

ペルー共和国イスカイクルス(オヨン)地域
資源開発協力基礎調査報告書

第3年次

JICA LIBRARY



1030363141

昭和60年9月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 6. 26	709
登録No. 12831	66.1
	MPN

ペルー共和国イスカクルス地域資源開発協力基礎調査
第1年次並びに第2年次報告書中の坑道図面修正について

標記報告書におけるN坑坑道図は、第3年次に測量の結果、方位に誤りがあることがわかり、第3年次及び総括報告書では正しい位置に修正してあります。

今後、坑道図面使用の際には上記に注意の上、第3年次及び総括報告書の付図を使用して下さい。

は し が き

日本国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イスカイクルス（オヨソ）地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、ボーリング調査・坑道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。

本年度調査は第3年次にあたり、金属鉱業事業団は7名から成る調査団を編成して、現地に派遣した。現地調査は、第2年次調査に継続して昭和59年5月7日開始され、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、昭和60年6月1日完了した。

本報告書は第3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ものである。

昭和60年8月

国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

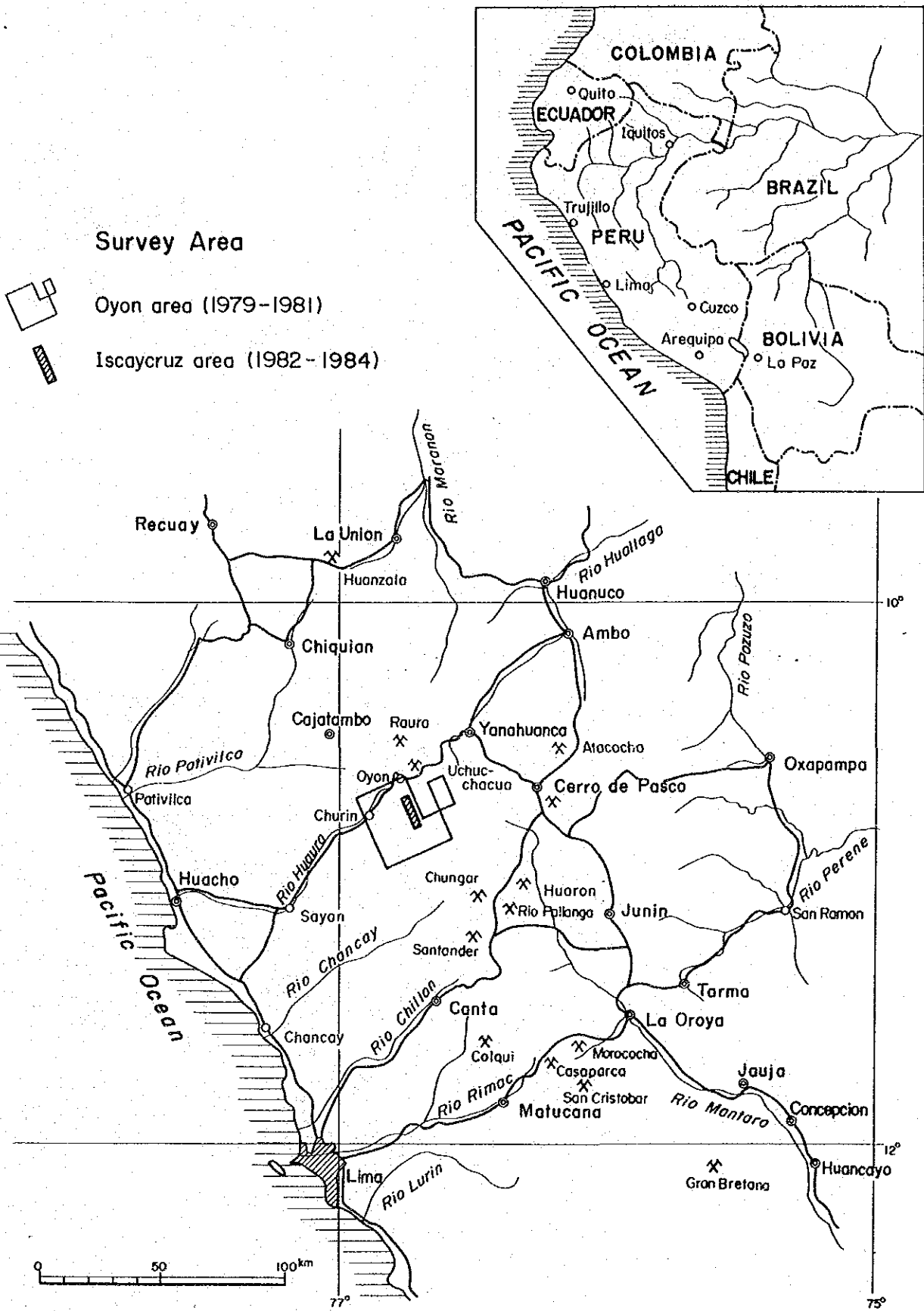


Fig. 1 Index Map

要 約

本報告書は、ペルー共和国イスカイクルス地域において実施した資源開発協力基礎調査の第3年次の調査結果をとりまとめたものである。本調査の目的は、ボーリング調査及び坑道調査により、本地域の地質構造を解明するとともに鉱化帯の水平的・垂直的連続性を把握することにある。

イスカイクルス地域は、1979年より1981年に至る3年間に実施されたオヨン地域資源開発協力基礎調査の結果、経済的鉱量の賦存が予想される有望地域として抽出された。

イスカイクルス地域は、ペルー共和国の首都リマの北方約150 km、西部アンデス山脈の脊梁部に位置する。本地域には、中生代堆積岩類が広く分布し、アンデス方向NNW-SS Eを軸とする著しく折畳まれた複合褶曲構造をなしている。イスカイクルス鉱化帯は、オヨンの南南東7 km、標高4,700 mの高地に位置し、延長1.2 kmにわたって、層厚50 mから100 mのサンタ層石灰岩中に胚胎している。本鉱化帯には、銅・亜鉛スカルン鉱床で特徴付けられる接触交代鉱床、銅・鉛・亜鉛を濃集する塊状硫化鉱床並びに菱鉄鉱層中の鉛・亜鉛鉱染鉱床で特徴付けられる熱水交代鉱床が共存している。

本年度の調査としