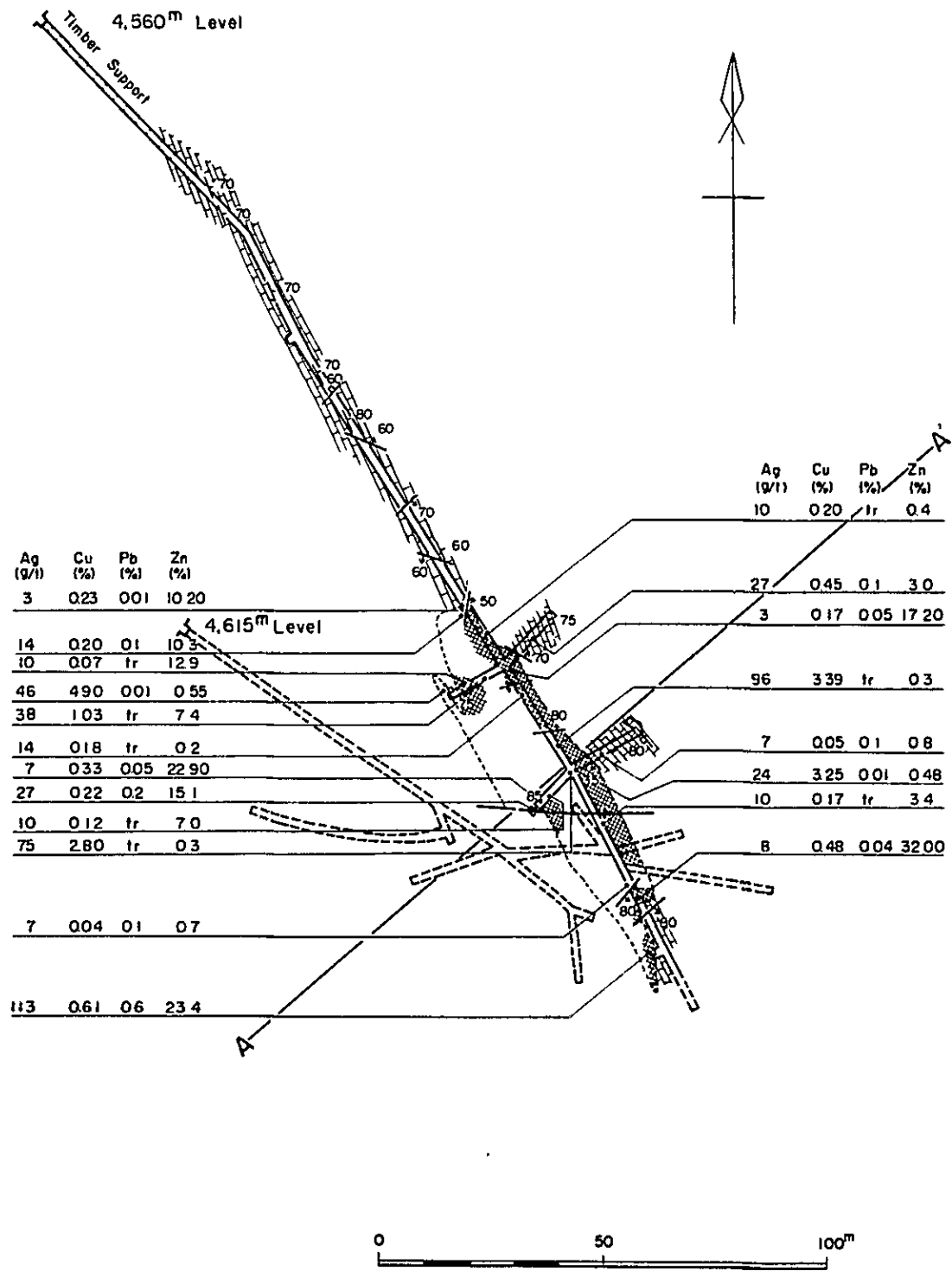
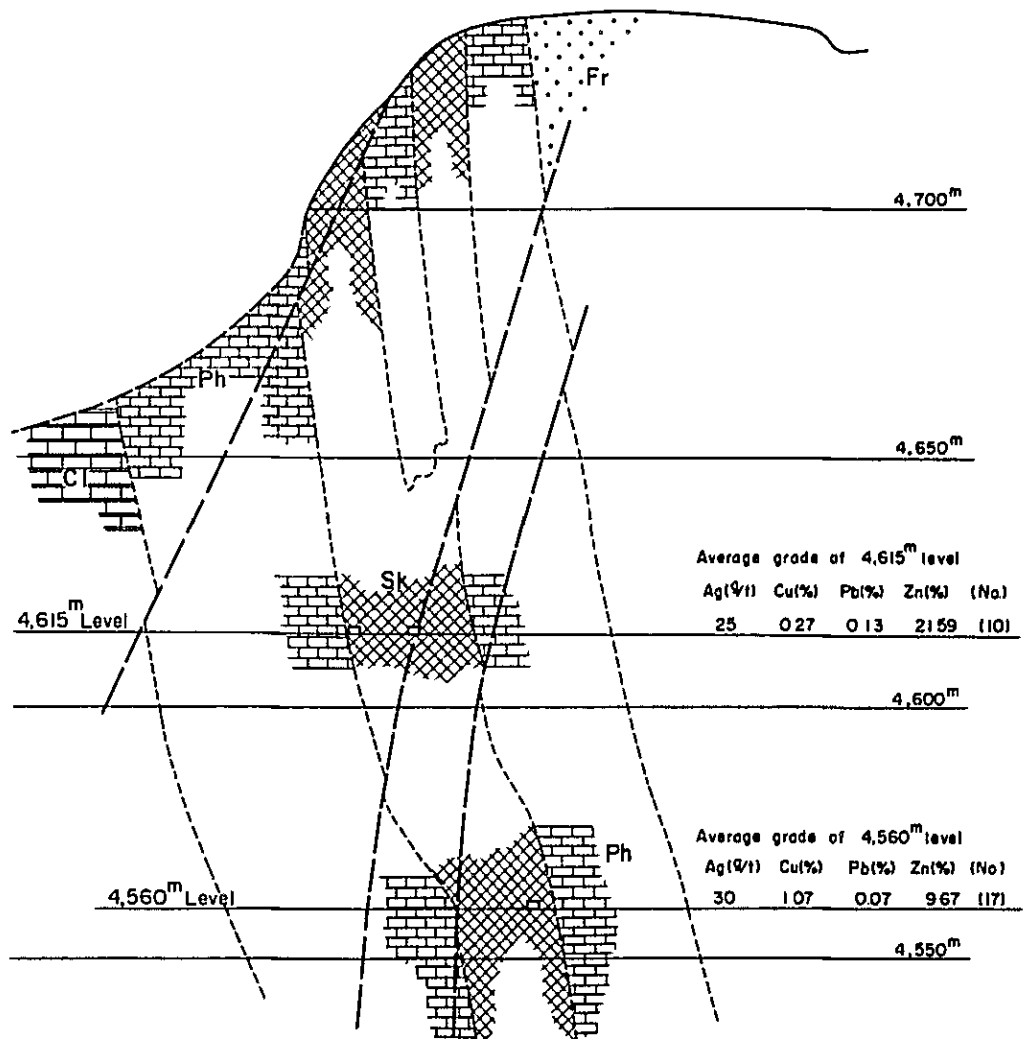




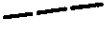


Fig. 9 Geological Survey Map of the Chupa Mine (2)

A—A' Section



LEGEND

-  Chulec formation
-  Pariahuanca formation
-  Farrat formation
-  Skarn
-  Fault

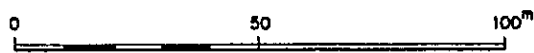


Fig. 9 Geological Survey Map of the Chupa Mine (3)

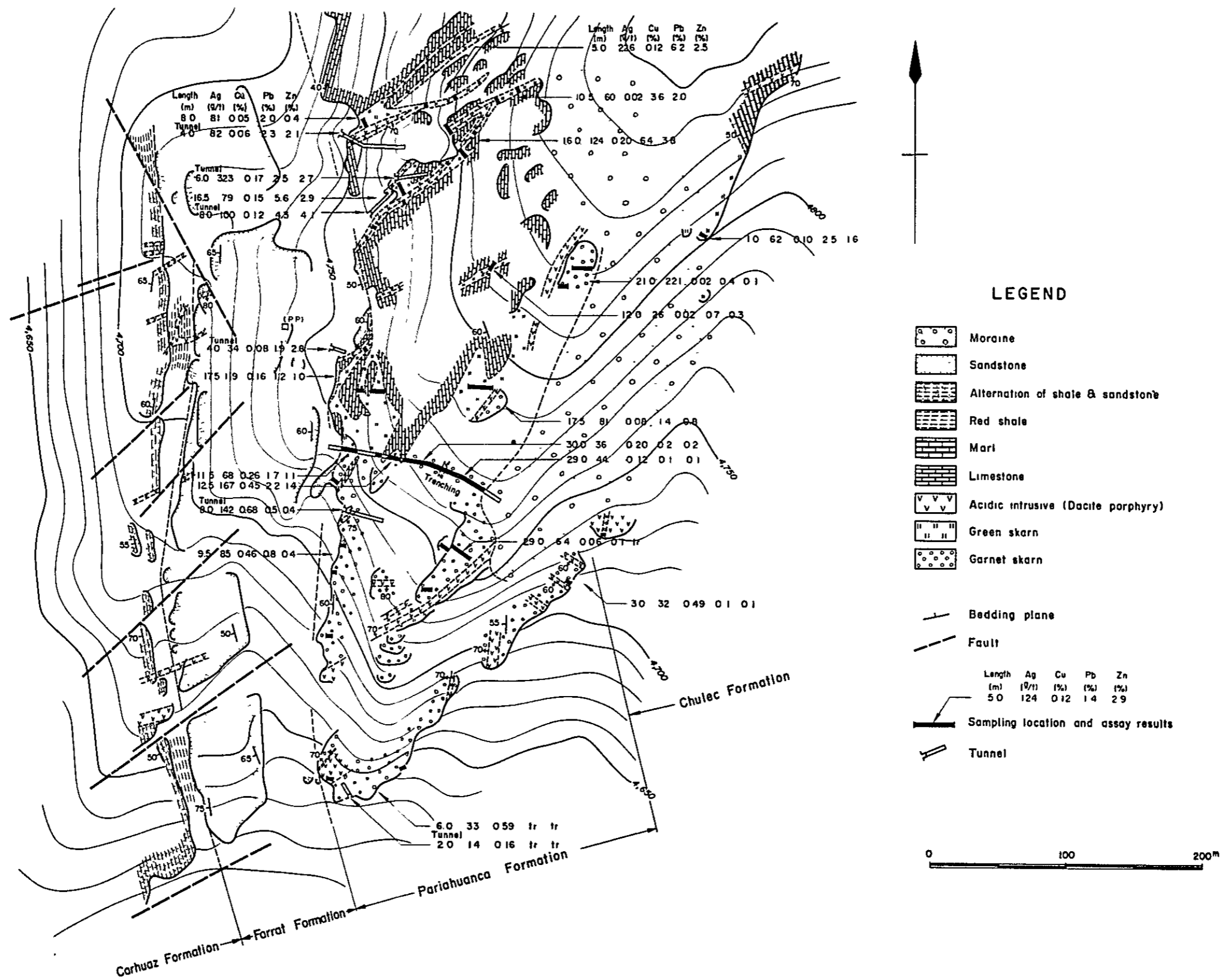
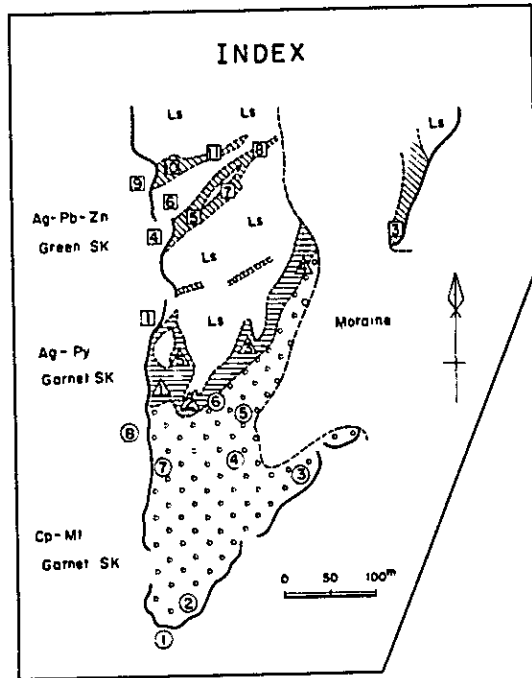
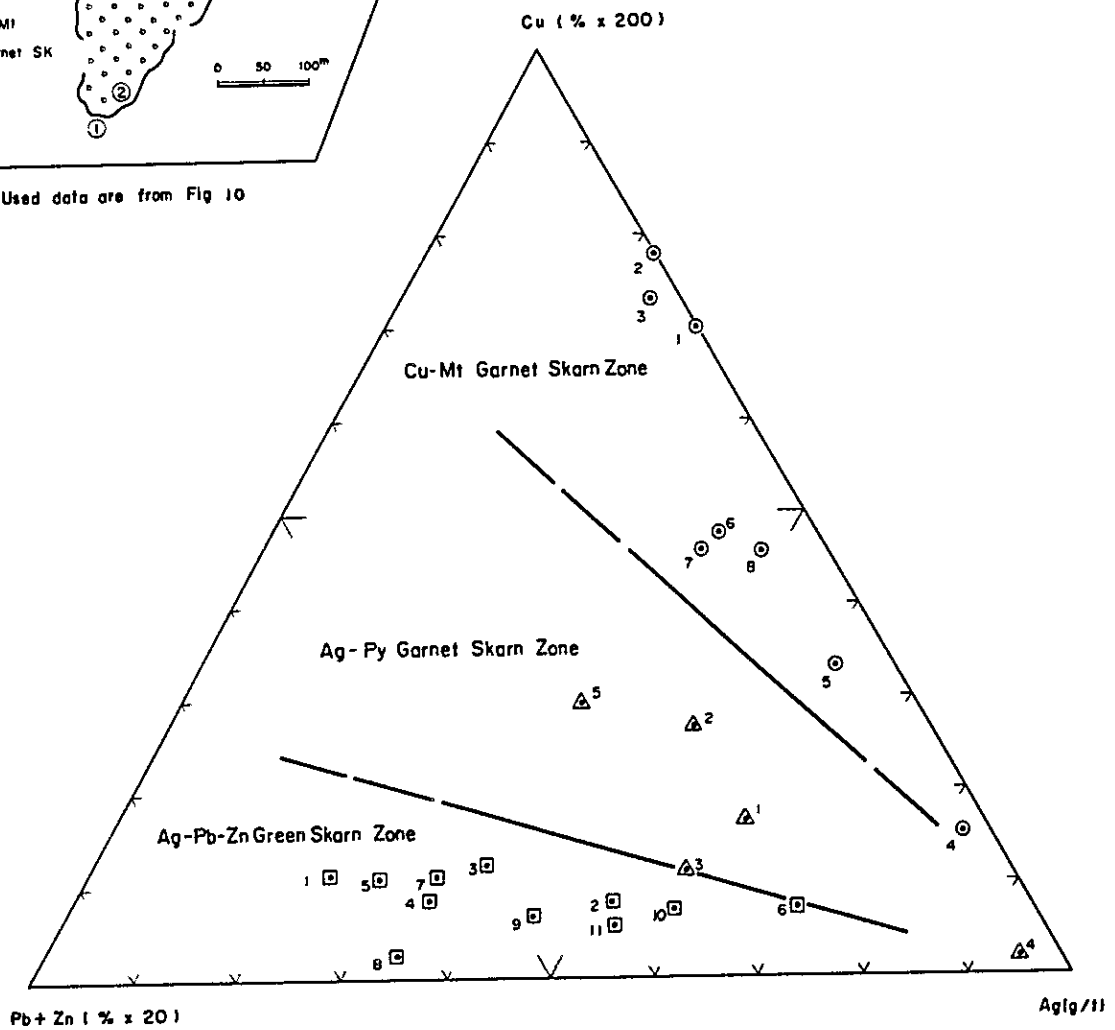


Fig. 10 Mineralized Zone of the Cochaquillo Area



Used data are from Fig 10



**Fig. 11 Triangular Diagram for Cu-Ag-Pb-Zn Ratio
in the Cochaquillo Area**

第6章 調査結果の概要

6-1 地質調査

3年間にわたって継続された各種地質調査により、オヨン地域における地質層序、地質構造、火成活動の性格などが明らかとなった。又、各鉱化帯について、鉱化示徴の性格と全貌、鉱化作用と地質構造および火成活動との関係、鉱化変質帯の累帯配列などが解明された。詳細については第4章、第5章、および第7章を参照されたい。

6-2 地化学探査

第1年次および第2年次に実施された地化学探査で採取されたサンプル数は、岩石304個、ゴッサン210個、および河床堆積物64個であり、指示元素として銅・鉛・亜鉛(Cu・Pb・Zn)3成分が分析された、分析データの統計解析結果は次のとおりである(Table 5, Fig. 12, Fig. 13 参照)

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。

岩石サンプルでは、貫入岩体周辺および断層帯周辺のSanta層およびPariahuanca層中に15個の異常値が、河床堆積物サンプルでは主として貫入岩体周辺に5個の異常値が検出された。

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。

6-3 物理探査

1) IP法

Iscay Grnz地区において、IP法により検出された高FE異常帯および低AR異常帯は、Lag. Quellaycocha (ケジャイコチャ湖)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区域、(2)Antapampa区域、(3)Chupa鉱床を含むLags. Tinyag南方のスカルン露頭域である。(Fig. 14 参照)。

(1) Iscay Cruz地区で最強のFF異常が観測されたがCumbre de Limpe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) Antapampa 区域における黒色ゴッサンの下部およびその南北両延長部の無鉱化石灰岩相当部に、延長1500mにわたる高FE異常が観測された。本異常帯のFEは5~8%, AR値は5~100Ωmを示し、一部を除き伏在しており、ゴッサン下部に硫化鉱体が賦存する可能性が推察される。
- (3) 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層中の黄鉄鉱鉱染などに対応するものと推定される。
- (4) Cumbre de Cunsha Punta 南側の鉱化帯相当部に、伏在FE異常を観測したが、AR値は200~300Ωm, FE値は2~4%であった。
- (5) Cunsha Punta 岬付近からその北側斜面にかけて、広範囲に低比抵抗帯 (AR=1~10Ωm) が観測され、Isca Cruz 地区最強最大の高MF (metal factor) 帯が検出された。本区域は地表部が崖錐堆積物に覆れ、Santa 層の位置もその鉱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。
- (6) Canaypata より Quellaycocha 湖に至る Isca Cruz 北部区域は、低FE (FE=1~2%), 高比抵抗 (AR=150~500Ωm) であり、大規模な硫化鉱体の賦存は考え難い。

2) EM法

第2年次、VLF (very low frequency) 法および誘導電磁 (induction) 法によるEM法物理探査が、Limpe 岬およびTinyagスカルン露頭域で試みられた。その結果は地表地質状況およびIP探査結果と良好な対応を示し、各々Santa層相当部に顕著な良導体を検出した。本地区のように電氣的ノイズが少なく、地表部が新期堆積物に覆われている地区では、EM法は有効な探査手段であることが証明された。

第3年次、地表部を新期堆積物で覆われたTinyag-Cunsha Punta 区域で、VLF法が実施され、Santa層相当部に明瞭な電磁異常を検出した (Fig. 15 参照)。

6-4 ポーリング調査

Isca Cruz 北部, Limpe, Tinyag, Cunsha Punta, およびAntapampa 5区域で、11箇所計12本、総延長2654mのポーリングが実施され、Limpe 区域およびTinyag 区域で高品位鉱石部を確認し、他区域では強い鉱化作用の存在を確認した (Table 6. Fig. 8 参照)。

1) Iscay Cruz 北部区域

Iscay Cruz 峠付近で DDH-1 および DDH-2 が実施され、地表部の黒色ゴッサンの下部はマンガン成分に富む菱鉄鉱であること、菱鉄鉱層は微粒の方鉛鉱・閃亜鉛鉱を鉱染していることが確認された。主な鉛・亜鉛鉱染部は次のとおりである (Fig.16, PL. 1,2 参照)。

	深度 (m)	着鉱巾 (m)	サンプル数	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
DDH-1	49.0~63.2	14.2	14	10	0.01	0.65	3.48
"	67.0~78.7	11.6	7	8	0.01	0.58	4.18
"	116.0~172.0	6.0	3	10	0.01	0.84	3.81
DDH-2	107.9~121.0	13.1	5	3	0.01	0.09	4.35
"	124.9~130.8	5.9	2	6	0.02	0.19	4.51
"	166.7~172.0	5.3	2	3	0.01	1.08	6.25
"	220.9~231.7	10.8	5	5	0.01	1.06	4.46
"	240.5~252.0	11.5	5	3	0.01	0.73	4.92
加重平均		78.4	43	6	0.01	0.62	4.37

2) Limpe 区域

強い FE 異常が検出された Limpe 区域で、DDH-3, DDH-4, DDH-5, および DDH-6, 4本のボーリングが実施され、各孔とも高品位鉛・亜鉛鉱石部に着鉱した。確認された主要鉱石部とその分析値は次のとおりである。

(Fig. 17, 18, 19, 20, PL. 3, 4, 5, 6 参照)

	深度 (m)	着鉱巾 (m)	サンプル数	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	実巾 (m)
DDH-3	104.6~108.6	4.0	4	89	0.03	6.74	14.17	2.57
DDH-4	61.3~76.1	14.8	15	13	0.07	0.04	14.49	7.40
"	84.9~104.7	19.8	16	10	0.10	0.30	7.78	9.90
DDH-5	95.6~99.6	4.0	3	32	1.64	4.38	20.09	2.07
"	181.0~204.0	23.0	23	163	0.14	2.92	27.15	11.91
DDH-6	194.4~200.4	6.0	6	29	0.33	0.03	39.36	3.01
"	209.0~215.3	6.3	6	24	0.08	0.59	10.07	3.16
孔別加重平均		19.5	73	64	0.20	1.57	18.35	10.0

いずれの鉱石部も黄鉄鉱塊中に閃亜鉛鉱を濃集したもので、局所的に方鉛鉱および黄銅鉱を鉱染している。

3) Tinyag 区域

Lags. Tinyag 南方約 300 m のスカルン露頭下部探査のため実施された DDH-7 では、延長 114 m にわたって強い鉍化作用を伴うスカルンの連続を確認した。スカルン中にはほぼ全面的に閃亜鉛鉍・黄銅鉍・黄鉄鉍・磁鉄鉍の鉍染を認めたが、主な高品位鉍石部とその分析値は次のとおりである (Fig. 21, PL. 7 参照)。

	深度 (m)	着鉍巾 (m)	サンプル数	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	実巾 (m)
DDH-7	56.0~63.0	7.0	5	5	0.21	0.01	19.71	44.3
"	116.0~135.0	19.0	15	9	3.18	tr	19.53	120.3
加重平均		26.0	20	8	2.38	tr	19.58	16.5

4) Cunsha Punta 区域

強い鉍化作用を受けた Santa 層露頭下部の探査のため、DDH-8, DDH-9, および DDH-10 が実施されたが、いずれも緩傾斜の衝上断層が出現し、これによる転移のため露頭下で Santa 層は捕捉されず、Carhuaz 層を捕捉したにとどまった。Carhuaz 層は強い鉍化作用を受けており、各所に閃亜鉛鉍・黄鉄鉍の網状鉍脈および鉍染を認めたので、東方の Chimu 層下に伏在を予想される Santa 層には大きなポテンシャルが期待できることが明らかとなった。Carhuaz 層中の主な鉍石部は次のとおりである (Fig. 22, 23, 24, PL. 8, 9, 10 参照)。

	深度 (m)	間隔 (m)	サンプル数	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	タイプ
DDH-9	9.5~11.1	1.6	1	10	0.05	0.10	3.90	(頁岩中のスカルン)
DDH-10	59.2~64.2	5.0	3	11	0.04	0.06	3.11	(砂岩中の鉍染)
"	65.9~70.0	4.1	4	13	0.08	0.05	5.38	(頁岩中の網状鉍)

5) Antapampa 区域

地表部の黒色ゴッサン下部および物理探査で把握された伏在 FE 異常帯探査のため、DDH-11 および DDH-12 が実施された。DDH-11 では、地表部の黒色ゴッサン下部はマンガン成分に富む菱鉄鉍およびドロストーンであること、従って黒色ゴッサンはマンガン菱鉄鉍およびドロストーンの酸化産物であること、マンガン菱鉄鉍とドロストーンは 3% 程度の亜鉛を微粒の閃亜鉛鉍の形で含むことなどが明らかとなった。

DDH-12 では、地表部より深部へ向って、次のような鉍化変質帯の累帯配列を認めた。

(上部) 無鉍化石灰岩 — ドロマイト・菱鉄鉍 — Zn・Cu・赤鉄鉍
 — 黄鉄鉍 — Cu・赤鉄鉍・黄鉄鉍 — Cu・スカルン (下部)

主な鉍石部は次のとおりで、他個所と比較して銅に富むのが特徴であり、特に下部で銅品位

が上昇している。銅・亜鉛は赤鉄鉱塊中に濃集する傾向が強い (Fig. 25, 26, PL. 11, 12 参照)。

	深 度 (m)	着鉱巾 (m)	サンプル 数	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	鉱 質
DDH-12	1228~1281	5.3	2	12	0.12	0.10	4.89	(Zn・Hm)
"	1374~141.6	4.2	2	16	0.52	0.15	3.35	(Zn・Cu・Hm)
"	1424~144.8	2.4	1	34	1.89	tr	0.20	(Cu・Hm)
"	2375~247.2	9.7	5	94	3.08	0.01	0.33	(Cu・Hm)
"	281.2~285.4	4.2	2	35	2.73	tr	0.40	(Cu・スカルン)

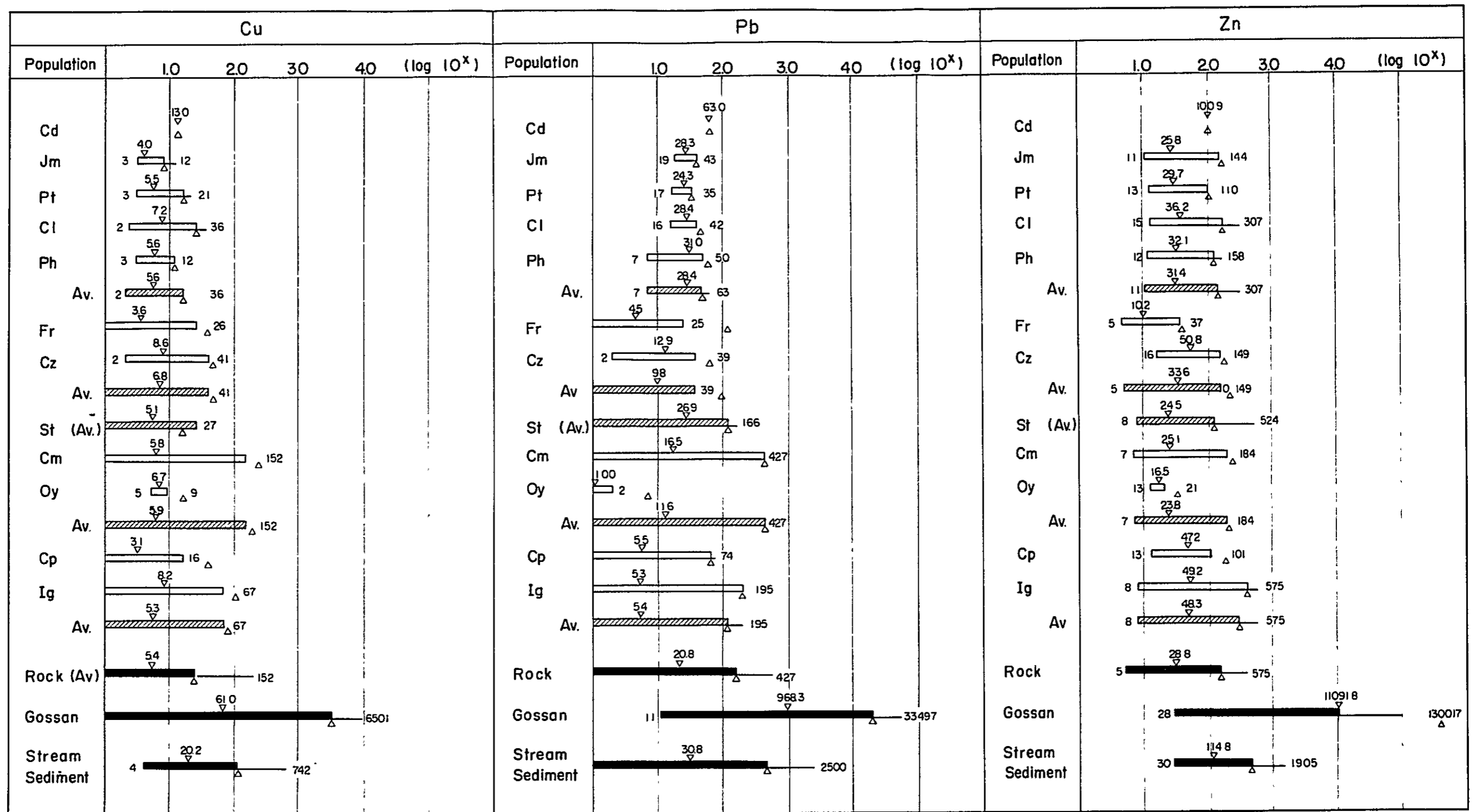


Table 5 Results of Statistical Analysis on the Geochemical Samples

	Population	Number of Samples	Cu (ppm)		Pb (ppm)		Zn (ppm)	
			Mean	Mean+2 σ	Mean	Mean+2 σ	Mean	Mean+2 σ
1	Type of Samples							
	Rock	304	5.4	26	20.8	162	28.8	153
	Cobban	210	61.0	3,055	968.3	21,478	11,091.8	358,922
	Stream Sediment	64	20.2	110	30.8	455	114.8	445
2	Rock Samples Classified by Group							
	Upper calcareous rocks (Cd, Jm, Fr, Cl, Ph)	93	5.6	16	28.4	49	31.4	131
	Upper clastic rocks (Fr, Cz)	27	6.8	49	9.8	96	33.6	220
	Lower calcareous rocks (St)	141	5.1	15	26.9	125	24.5	123
	Lower clastic rocks (Cm, Oy)	16	5.9	186	11.6	423	23.8	192
	Igneous rocks (Cp, Ig)	27	5.3	76	5.4	114	48.3	283
3	Rock Samples Classified by Formation							
	Celendin formation (Cd)	1	13.0	13	63.0	63	100.9	101
	Jumasha formation (Jm)	18	4.0	8	28.3	43	25.8	150
	Pariatambo formation (Pt)	22	5.5	17	24.3	35	29.7	99
	Chulec formation (Cl)	21	7.2	26	28.4	47	36.2	155
	Parishuanca formation (Ph)	31	5.6	12	31.0	58	32.1	121
	Farrat formation (Fr)	7	3.6	36	4.5	121	10.2	39
	Carhuaz formation (Cz)	20	8.6	45	12.9	63	50.8	169
	Santa formation (St)	141	5.1	15	26.9	125	24.5	123
	Chimu formation (Cm)	14	5.8	233	16.5	413	25.1	231
	Oyon formation (Oy)	2	6.7	15	1.0	7	16.5	33
	Calipuy volcanics (Cp)	12	3.1	38	5.5	63	47.2	171
	Intrusive rocks (Ig)	15	8.2	104	5.3	185	49.2	409

Mean ; Geometric mean

σ ; Standard deviation



Abbreviation

Cd ----- Celendin formation
 Jm ----- Jumasha formation
 Pt ----- Parlatambo formation
 Cl ----- Chulec formation
 Ph ----- Parlahuanca formation

Fr ----- Farrat formation
 Cz ----- Carhuaz formation
 St ----- Santa formation
 Cm ----- Chimu formation
 Oy ----- Oyon formation

Cp ----- Calipuy volcanics
 Ig ----- Igneous rocks
 Av ----- Average

LEGEND

Geometric mean (ppm)
 Minimum value (ppm)
 Maximum value (ppm)
 Threshold value (ppm)

Fig. 12. Value Dispersion of Geochemical Samples in the Surveyed Area

Fig 13 Histogram and Cumulative Frequency Curve for Cu, Pb and Zn contents of Geochemical Samples (1) Rock Samples

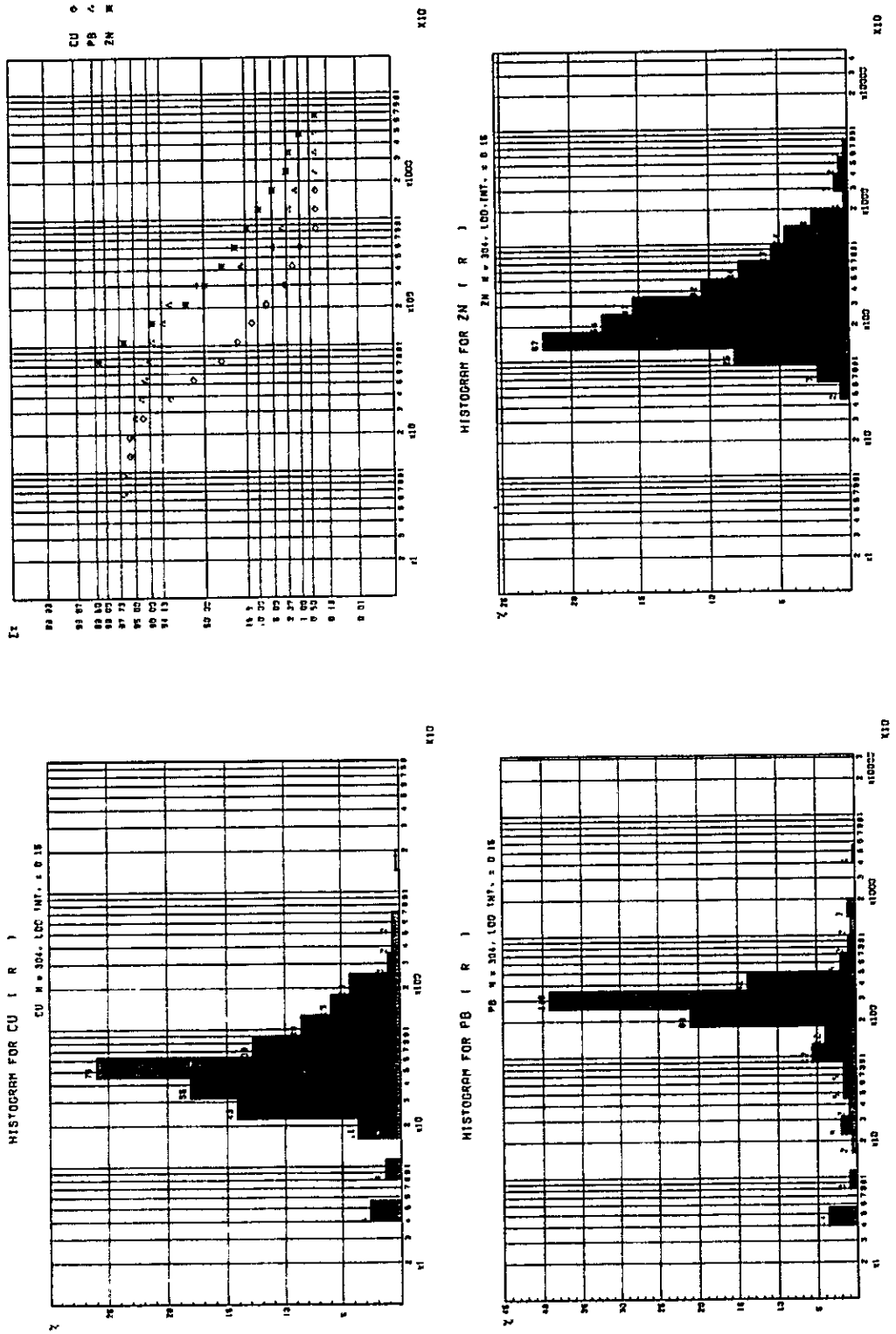
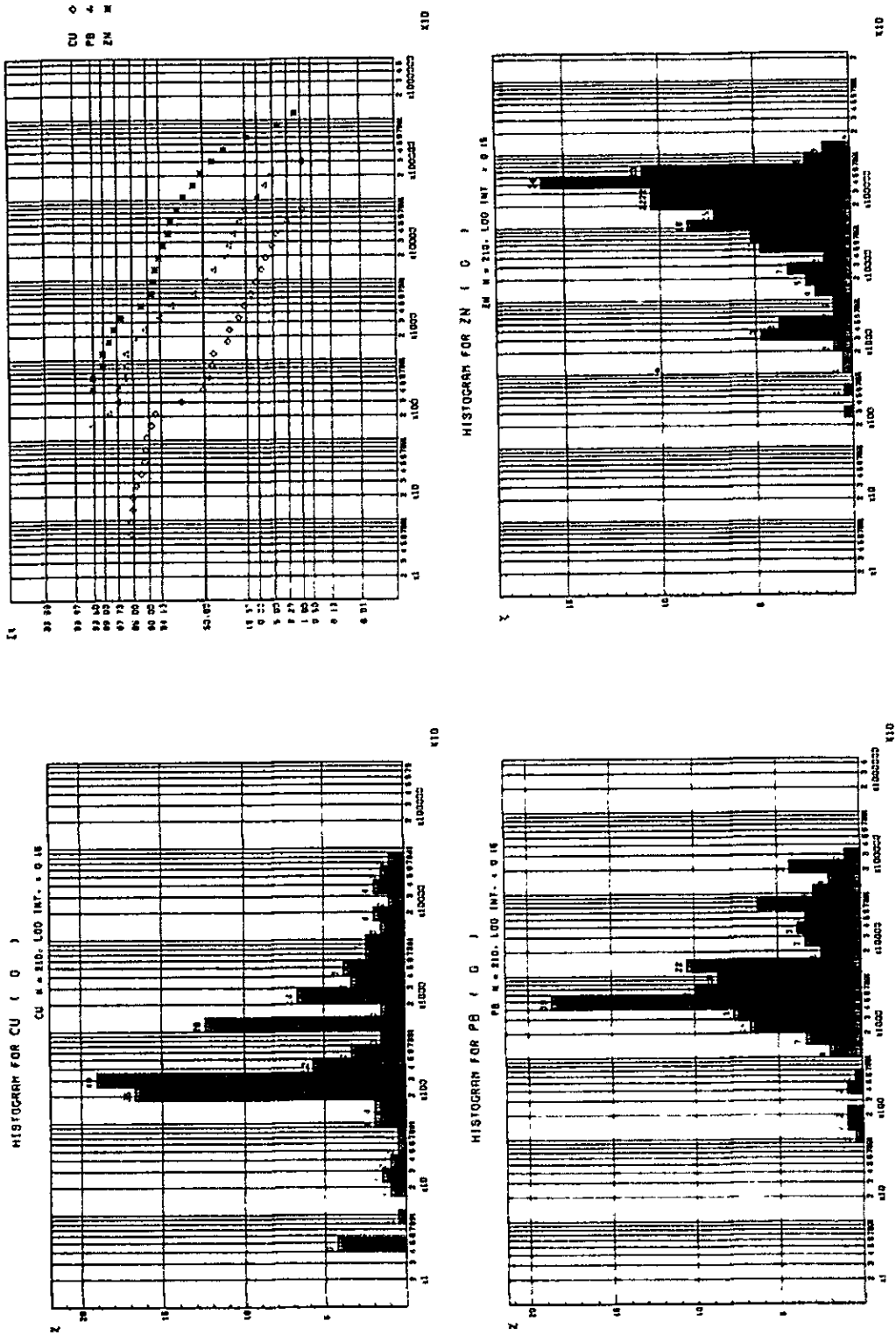
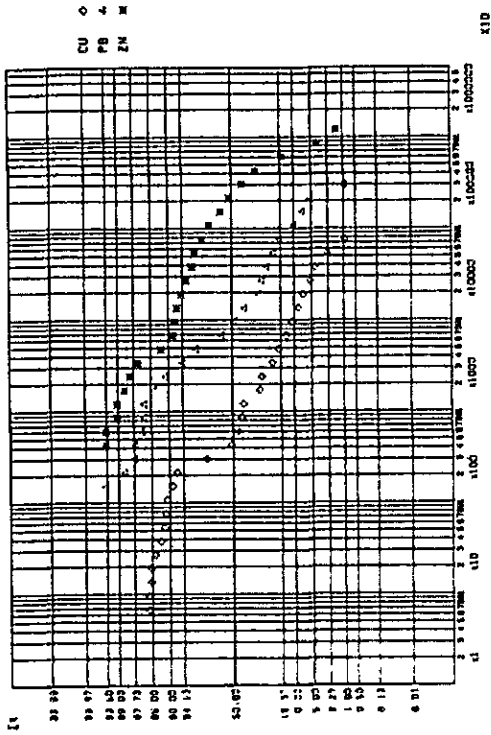


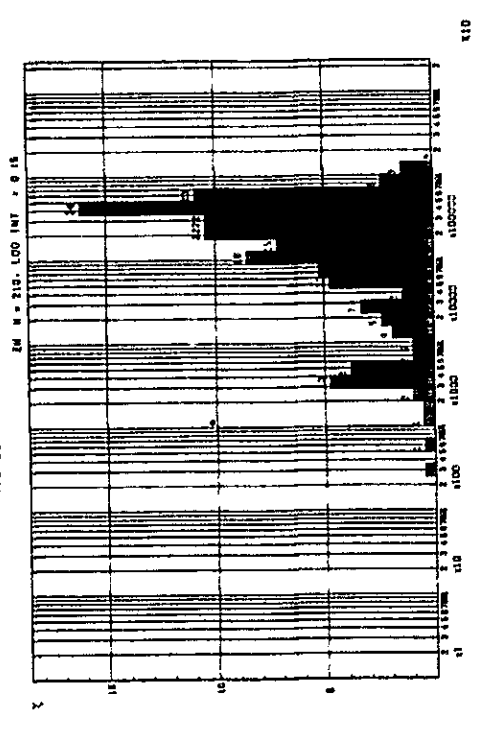
Fig. 13 Histogram and Cumulative Frequency Curve for Cu, Pb and Zn contents of Geochemical Samples (2) Gossan Samples



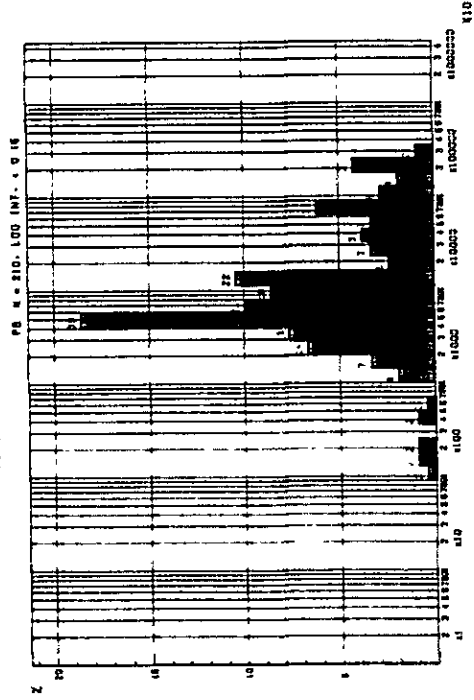
CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION FOR CU, PB AND ZN (G)



HISTOGRAM FOR ZN (C)



HISTOGRAM FOR PB (G)



HISTOGRAM FOR CU (G)

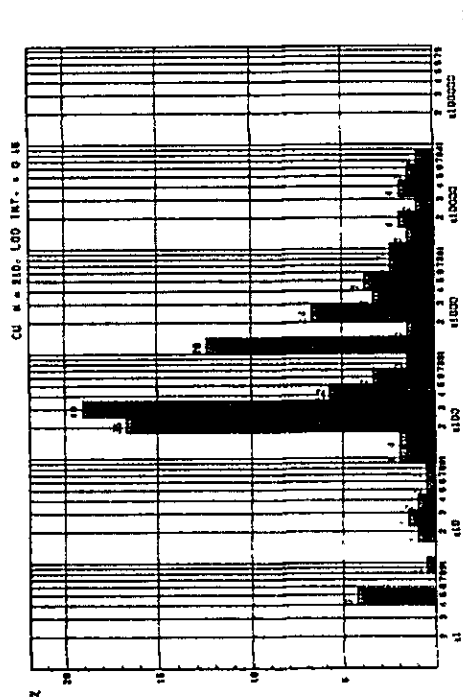
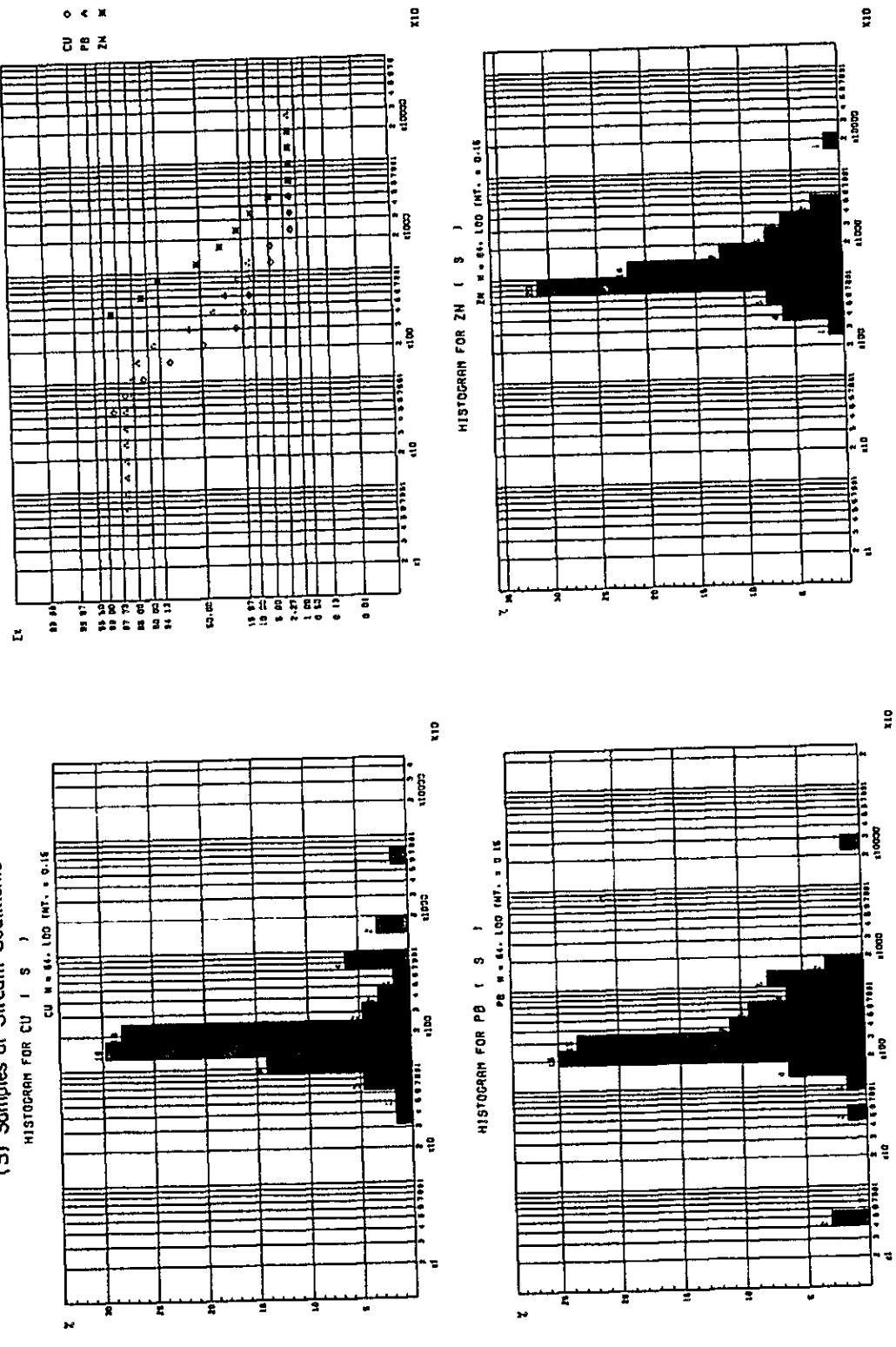
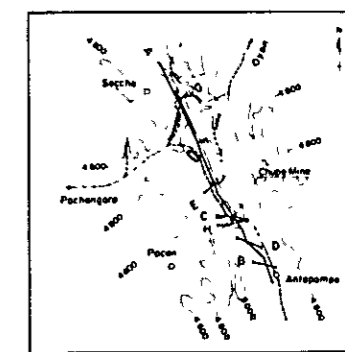




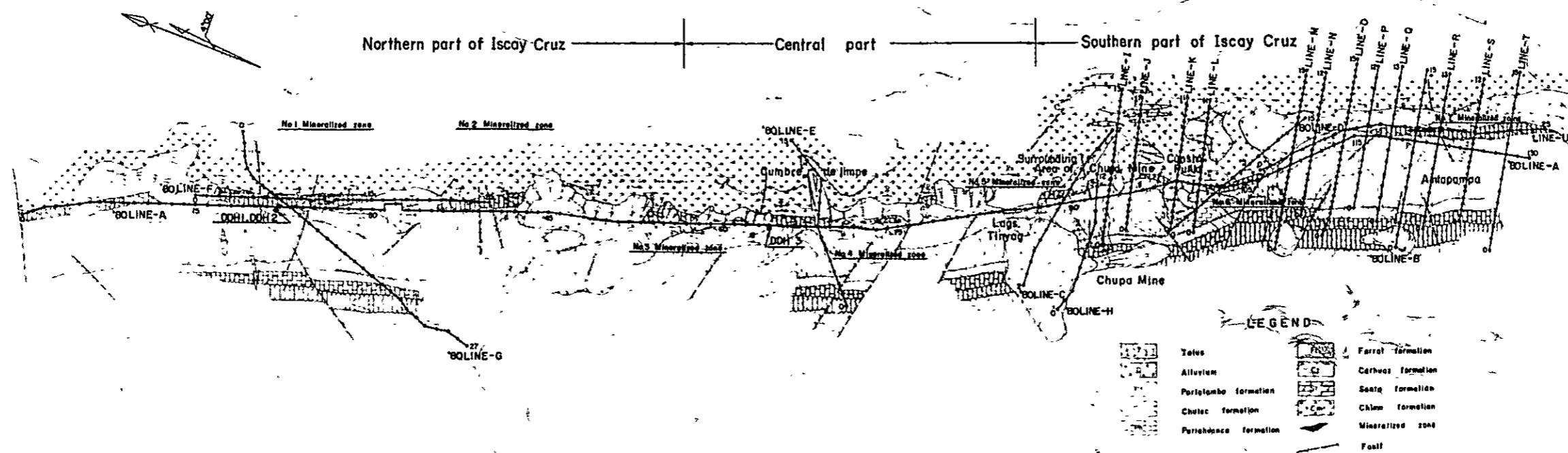
Fig.13 Histogram and Cumulative Frequency Curve for Cu, Pb and Zn contents of Geochemical Samples (3) Samples of Stream Sediments



INDEX



0 5 10 km



LEGEND

- | | | | |
|--|-----------------------|--|-------------------|
| | Yales | | Ferrat formation |
| | Alluvium | | Carhuas formation |
| | Parlotambo formation | | Sate formation |
| | Chulac formation | | Chilm formation |
| | Parishabaca formation | | Mineralized zone |
| | | | Fault |

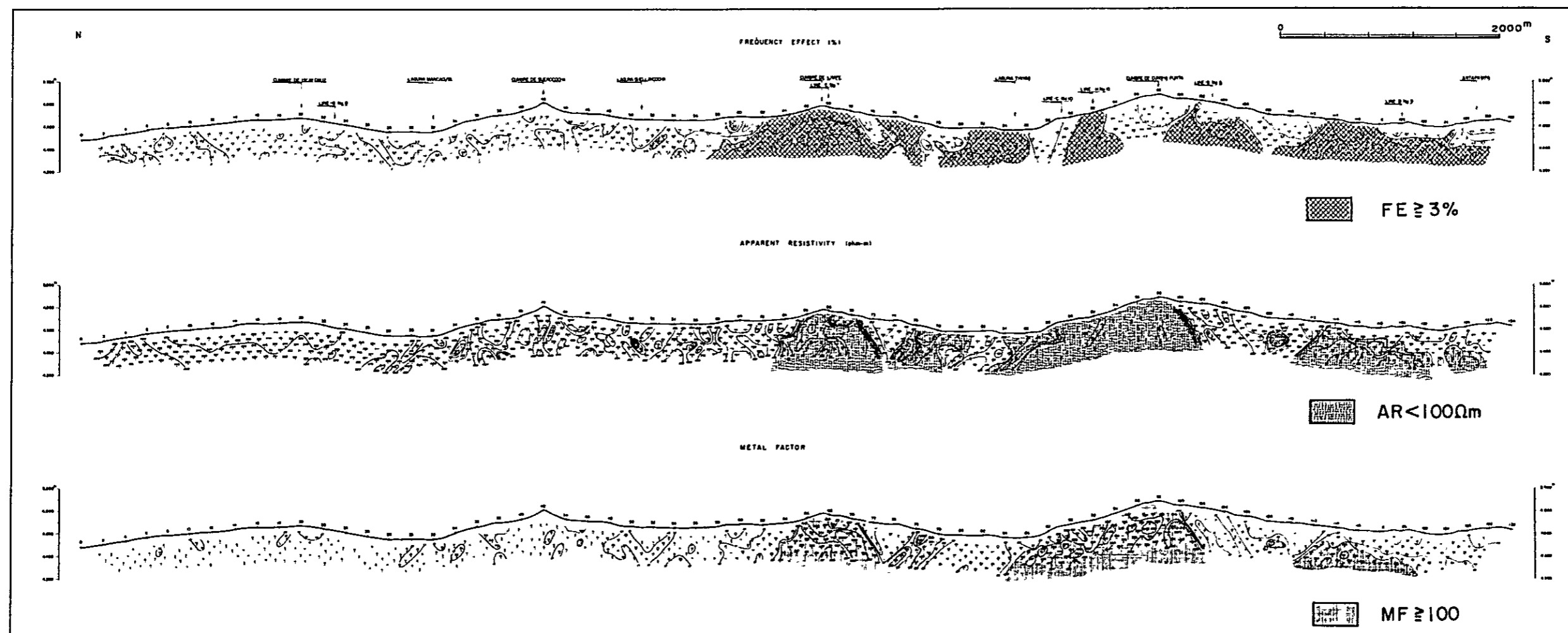
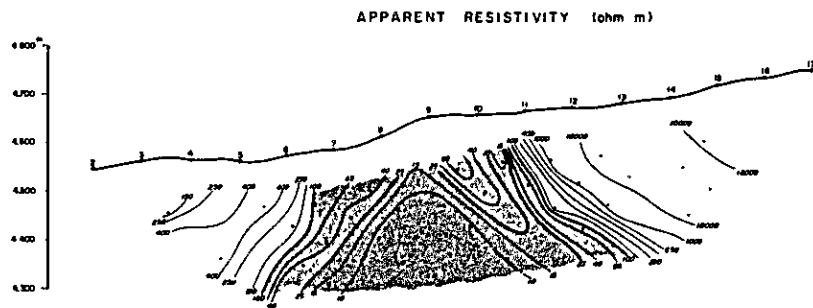
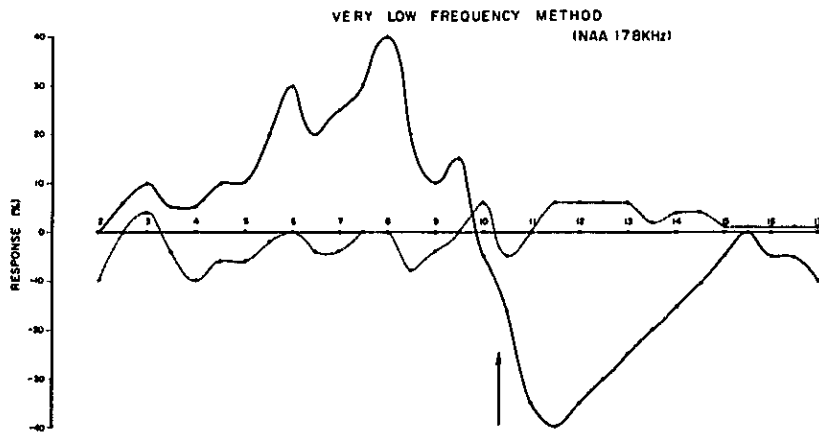
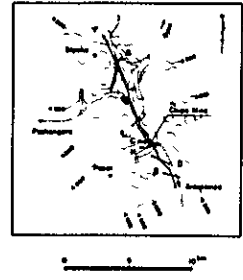


Fig.14 Summarized Map of IP Anomalies



INDEX



LEGEND

- AR \geq 25 (Ω m)
 - 25 < AR \leq 100 (Ω m)
 - LOCATION OF ELECTROMAGNETIC ANOMALY
 - IN - PHASE
 - OUT-OF - PHASE
- 0 500P

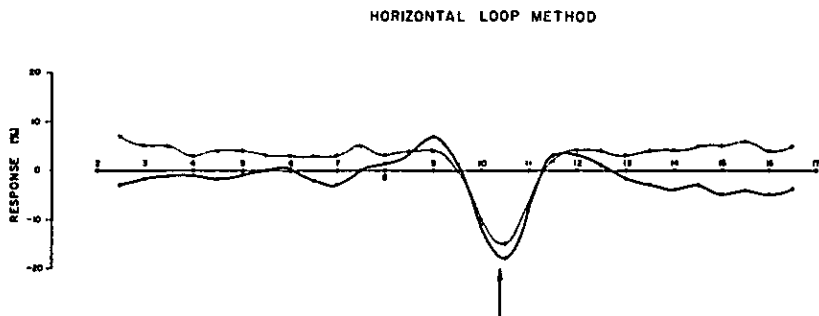
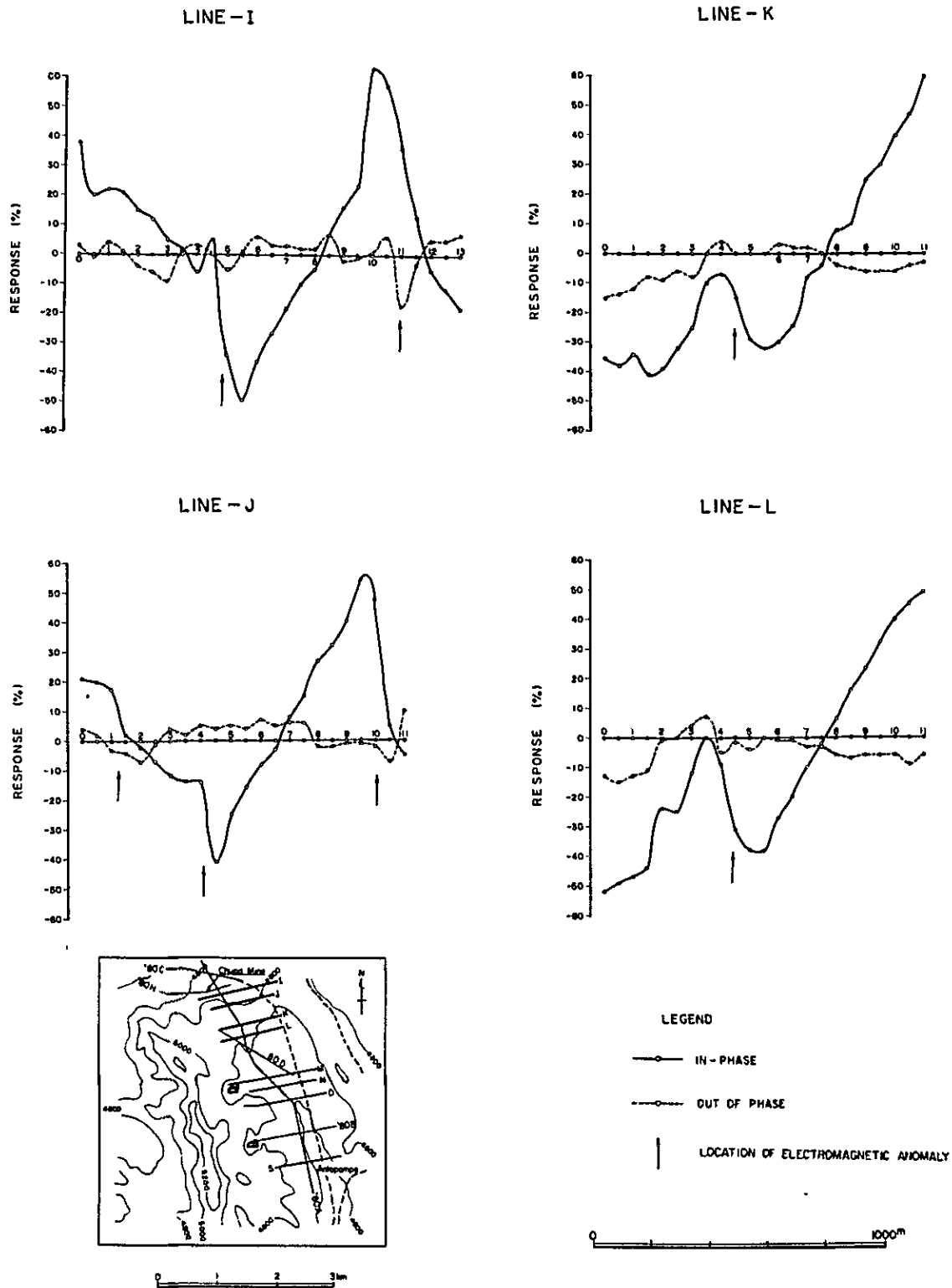


Fig 15 EM Component Curve (I) Line-C



**Fig.15 EM Component Curve
(2) Lines-I,J,K and L by VLF Method**

Table 6 List of Drilling

	<u>Coordinate</u>		<u>Elevation</u> (m)	<u>Direction</u>	<u>Inclination</u>	<u>Depth</u> (m)
	<u>N</u>	<u>E</u>				
DDH-1	813.070	309.040	4,643	80°	-50°	155.0
DDH-2	813.070	309.040	4,643	80°	-75°	252.0
DDH-3	809.120	310.310	4,695	60°	-48°	157.0
DDH-4	808.870	310.400	4,758	70°	-60°	184.7
DDH-5	808.610	310.460	4,742	70°	-45°	211.1
DDH-6	808.410	310.540	4,696	70°	-55°	301.6
DDH-7	806.870	311.450	4,646	250°	-80°	230.8
DDH-8	805.860	311.780	4,810	70°	-60°	200.3
DDH-9	805.540	311.930	4,774	70°	-70°	200.8
DDH-10	805.310	312.200	4,701	285°	-60°	200.4
DDH-11	804.250	312.880	4,606	0°	-90°	250.5
DDH-12	804.120	312.910	4,600	70°	-85°	310.5

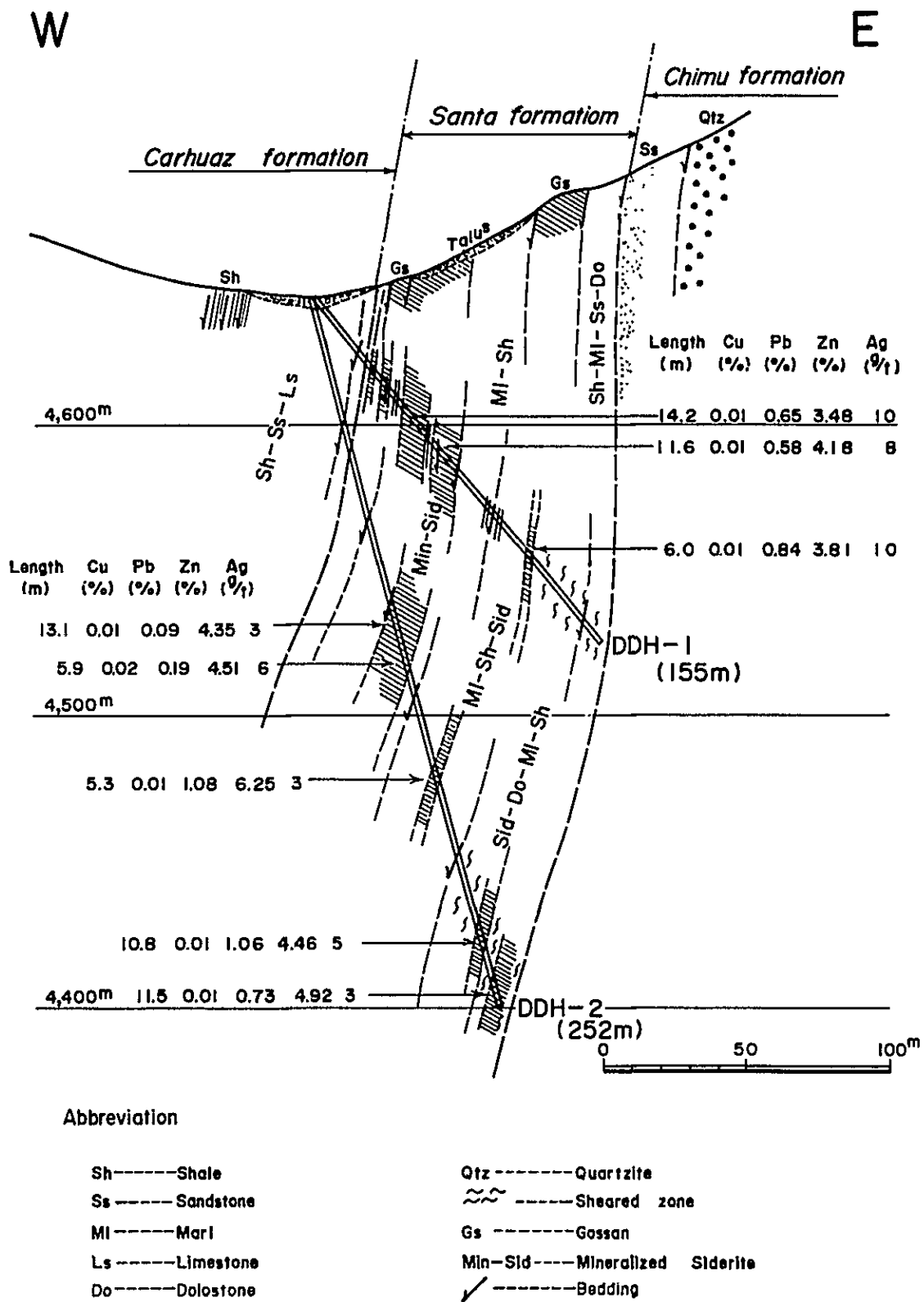
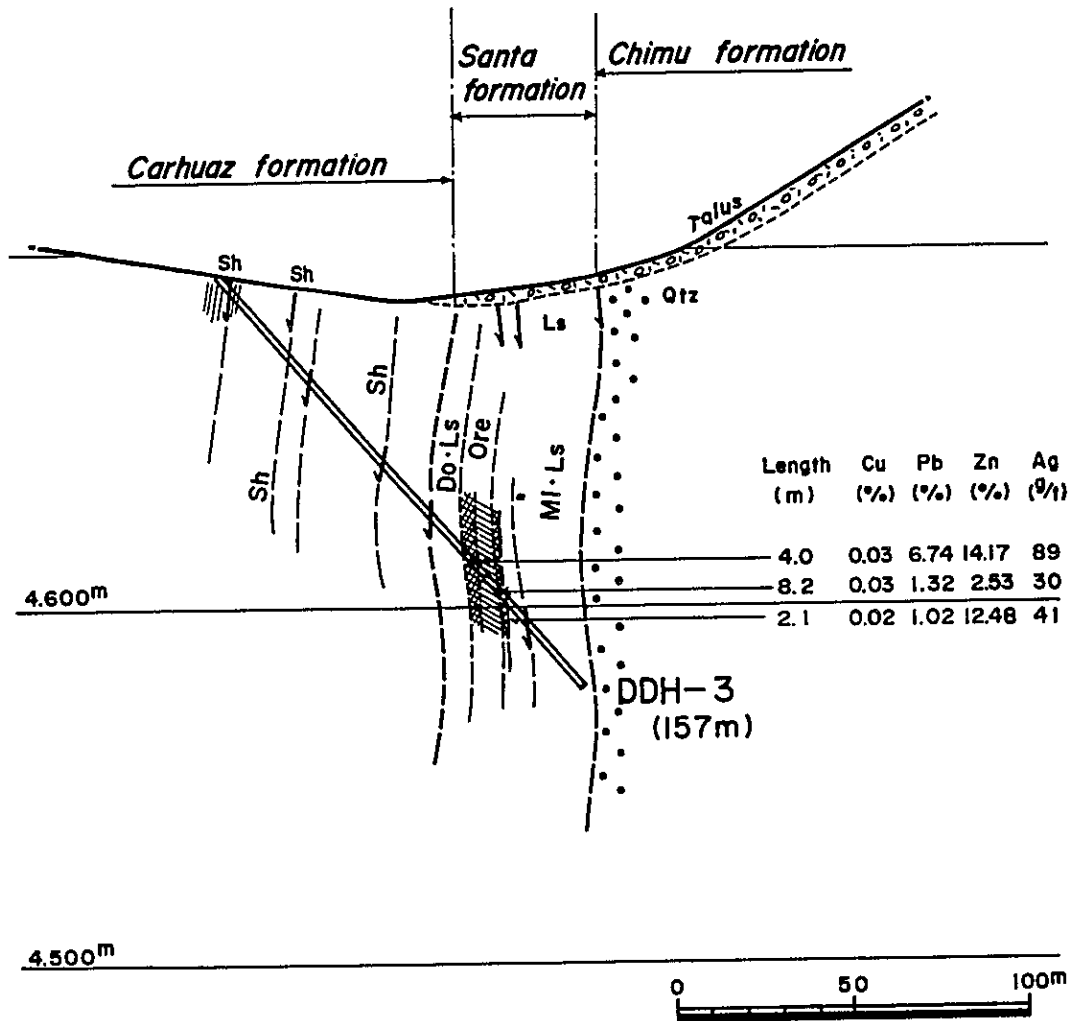


Fig. 16 Geological Section for DDH-1 and DDH-2 (S80°W — N80°E)

WSW

ENE



Abbreviation

Sh-----Shale
 MI-----Marl
 Ls-----Limestone
 Do-----Dolostone
 Qtz-----Quartzite

High grade ore
 Low grade ore
 Bedding

Fig. 17 Geological Section for DDH - 3 (S60°W - N60°E)

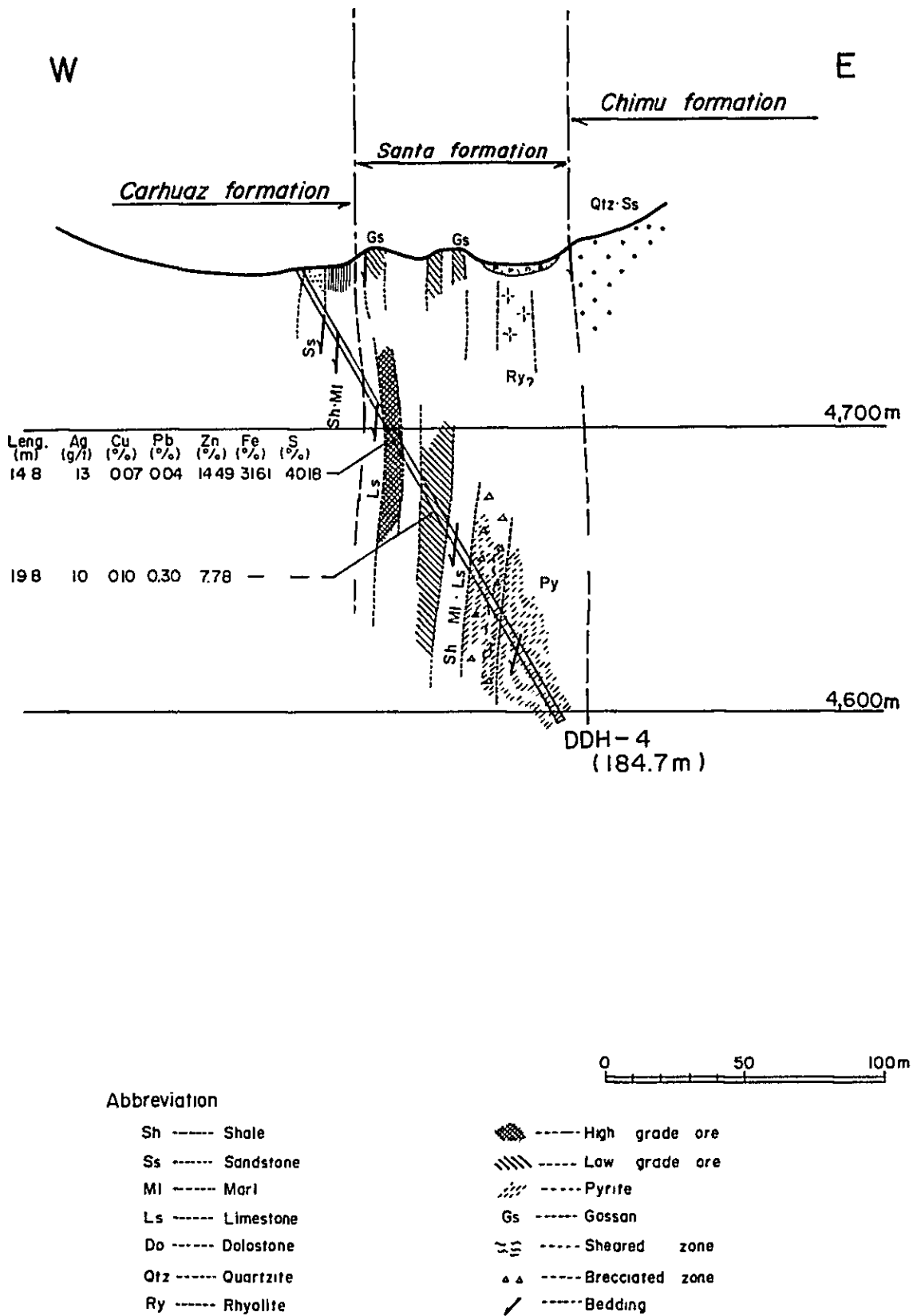


Fig. 18 Geological Section for DDH-4 (S70°W-N70°E)

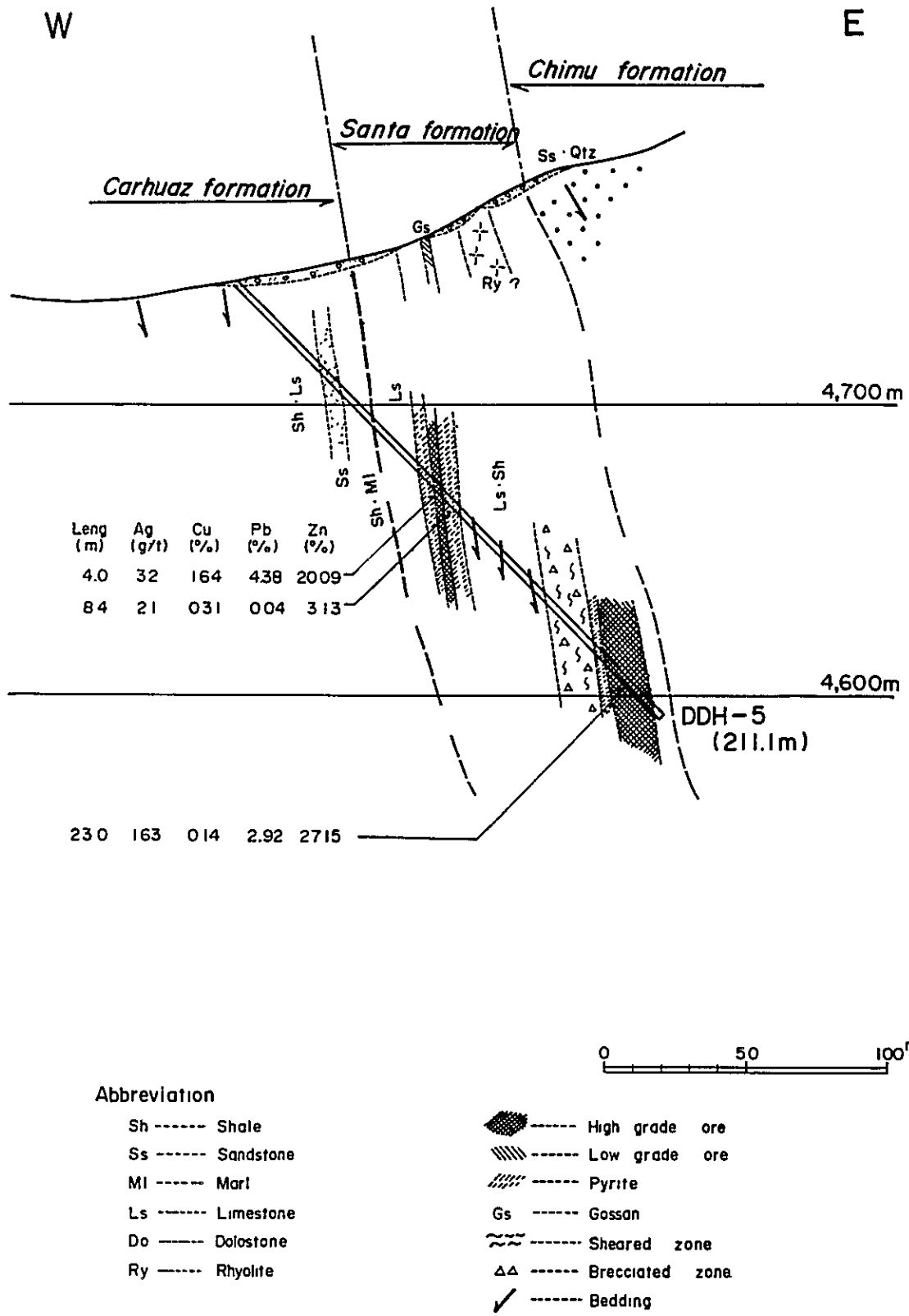


Fig.19 Geological Section for DDH-5 (S70°W - N70°E)

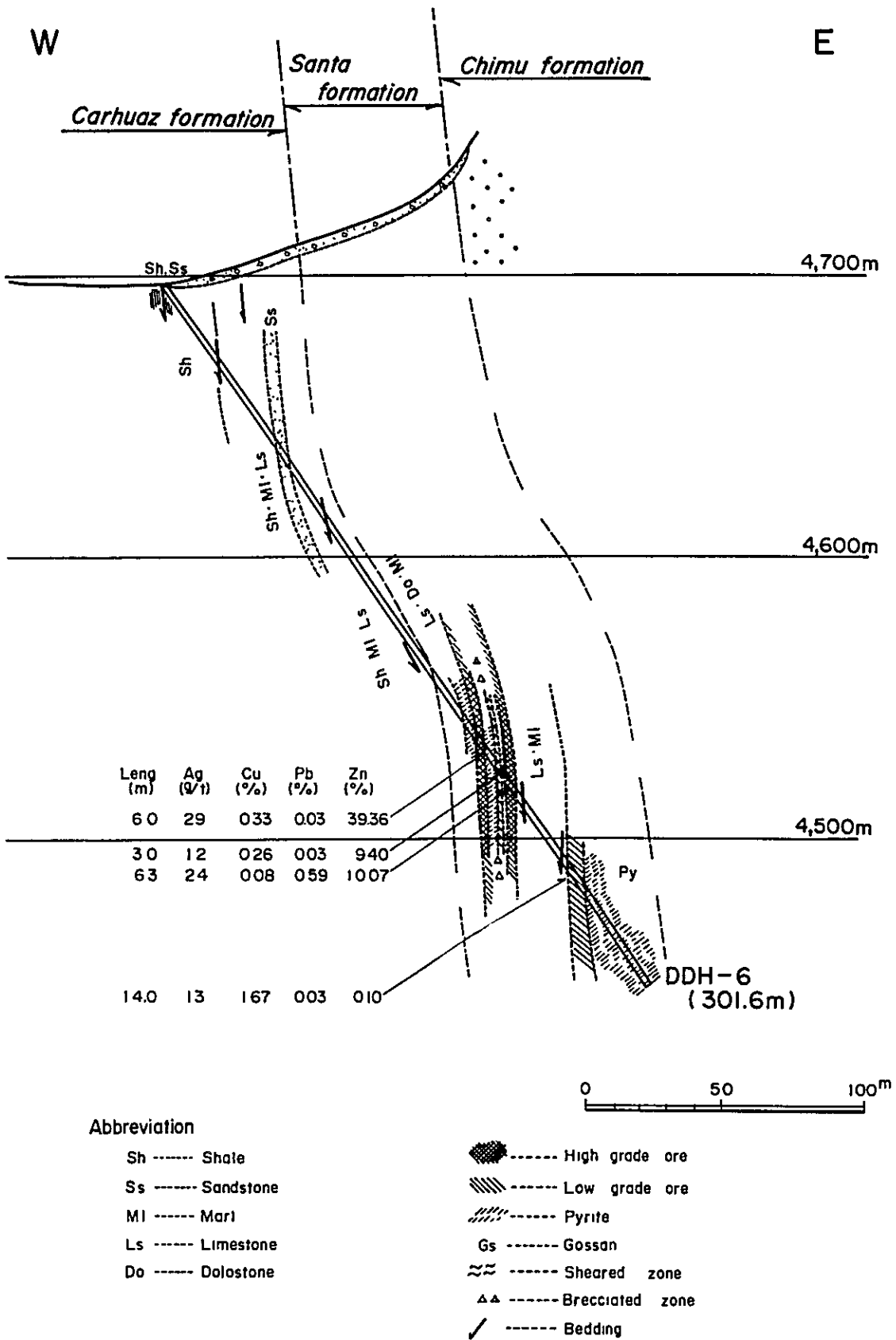
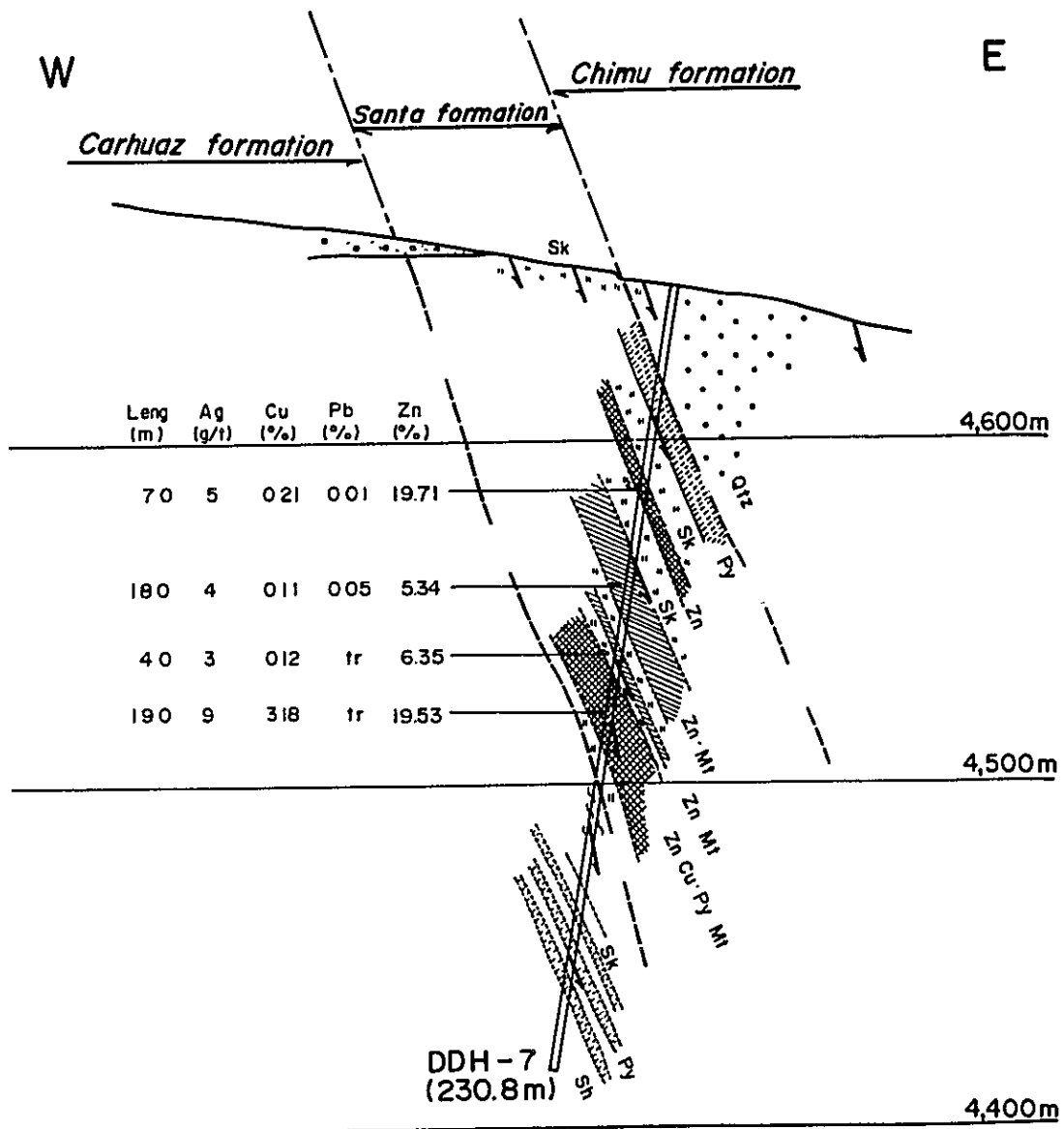


Fig.20 Geological Section for DDH-6 (S70°W - N70°E)



Abbreviation

Sh ----- Shale
 Ss ----- Sandstone
 Ml ----- Marl
 Qtz ----- Quartzite
 Sk ----- Skarn

High grade ore
 Low grade ore
 Pyrite
 Sheared zone
 Bedding

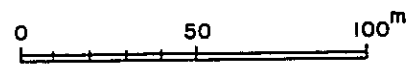


Fig.21 Geological Section for DDH-7 (S70°W-N70°E)

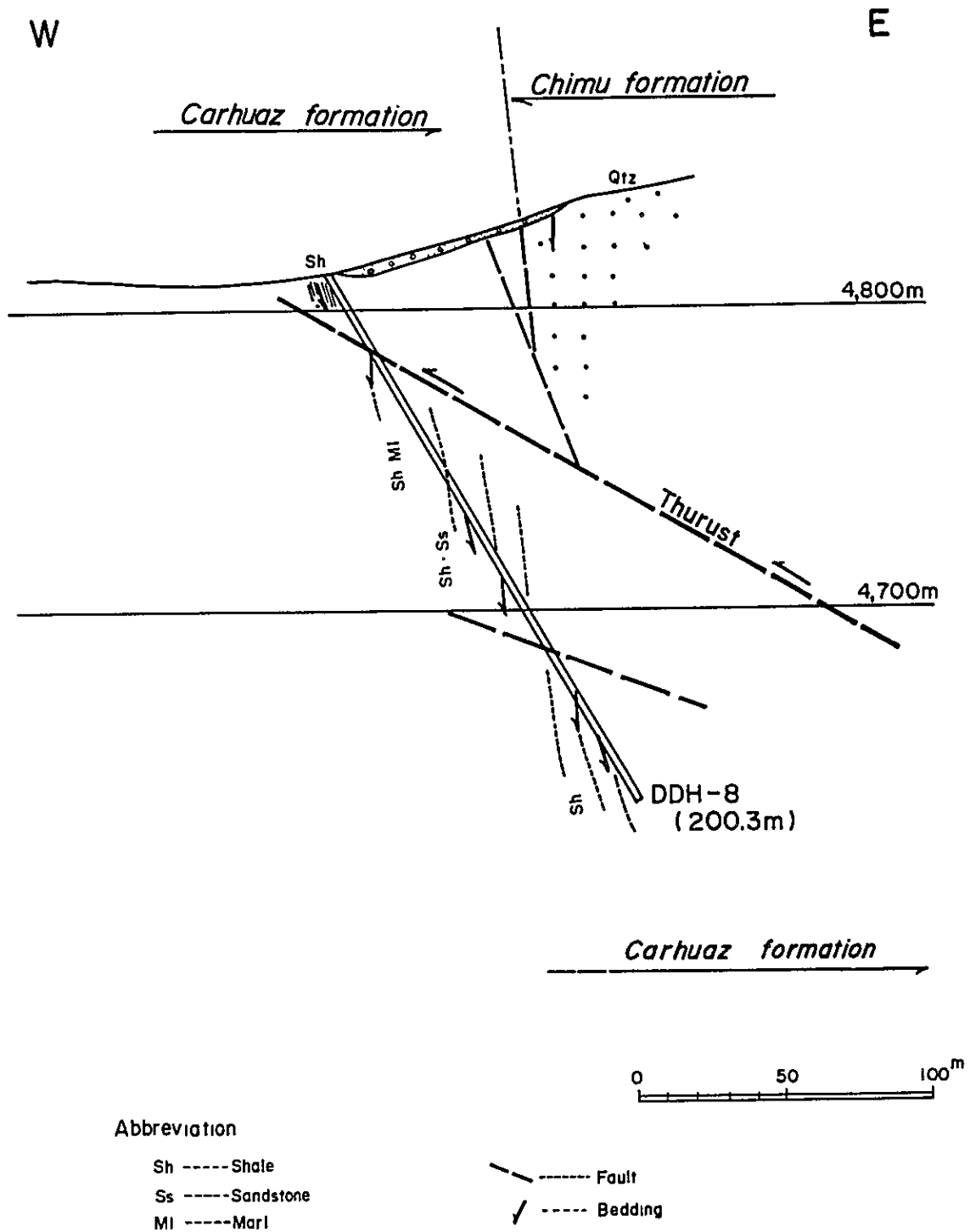
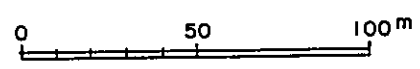
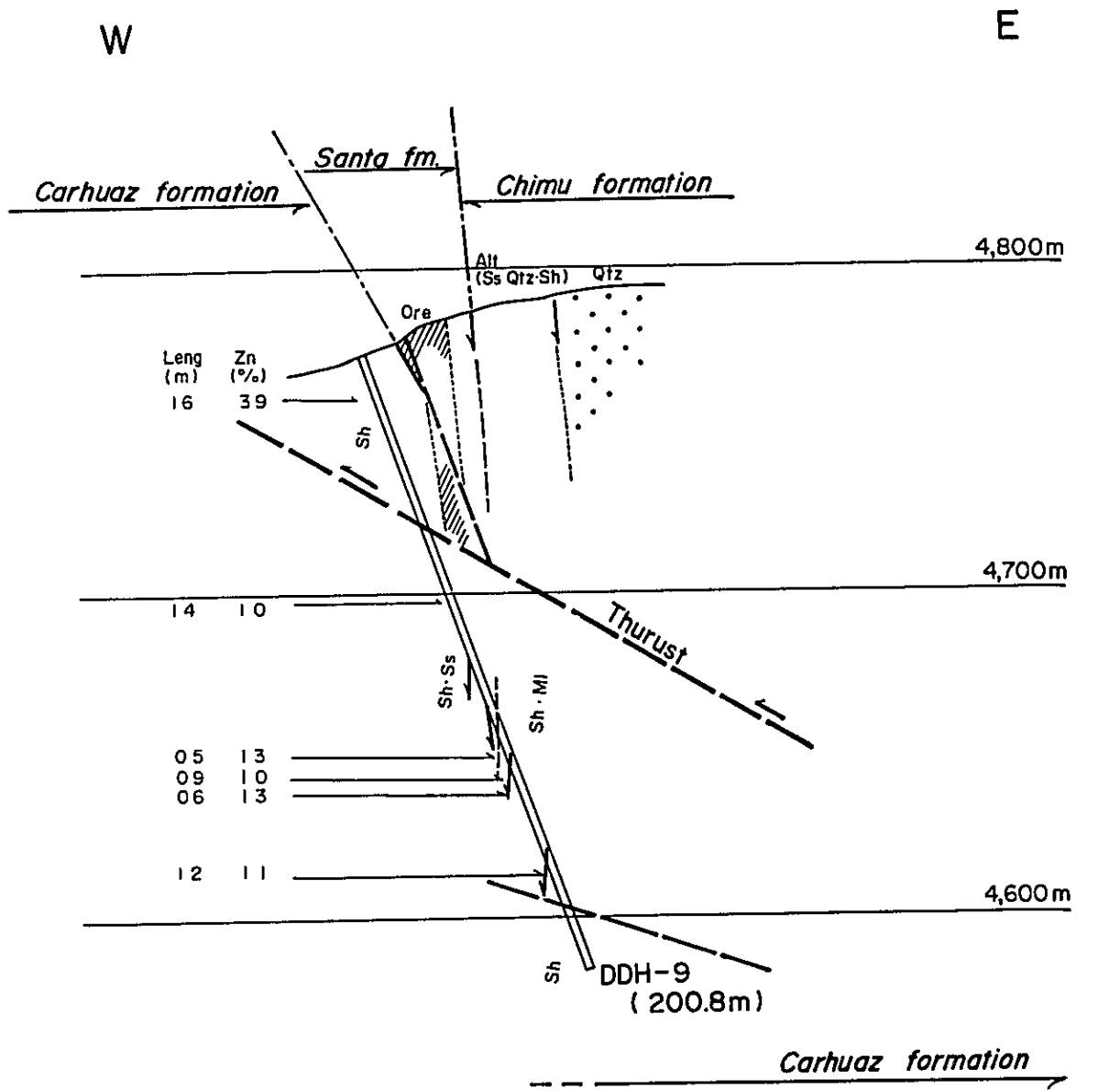


Fig.22 Geological Section for DDH-8
(S70°W - N70°E)



- Abbreviation
- | | |
|---------------------|-----------------|
| Sh ----- Shale | Gs ----- Gossan |
| Ss ----- Sandstone | ----- Fault |
| MI ----- Marl | / ----- Bedding |
| Ls ----- Limestone | |
| Qtz ----- Quartzite | |
| Do ----- Dolostone | |

Fig.23 Geological Section for DDH-9 (S70°W-N70°E)

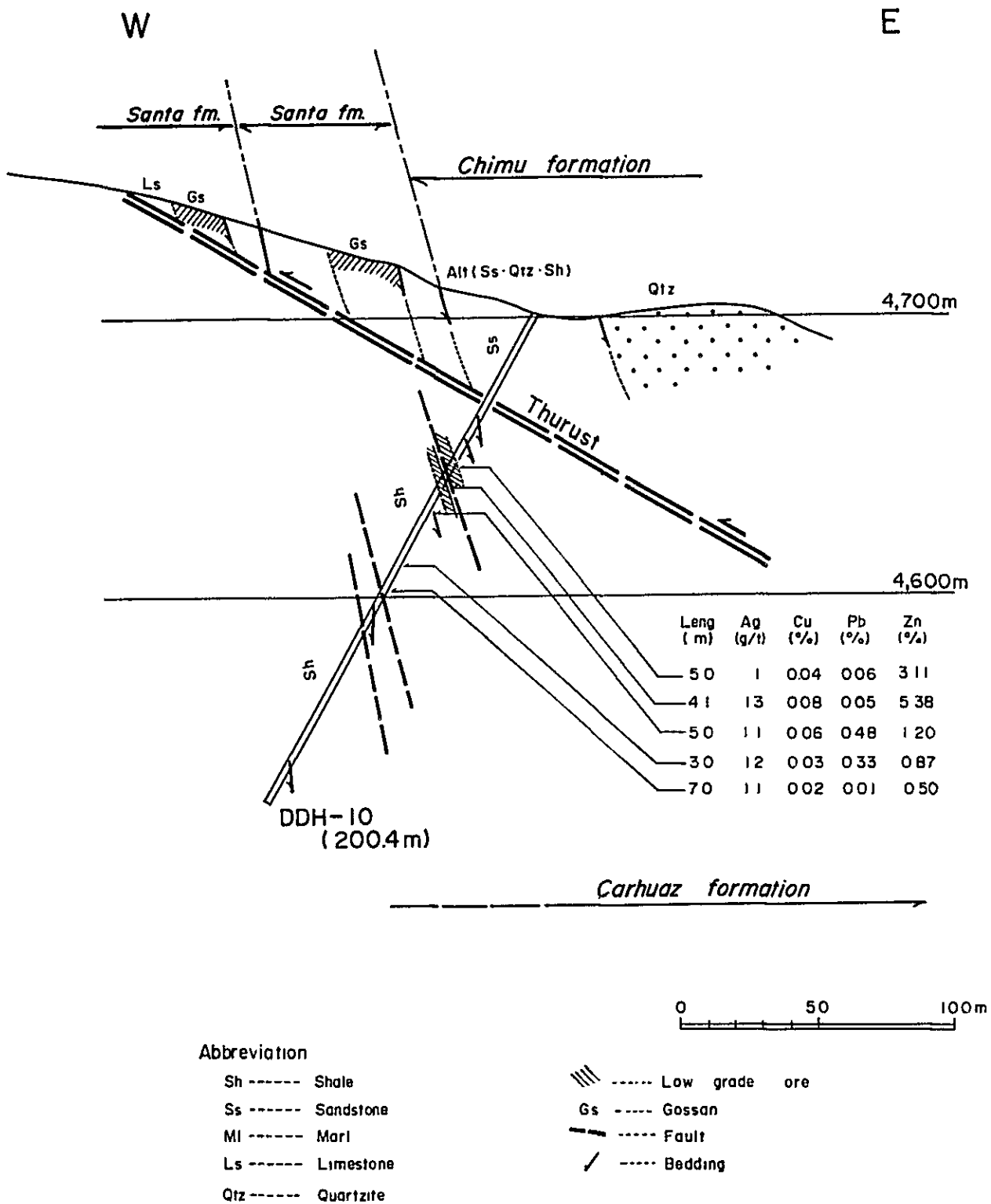


Fig.24 Geological Section for DDH - 10 (S 75°E - N75°W)

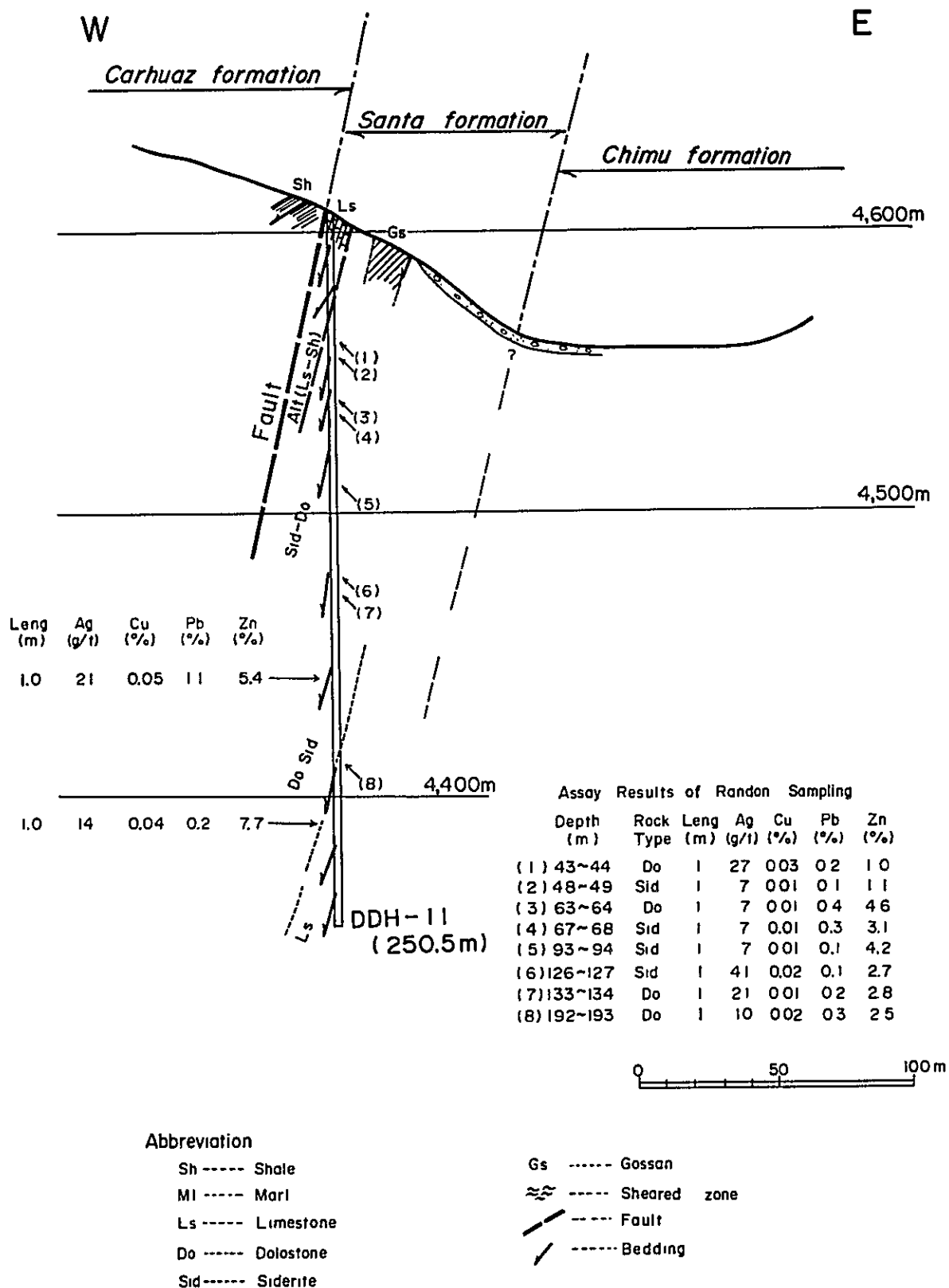


Fig.25 Geological Section for DDH-11

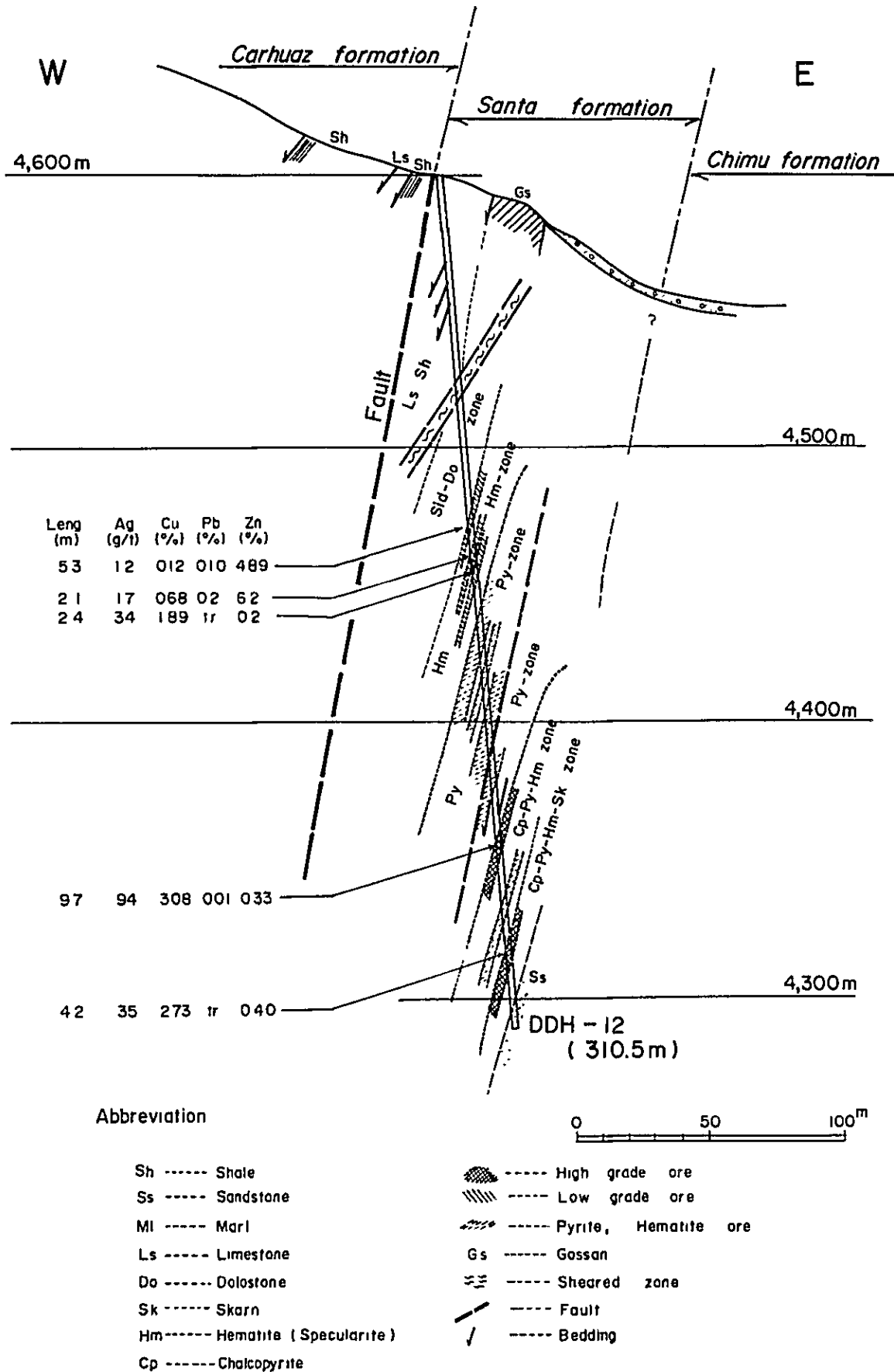


Fig.26 Geological Section for DDH - 12 (S70°W - N70°E)

第7章 Iscay Cruz 鈹化帯の総合的検討

7-1 地質構造と鈹化作用との関係

Iscay Cruz の鈹徴群は Santa 層石灰質岩中に胚胎する。Santa 層は褶曲の翼部に位置し、激しい折疊褶曲のため、その傾斜はほぼ垂直で一部で逆転構造が発達しており、その層厚は 40 m から 80 m まで変動する。

Limpe 区域、Cunsha Punta 区域、Chupa 鈹床などの顕著な鈹化帯は、すべて地層が逆転し、下位の Chimu 層珪岩が一 Chupa 鈹床の場合は Farrat 層珪質砂岩が見掛上の上位を占めて分布している。鈹液に対して化学的反応性に富む石灰岩に対して、化学的に安定した珪岩類が遮蔽岩として働き、鈹石鈹物濃集の役割をはたしたと推察される。

Iscay Cruz 地区には、褶曲軸に直交する方向の ENE-WSS 系破断断層および裂か群が高密度で発達している。Chupa 鈹床の鈹化作用は、この系統の断層・裂か群の発達に強く規制されている。本系統の裂か群は、鈹液の通路として、又鈹石物濃集の場の提供の意味で、本地区の鈹化作用と密接な関連を有すると推察される。本系統の裂か群の発達状況は、NNW-SSSE 系層面断層の発達と相俟って、鈹体の連続性にも影響を与えていると推察される。

7-2 火成活動と鈹化作用との関係

Iscay Cruz 峠の西方約 1 km に、石英安山岩質斑岩の岩株状貫入がある。本岩は、変質微弱で周囲の石灰岩に弱いスカルン化作用を与えているのみであり、鈹化作用との関係を有しないと推察される。又、玢岩脈も認められるが、これは鈹化作用後の貫入である。

Cunsha Punta 峠の東側の Oyon 層および Chimu 層中に、十数本の酸性岩脈が貫入している。本岩は岩脈自身およびその周辺に、珪化、絹雲母化、葉ろう石化などの著しい熱水変質作用と黄鉄鈹あるいは褐鉄鈹の鈹染をもたらしている。又、岩脈の周辺で著しい角礫化作用を伴い、一部に角礫脈を形成している。本岩の活動は、断片的ではあるが、背斜軸に沿い、Iscay Cruz 全域にわたっており、Limpe 峠では Santa 層中に直接貫入している。本岩は、その強い変質作用と鈹化帯との距離的關係などよりみて、本地区の鈹化作用と関係する火成活動を示すものと推察される。本岩は変質著しく原岩の組成は不明瞭であるが、稀に石英および長石の斑晶が認められることから石英斑岩であろうと推定される。

7-3 母岩の変質

鈹床の母岩は、泥灰岩および頁岩を挟在する Santa 層石灰岩である。本地区の Santa 層石灰岩は、他地区と比較すると、著しく泥質で不純物が多いように見受けられるが、もともと泥質であったのが、あるいは珪化、ドロマイト化、菱鉄鈹化などの変質作用の結果泥質の見掛を呈

するのか明らかでない。

Cunsha Punta 峠の北方ではスカルンを生じ、スカルン中に銅・亜鉛を濃集している。Limpe 峠北側で確認した塊状硫化鉱物では、大量の黄鉄鉱・磁硫鉄鉱が直接石灰岩を交代している。鉱物の中石およびその周辺では、珪化、絹雲母化、菱鉄鉱化、ドロマイト化などの変質作用が顕著である。Isca Cruz 峠付近では珪化した菱鉄鉱が広範囲に発達し、鉛・亜鉛を鉱染している。鉱床周辺の頁岩・泥灰岩中には広く黄鉄鉱の鉱染が認められている。高品位部では母岩の角礫化が顕著である。鉱化作用に伴う変質として、菱鉄鉱作用と珪化作用が著しく、化学成分の上では鉄・マンガン・シリカの添加が大きいのが本鉱化帯の特徴であり、これは熱水作用にもとづくものと推察される。

Fig. 27 は、熱水変質作用に伴う主要元素の移動を明確にするため、Isca Cruz 地区の Santa 層中より採取した末変質石灰岩、鉱物周辺のドロストーンおよび菱鉄鉱の主要成分分布範囲をグラフ化したものである。これによれば、石灰岩は純度の高い CaCO_3 より成るが、ドロストーンでは Ca の約半量が溶脱し、Mg, Fe, Mn などに置換されており、菱鉄鉱では Ca が完全に溶脱し Fe および Mn に置換され、さらに Si の添加を受けている。

7-4 鉱石鉱物と脈石鉱物の累帯分布

本鉱化帯は主に Santa 層に沿って、延長 12 km にわたって分布しており、鉱石鉱物濃集の程度は局地的であり断続的である。しかし、全体的にみると、酸性火成岩の活動の中心に最も近い位置にある Cunsha Punta 峠北方にスカルン鉱床が生成し、黄銅鉱・閃亜鉛鉱・磁鉄鉱・黄鉄鉱・磁硫鉄鉱を濃集している。スカルン鉱床は本鉱化帯の中心部を占めていると解せられる。その北南両外側の Limpe 峠付近および Cunsha Punta 峠の南側には、塊状硫化鉱物床が形成され、黄鉄鉱・磁硫鉄鉱塊中に方鉛鉱・閃亜鉛鉱を濃集している。さらに、最外郭の Isca Cruz 峠付近および Antapampa 区域には、マンガン成分に富む菱鉄鉱層中の鉛・亜鉛鉱染鉱床が胚胎している。これら各タイプの鉱床は酸性火成岩を中心に累帯分布し、一連の鉱化帯を形成していると考えられる。

Fig. 28 は、Fig. 8 に示された露頭部のチャンネル・サンプリング分析結果から Cu-Pb-Zn 成分比を求め、これを三角図表にプロットしたものである。なお、Cu および Pb の含有量は Zn に比し相対的に少量なので、計算単位を Zn は分析値そのまま、Pb は分析値の 10 倍、Cu は分析値の 100 倍として成分比を算定した。本図表によれば、Cu-Pb-Zn 成分比は各区域ごとによく分帯されており、Isca Cruz 区域が Pb・Zn で特徴付けられる外側帯を、Limpe 区域が Cu・Pb・Zn 3 成分で特徴付けられる中間帯を、Antapampa 区域および Chupa 鉱床は前 2 帯の間に挟まる漸移帯を、さらに Tinyag を含む Cunsha Punta 区域は高い Cu 含有比で特徴付けられる内側帯に位置している。このような明瞭な金属成分の累

帯配列は、鉍液 (ore solution) 自身の分化作用 (differentiation) と鉍石鉍物沈殿時の母岩 (host rock) の物理化学的条件との相互作用に起因すると推察される。

7-5 物理探査結果の検討

- (1) Iscay Cruz 鉍化帯全域をカバーして実施された I P 法による物理探査結果によれば、ほぼ Lag. Quellaycocha を境に、北と南で対象的な物性を示している。即ち、北部は低 F E、高 A R で、物理探査結果からは、大規模な黄鉄鉍鉍体の賦存は予測できない。このことは D D H-1 および D D H-2 で実証された。
- (2) 高 F E および低 A R 異常帯は、鉍化帯ほぼ中央に位置する Limpe 区域以南に偏在しており、なかでも Limpe 区域が最も顕著な異常を示す。この異常は伏在する鉛・亜鉛・黄鉄鉍鉍体に起因することが、D D H-3 以下 4 本のボーリングにより実証された。
- (3) 次に強い高 F E、低 A R 異常帯は、最南端の Antapampa 区域で検出された。本異常帯は一部を除き伏在しており、南方へ深くなる傾向がある。異常の原因は、菱鉄鉍鉍層中に胚胎した銅を伴う赤鉄鉍・黄鉄鉍鉍体によることが、D D H-11 および D D H-12 より証明された。
- (4) 第 3 クラスの高 F E 異常帯は、Cunsha Punta 区域、Tinyag スカルン露頭区域、および Lags. Tinyag 周辺で観測された。このうち Cunsha Punta 区域の高 F E 異常は伏在しており、これは測線位置が鉍体から離れて設定されたためとも考えられる。Tinyag スカルン露頭付近では弱い F E 異常が観測されたが、これは測線と鉍体との距離の関係のほか、スカルン鉍床が比較的黄鉄鉍に乏しく、閃亜鉛鉍と磁鉄鉍に富む鉍質を有するのが原因であろう。Lags. Tinyag 周辺の高 F E 異常は湖辺に堆積した褐鉄鉍に起因する可能性も考えられる。なお、Lags. Tinyag から Cunsha Punta 峠にかけて、低 A R 帯と Iscay Cruz 地区最強・最大の高 M F (metal factor) 異常帯が検出された。
- (5) 以上に述べたとおり、I P 法による物理探査により、本地区の探査上極めて有益かつ貴重なデータが提供された。

7-6 ボーリング結果の検討

昨年度より本年度にかけて実施された 12 本のボーリングのうち、D D H-8 を除く各孔で鉍石部の捕捉に成功した。ボーリングにより捕捉された主要鉍石部の Cu-Pb-Zn 成分比を、三角図表にプロットすると Fig. 29 となる。

本図表によれば、北部に位置する D D H-1、D D H-2、および D D H-3 の大部分の鉍石部が、相対的に Pb に富む外側帯を構成し、D D H-4、D D H-5、および D D H-6 など Limpe 地区の鉍石部が、Zn に富む中間帯を構成している。

Cu・Znに富む内側帯には、DDH-7のスカルン鉱体がプロットされるのは当然としても、最南端に位置するDDH-12の鉱石部もプロットされている。この原因は、恐らく、鉱化作用の中心が単1でなく、鉱化の中心が複数個存在したための部分的な乱れによるものであろうと考えられる。

7-7 露頭状況と鉱化作用

Limpe区域で、高品位鉛・亜鉛・黄鉄鉱鉱体が、広範囲に、地表下に伏在することが、ボーリングにより確認された。Limpe区域の露頭部は、全Isca Cruz 鉱化帯のうち最も鉱徴優勢であるに拘わらず、珪化変質岩中の赤鉄鉱鉱染、マンガン菱鉄鉱の酸化産物である黒色ゴッサン、ドロストーン中微量の方鉛鉱・閃亜鉛鉱鉱染などが主で、黄鉄鉱塊の露出は小規模かつ稀である。地表部に広く分布する赤鉄鉱や黒色ゴッサンが、黄鉄鉱塊の酸化産物であるとは考え難く、両者は初生的(primary)に異っていたと推察される。鉛・亜鉛・黄鉄鉱鉱体の大部分は潜頭鉱床であり、地表部のゴッサンや変質岩は鉱体上部あるいは周辺の変質帯を構成していたのではないかと考察される。

7-8 鉱床成因の考察

火成活動の中心に最も近いところにスカルン鉱床が胚胎し、その周辺に熱水性交代鉱床が胚胎しており、後マグマ期(post-magmatic stage)の接触交代作用(contact metasomatism)と熱水期(hydrothermal stage)の熱水交代作用(hydrothermal replacement)が共存するのが本鉱化帯の持徴である。このような性格は、Petersen(1965)によるCordilleranタイプの鉱床と共通していると考察される。

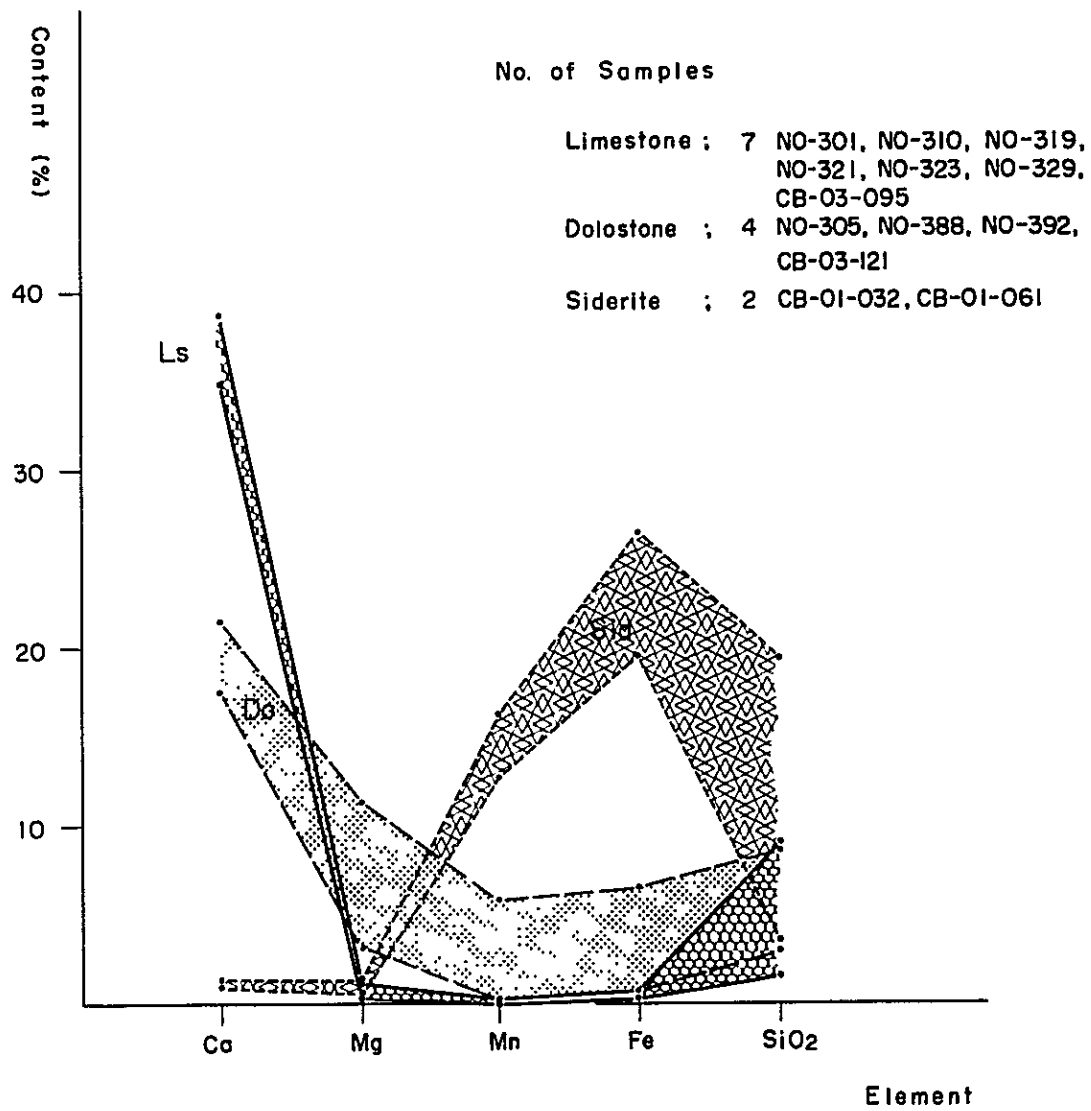
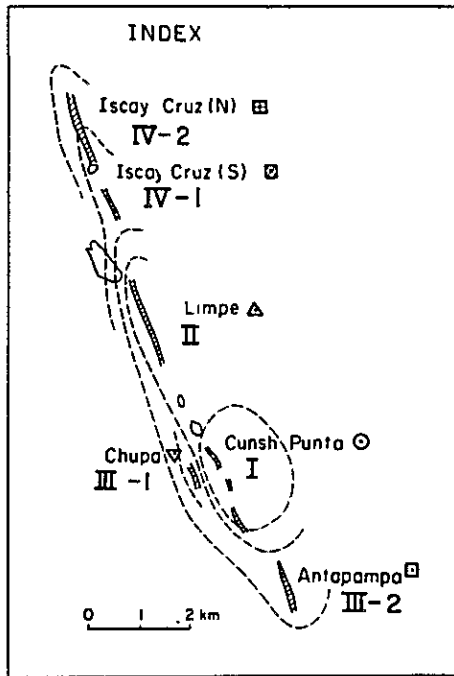


Fig. 27 Variation Diagram for Chemical Components of the Carbonate Rocks of the Santa Formation in the Iscay Cruz Area



↙ Suggested evolutionary route of ore solution

Used data are from Fig 8

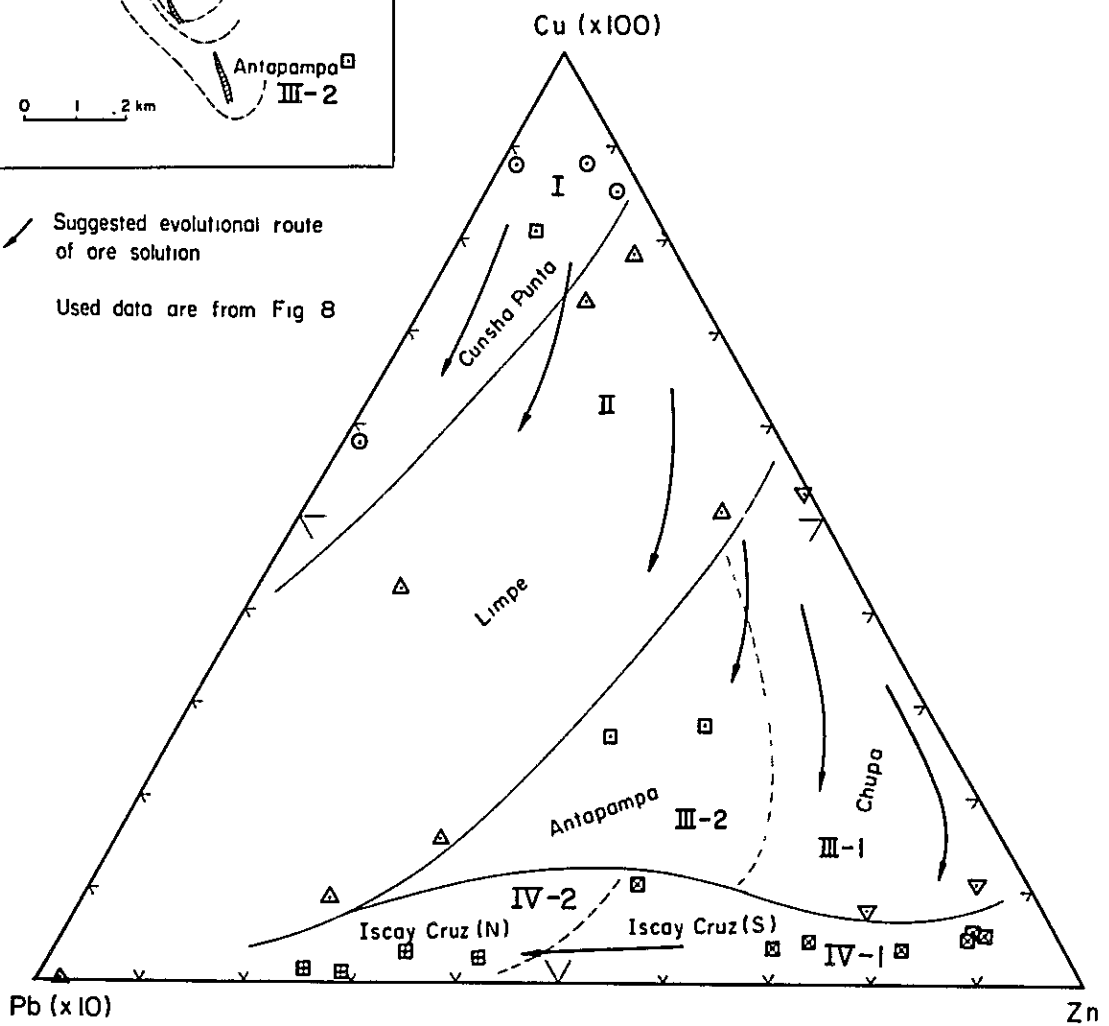


Fig. 28 Triangular Diagram for Cu-Pb-Zn Ratio in the Iscay Cruz Area

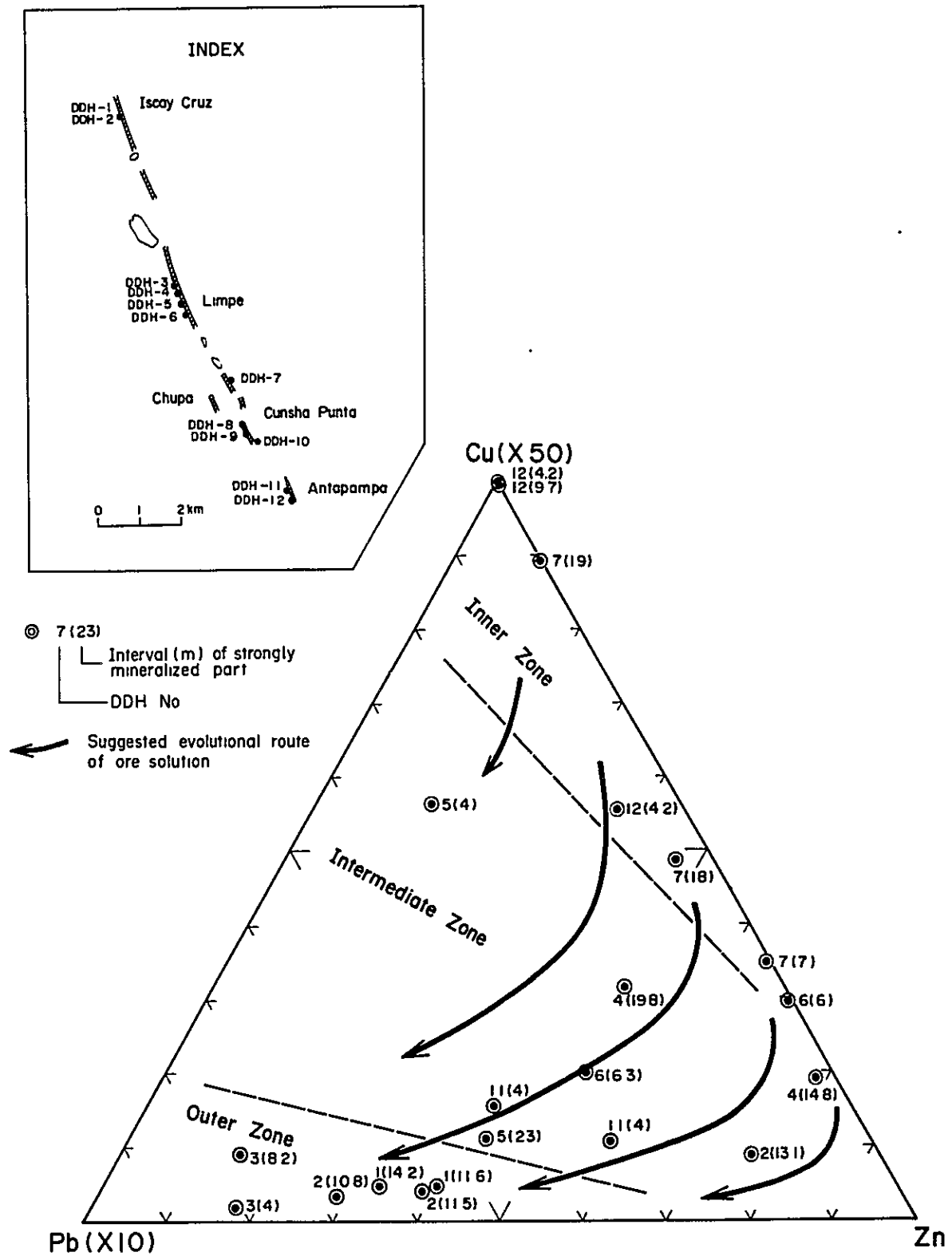


Fig. 29 Triangular Diagram for Cu-Pb-Zn Ratio in the Drilled Core

第8章 結論および将来への展望

8-1 結 論

- 1) オヨン地域に対して、3年間にわたって地質調査を段階を追って実施することにより、Isca Cruz, Cochaquilloなどの鉍化帯の賦存が確認されるとともに、地質構造と鉍化作用の関係、各鉍化帯の特徴とポテンシャルリティなどが明らかとなった。
- 2) 最も有望な鉍化帯として抽出された Isca Cruz 地区に対しては、物理探査およびボーリング調査が実施され、顕著な物探異常が検出されるとともに、ボーリングにより、高品位銅・鉛・亜鉛鉍体の伏在が確認された。
- 3) Isca Cruz に次ぐ鉍化帯として、Cochaquillo が抽出された。Cochaquillo 鉍床は、銀・鉛に富み、鉍化変質帯としては大規模であるが、高品位部は小規模かつ偏在しているなどの特徴がある。

8-2 将来への展望

- 1) Isca Cruz 地区については、高品位鉍床の胚胎を確認することにより、当初の目標は完全に達成された。本地区は、鉍量的にも大きな期待が持てるので、今後、開発に見合う経済的鉍量の獲得を目的とする次段階のより精度の高い調査・探鉍に移行することが望ましい。
- 2) Cochaquillo 鉍床については、鉍化変質帯周辺部下方での鉍況好転の可能性が考えられるので、将来、調査再開を検討することが望しい。

REFERENCES

- Bellido, B.E. (1969)
Sinopsis de la geología del Peru.
Serv. Geol. Min., Peru, Bol. 22.
- Bellido, B.E., Luis de Montreuil, D. y Girard, P.D. (1956)
Aspectos generales de la metalogenia del Peru.
Serv. Geol. Min., Peru.
- Benavides, V. (1956)
Cretaceous system in Northern Peru.
Amer. Mus. Hist. Bull., v.108, p.252-494.
- Cobbing, J. (1973)
Geología de los cuadrangulos de Barranca, Ambar, Oyon, Huacho,
Huaral y Canta. Ser. Geol. Min., Peru, Bol.26.
- Coney, P.J. (1971)
Structural evolution of the Cordillera Huayhuash, Andes of Peru.
Geol. Soc. Amer. Bull., v.82, p.1863-1884.
- Cossio, A. (1964)
Geología de los cuadrangulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa.
Com. Carta Geol. Nac., Bol.8.
- Cristi, J.M. (1956)
Chile, Handbook of South American Geology.
Geol. Soc. Amer. Memoir. 65, p.187-214.
- Einaudi, M.T. (1977)
Environment of ore deposition at Cerro de Pasco, Peru.
Econ. Geol., v.72, p.893-924.
- Evans, R.B. and Greenwood, P.G. (1968)
Electromagnetic surveys for metalliferous mineral deposits in

selected areas of Central Peru.

Institute of Geological Science, Report No. 9, p.11-17.

Fukahori, Y., Aikawa, K. and Kawasaki, M. (1980)

Geology and ore deposit of the Huanzala mine - Mineralogical Study. (in Japanese). Min. Geol. Japan, v.30, p.103-118.

Hamilton, W. (1969)

The volcanic central Andes, a modern model for the Cretaceous batholiths and tectonics of western North America.

Oregon Dept. Geol. Min. Ind. Bull., v.65 p.175-184.

Horita, A., Oikawa, J. and Tagami, Y. (1973)

Geological features of the Huanzala ore deposits, Peru. (in Japanese). Min. Geol. Japan, v.23, p.265-274.

Ishihara, S. (1977)

The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks

Min. Geol. Japan, v.27, p.293-305.

James, D.E. (1971)

Plate tectonic model for the evolution of the Central Andes.

Geol. Soc. Amer. Bull., v.82, p.3325-3346.

Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan

(1978-1979), Report on geological survey of the Cordillera Oriental, Central Peru. Vols. 6-8.

Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan

(1980-1981), Report on geological survey of the Oyon area.

Phase I., Phase II.

Jenks, W.F. (1948)

Geology of the Arequipa quadrangle.

Inst. Geol., Peru, Bol. 9.

- Jenks, W.F. (1956)
Peru, Handbook of South American Geology.
Geol. Soc. Amer., Memoir, 65, p.215-247.
- Jenks, W.F. (1979)
Geology of South America, Geology of the World. (in Japanese)
Iwanami, Tokyo, p.143-172.
- Kross, G. and Nunez, J. (1979)
Un concepto genetico para el yacimiento de zinc y plomo
"el extrano" y su importancia para la mineria. Bol. Soc. Geol.
Peru. Tomo 63, p.205-216.
- Lewis, R.W. y Harvaez, S. (1921)
Los depositos minerales de la Provincia de Cajatambo.
Congreso Nacional de la Industria Minera, Lima, Tomo 4, p.25-43.
- Lipertier, C. (1969)
A simplified stratistical treatment of geochemical data by
graphical representation. Econ. Geol., v.64, p.538-550.
- Mclaughlin, D.H. (1924)
Geology and physiography of the Peruvian Cordillera, Departaments
of Junin and Lima. Geol. Soc. Amer. Bul., v. 35, p.591-632.
- Miyashiro, A. and Kushiro, I. (1975)
Petrology II, Petrographical and genetical classification.
(in Japanese). Kyooritsu, Tokyo, p.1-109.
- Miyashiro, A. (1979)
Orogenesis based on the plate tectonics, the Transitional Earth.
(in Japanese). Iwanami, Tokyo, p.35-144.
- Petersen, U. (1965)
Regional geology and major ore deposits of Central Peru.
Econ. Geol., v.60, p.407-475.

- Petersen, U. (1970)
Metalogenetic provinces of South America.
Geol. Rundschau, v.59, p.834-897.
- Samniago, A. and Amstutz, G.C. (1979)
Yacimientos estratoligados de Pb, Zn (Ag, Cu) en el Cretaceo inferior del Peru Central. Bol. Soc. Geol. Peru, Tomo 62, p.192-224.
- Santolalla, M. (1921)
El carbon el Peru, Hulleras Oyon.
Congreso Nacional de la Industria Minera, Lima, Tomo 4, p.196-200.
- Sato, H. and Saito, N. (1977)
Pyrite zones and zonal distribution of Cu-Pb-Zn ores in Huanzala mine, Peru. (in Japanese).
Min. Geol. Japan, v.27, p.133-144.
- Stewart, J.W., Evernden, J.F. and Snelling, N.J. (1974)
Age determination from Andean Peru : a reconnaissance survey.
Geol. Soc. Amer. Bull., v.85, p.107-116.
- Jurekian, K.K. and Wedepohl, K.H. (1961)
Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Geol. Soc. Amer. Bull., v.72, p.175-192.
- Wilson, J.J. (1963)
Cretaceous stratigraphy of Central Andes of Peru.
Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., v.47, p.1-34.
- Wilson, J.J., Reyes, L. y Garayer, J. (1967)
Geologia de los cuadrangulos de Mollebamba, Tayabamba, Huaylas, Pomabamba, Cuarhuaz y Huarí.
Serv. Geol. Min., Peru, Bol.16.

**GEOLOGIC DRILL LOG
OYON PROJECT**

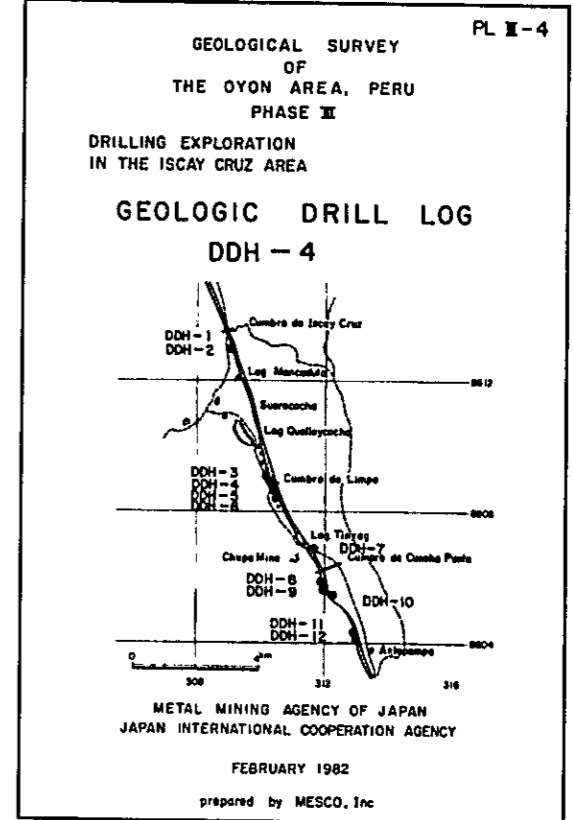
Coordinate N 808.870 Direction 70°
E 310.400 Inclination -60°
Elevation 4757.5m Total Depth 184.7m

DDH No. 4

Assays					Depth Symbol					Occurrence					Observations	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		16
10.00	0.04	0.04	10.32	17												
10.00	0.04	0.04	10.32	16												
10.00	0.04	0.04	10.32	15												
10.00	0.04	0.04	10.32	14												
10.00	0.04	0.04	10.32	13												
10.00	0.04	0.04	10.32	12												
10.00	0.04	0.04	10.32	11												
10.00	0.04	0.04	10.32	10												
10.00	0.04	0.04	10.32	9												
10.00	0.04	0.04	10.32	8												
10.00	0.04	0.04	10.32	7												
10.00	0.04	0.04	10.32	6												
10.00	0.04	0.04	10.32	5												
10.00	0.04	0.04	10.32	4												
10.00	0.04	0.04	10.32	3												
10.00	0.04	0.04	10.32	2												
10.00	0.04	0.04	10.32	1												

Assays					Depth Symbol					Occurrence					Observations	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		16
0.00	0.12	0.01	0.71	4												
1.10	0.08	0.01	5.88	16												
1.10	0.12	0.03	0.47	16												
0.10	0.30	0.77	10													
0.00	0.12	0.01	0.71	4												
1.10	0.08	0.01	5.88	16												
1.10	0.12	0.03	0.47	16												
0.10	0.30	0.77	10													
0.00	0.12	0.01	0.71	4												
1.10	0.08	0.01	5.88	16												
1.10	0.12	0.03	0.47	16												
0.10	0.30	0.77	10													

Assays					Depth Symbol					Occurrence					Observations	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		16
0.00	0.12	0.01	0.71	4												
1.10	0.08	0.01	5.88	16												
1.10	0.12	0.03	0.47	16												
0.10	0.30	0.77	10													
0.00	0.12	0.01	0.71	4												
1.10	0.08	0.01	5.88	16												
1.10	0.12	0.03	0.47	16												
0.10	0.30	0.77	10													
0.00	0.12	0.01	0.71	4												
1.10	0.08	0.01	5.88	16												
1.10	0.12	0.03	0.47	16												
0.10	0.30	0.77	10													



LEGEND and ABBREVIATION

10 Rock .	Pebble	Peb	
	Shale	Sh	
	Sandstone	Ss	
	Calcareous sandstone	Cal-Ss	
	Siderite	Sid	
	Marl	Ml	
	Limestone	Ls	
	Dolomitic limestone	Do-Ls	
	Dolostone	Do	
	Quartzite	Qtz	
	Ore, high grade		
	Ore, low grade		
	Skarn	SK	
	Brecciated rock	Brc	
	Fault & fracture	F	

11 Oxidation .	oxidized	oxd
	limonitized	lim

12 Alteration .	dolomitization	do
	calcification	cal
	argillization	arg
	silicification	sil
	sericitization	ser

13 Mineralization .	Chalcopyrite	Cp	Pyrite	Py
	Hematite	Hm or Spc	Pb-minerals	Pb
	Magnetite	Mt	Zn-minerals	Zn
	Skarn	Sk	Oxide minerals	Oxd

14 Color .	light	l-
	dark	d-
	gray	gr
	black	blk
	white	wht
	brown	brn

15 Fracture .	Fault	F
	sheared	shd
	brecciated	brc

16 Observations .	dissemination	dis
	veins	vs

**GEOLOGIC DRILL LOG
OYON PROJECT**

DDH No. 6
 Coordinate N 808 410 Direction 70°
 E 310 540 Inclination -5.5°
 Elevation 4696.1m Total Depth 301.6m

Assays					Depth Symbol		Occurrence					Observations	
Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	g/t	Depth (m)	Symbol	Rock	Obs	Alt	Min	Color		Fract
					0								
					20								
					40								
					10								
					16								
					20								
					26								
					30								
					33								
					40								
					42								
					44								
					46								
					48								
					50								
					54								
					57								
					60								
					61								
					64								
					70								
					73								
					76								
					80								
					84								
					86								
					90								
					94								
					98								
					301.6								

Assays					Depth Symbol		Occurrence					Observations	
Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	g/t	Depth (m)	Symbol	Rock	Obs	Alt	Min	Color		Fract
					0								
					20								
					40								
					10								
					16								
					20								
					26								
					30								
					33								
					40								
					42								
					44								
					46								
					48								
					50								
					54								
					57								
					60								
					61								
					64								
					70								
					73								
					76								
					80								
					84								
					86								
					90								
					94								
					98								
					301.6								

Assays					Depth Symbol		Occurrence					Observations	
Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	g/t	Depth (m)	Symbol	Rock	Obs	Alt	Min	Color		Fract
					0								
					20								
					40								
					10								
					16								
					20								
					26								
					30								
					33								
					40								
					42								
					44								
					46								
					48								
					50								
					54								
					57								
					60								
					61								
					64								
					70								
					73								
					76								
					80								
					84								
					86								
					90								
					94								
					98								
					301.6								

PL III-6

GEOLOGICAL SURVEY
OF
THE OYON AREA, PERU
PHASE II

DRILLING EXPLORATION
IN THE ISCAY CRUZ AREA

**GEOLOGIC DRILL LOG
DDH - 6**

METAL MINING AGENCY OF JAPAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

FEBRUARY 1982
prepared by MESCO, Inc.

LEGEND and ABBREVIATION

10 Rock .	Pebble Shale Sandstone Calcareous sandstone Siderite Marl Limestone Dolomitic limestone Dolostone Quartzite Ore high grade Ore low grade Skarn Brecciated rock Fault & fracture	Peb Sh Ss Cal-Ss Sid Ml Ls Do-Ls Do Qtz Ore high grade Ore low grade SK Brc F	
11 Oxidation .	oxidized limonitized	oxd lim	
12 Alteration .	dolomitization calcitization argillization silicification sericitization	do cal cy sil ser	
13 Mineralization .	Chalcopyrite Hematite Magnetite Skarn	Cp Hm or Spc Mt Sk	Pyrite Pb-minerals Zn-minerals Oxd
14 Color .	light dark grey black white brown	l- d- gry blk wht brn	
15 Fracture .	Fault sheared brecciated	F shd brc	
16 Observations .	dissamination veins	diss vs	

GEOLOGIC DRILL LOG
OYON PROJECT

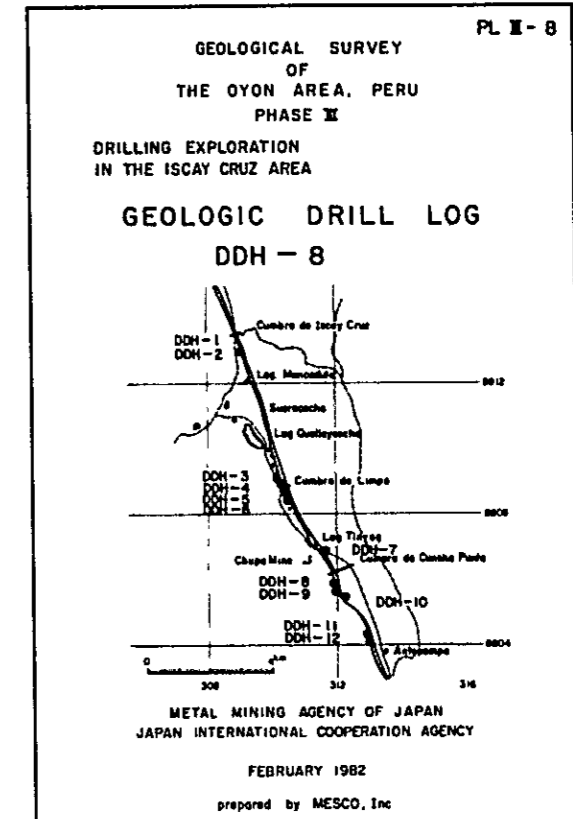
Coordinate N 805 860 Direction 70°
 E 311 780 Inclination -60°
 Elevation 4810.2m Total Depth 200.3m

DDH No. 8

Assays					Depth (m)	Symbol	Occurrence					Observations			
Ag (%)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Other			Rock	Occ	Alt	Min	Color		Fract		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
					10										Total ass mainly Qtz
					15										
					20										Tuffaceous appearance
					25										Bedding str
					30										
					35										
					40										
					45										
					50										Red sh
					55										
					60										
					65										
					70										
					75										Partly oxidized
					80										Bedding sh
					85										
					90										Dotted pattern is observed
					95										

Assays					Depth (m)	Symbol	Occurrence					Observations			
Ag (%)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Other			Rock	Occ	Alt	Min	Color		Fract		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
					100										
					110										Py Qtz vns
					120										
					130										Very fine ss
					140										
					150										153m Qtz 0.5mm 2.80°
					160										
					170										
					180										
					190										
					200										

Assays					Depth (m)	Symbol	Occurrence					Observations			
Ag (%)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Other			Rock	Occ	Alt	Min	Color		Fract		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
					210										
					220										
					230										
					240										
					250										
					260										
					270										
					280										
					290										



LEGEND and ABBREVIATION

10 Rock,	Pebble	Peb	
	Shale	Sh	
	Sandstone	Ss	
	Calcareous sandstone	Cal-Ss	
	Siderite	Sid	
	Marl	Ml	
	Limestone	Ls	
	Dolomitic limestone	Do-Ls	
	Dolostone	Do	
	Quartzite	Qtz	
	Ore, high grade		
	Ore, low grade		
	Schist	Sch	
	Brecciated rock	Brc	
	Fault & fracture	F	
11 Oxidation,	oxidized	oid	
	limonitized	lim	
12 Alteration,	dolomitization	do	
	calcification	cal	
	argillification	arg	
	silicification	sil	
	sericitization	ser	
13 Mineralization,	Chalcopyrite	Cp	
	Pyrite	Py	
	Hematite	Hm or Spc	
	Magnetite	Mt	
	Sphalerite	Sz	
	Pb-minerals	Pb	
	Zn-minerals	Zn	
	Oxide minerals	Oxd	
14 Color,	light	l-	
	dark	d-	
	grey	gr	
	black	blk	
	white	wh	
	brown	br	
15 Fracture,	Fault	F	
	sheared	shd	
	brecciated	brc	
16 Observations,	dissemination	dis	
	veins	vs	

**GEOLOGIC DRILL LOG
OYON PROJECT**

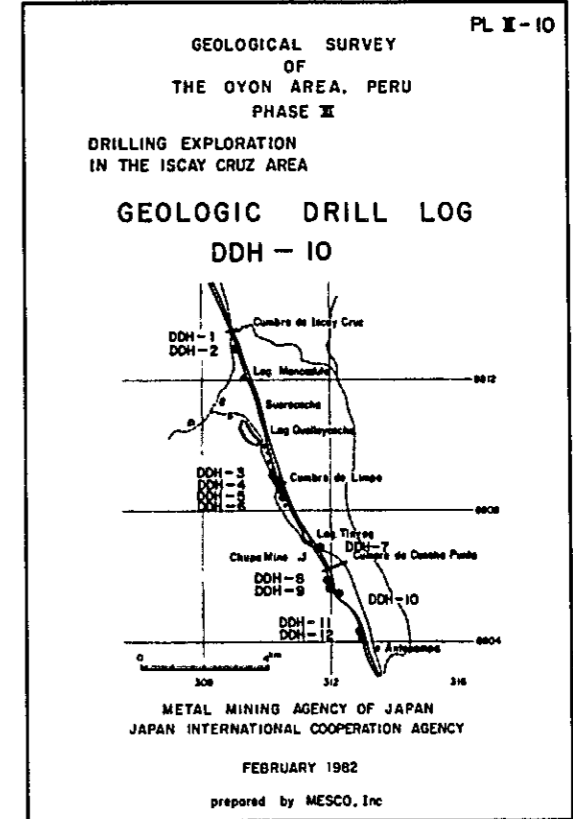
Coordinate N 805 310 Direction 285°
 E 312 200 Inclination -60°
 Elevation 4700.9m Total Depth 200.4m

DDH No. 10

Assays					Depth		Occurrence					Observations			
Lead	Cu	Pb	Zn	Ag	Depth (m)	Str	Reck	Out	Alt	Min	Color		Fract		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
					10	10									
					5.3										Silicious ss
					10										
					12.5										
					15										Sludge only
					17										
					20										
					22.4										
					24										
					26										
					28										
					30										
					32.4										
					34										
					36										
					38										
					40										
					42										
					44										
					46										
					48										
					50										
					52										
					54										
					56										
					58										
					60										
					62										
					64										
					66										
					68										
					70										
					72										
					74										
					76										
					78										
					80										
					82										
					84										
					86										
					88										

Assays					Depth		Occurrence					Observations			
Lead	Cu	Pb	Zn	Ag	Depth (m)	Str	Reck	Out	Alt	Min	Color		Fract		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
					102										
					110										
					120										
					130										
					140										
					150										
					160										
					170										
					180										
					190										
					200										

Assays					Depth		Occurrence					Observations			
Lead	Cu	Pb	Zn	Ag	Depth (m)	Str	Reck	Out	Alt	Min	Color		Fract		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
					210										
					220										
					230										
					240										
					250										
					260										
					270										
					280										
					290										
					300										



LEGEND and ABBREVIATION

10 Rock	Pebble	Peb	
	Shale	Sh	
	Sandstone	Ss	
	Calcareous sandstone	Cal-Ss	
	Siderite	Sid	
	Marl	Ml	
	Limestone	Ls	
	Dolomitic limestone	Do-Ls	
	Dolomite	Do	
	Quartzite	Qtz	
	Ore high grade		
	Ore low grade		
	Skarn	SK	
	Brecciated rock	Brc	
	Fault & fracture	F	
11 Oxidation	oxidized	oxd	
	limonitized	lim	
12 Alteration	dolomitization	do	
	calcification	cal	
	argillization	arg	
	silicification	sil	
	sericitization	ser	
13 Mineralization	Chalcopyrite	Cp	Pyrite Py
	Hematite	Hm or Spc	Pb-minerals Pb
	Magnetite	Mt	Zn-minerals Zn
	Skarn	Sk	Oxide minerals Oxd
14 Color	light	l-	
	dark	d-	
	grey	g/y	
	black	blk	
	white	wht	
	brown	brn	
15 Fracture	Fault	F	
	sheared	shd	
	brecciated	brc	
16 Observations	dissemination	dis	
	veins	vs	

**GEOLOGIC DRILL LOG
OYON PROJECT**

DDH No. 11
 Coordinate N 804.250 Direction 0°
 E 312.880 Inclination -90°
 Elevation 4505.6m Total Depth 250.5m

Assays					Depth Symbol					Occurrence					Observations
Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	As (ppm)	Dep (m)	Str	Rock	Ore	Alt	Min	Color	Fract			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
					2.0		Ml	ca							Cal ss
					7.6		Sp								
					10		Ls								
					12.8		Sp								
					20		Ls								
					23.2		Sp								
					25.2		Ls								
					30		Sp								
					31.4		Ls								
					32		Clz								
					33.8		Ls								
					40		Sp								
					42.0		Sp								
					44.2		Sp								
					46.2		Sid								
					50		Sp								
					53.0		Clz								
					54.2		Sp								
					60		Sp								
					64.2		Sid								
					70		Sp								
					72.8		Sp								
					75.8		Ls								
					78.0		Sp								
					80		Sp								
					84.0		Ls								
					86.2		Sp								
					90		Ml								
					92.4		Sid								
					94.2		Sp								
					96.0		Sp								
					97.2		Sp								
					98.2		Sp								
					99.2		Sp								
					100		Sp								

Assays					Depth Symbol					Occurrence					Observations
Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	As (ppm)	Dep (m)	Str	Rock	Ore	Alt	Min	Color	Fract			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
					103.8		Ml	ca							
					110		Sp								
					111.6		Sp								
					116.4		Da								
					118.0		Sid								
					119.0		Sp								
					120		Sp								
					122.8		Sp								
					124.4		Sid								
					128.2		Da								
					130		Sp								
					132.8		Sp								
					140		Sp								
					143.2		Sp								
					147.2		Sp								
					150		Sp								
					154.4		Sp								
					160		Sp								
					163.2-164.2m		Py								
					170		Sp								
					174		Sp								
					178		Sp								
					180		Sp								
					183.0		Sp								
					190		Sp								
					194		Sp								
					197		Sp								
					198.2		Ls								
					199.2		Ls								
					200		Ls								

Assays					Depth Symbol					Occurrence					Observations
Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	As (ppm)	Dep (m)	Str	Rock	Ore	Alt	Min	Color	Fract			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
					207		Ls								
					217		Sp								
					220		Ml								
					222.8		Ls								
					230		Sp								
					234		Ml								
					237.2		Ls								
					242		Ls								
					250		Sp								
					270		Sp								
					280		Sp								
					290		Sp								

PL X-11

GEOLOGICAL SURVEY
OF
THE OYON AREA, PERU
PHASE II

DRILLING EXPLORATION
IN THE ISCAY CRUZ AREA

**GEOLOGIC DRILL LOG
DDH - 11**

METAL MINING AGENCY OF JAPAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

FEBRUARY 1982
prepared by MESCO, Inc.

LEGEND and ABBREVIATION

10 Rock .	Pebble	Pb	
	Shale	Sh	
	Sandstone	Ss	
	Calcareous sandstone	Cal-Ss	
	Siderite	Sid	
	Marl	Ml	
	Limestone	Ls	
	Dolomitic limestone	Do-Ls	
	Dolostone	Do	
	Quartzite	Qtz	
	Ore, high grade		
	Ore, low grade		
	Skarn	Sk	
	Brecciated rock	Brc	
	Fault & fracture	F	
11 Oxidation .	oxidized	oxd	
	limonitized	lim	
12 Alteration .	dolomitization	do	
	calcification	cal	
	argillization	cy	
	silicification	sil	
	sericitization	ser	
13 Mineralization .	Chalcopyrite	Cp	
	Hematite	Hm or Spc	
	Magnetite	Mt	
	Skarn	Sk	
	Pyrite	Py	
	Pb-minerals	Pb	
	Zn-minerals	Zn	
	Oxide minerals	Oxd	
14 Color .	light	l-	
	dark	d-	
	grey	gry	
	black	blk	
	white	wht	
	brown	brn	
15 Fracture .	Fault	F	
	sheared	shd	
	brecciated	brc	
16 Observations .	dissimination	diss	
	veins	va	

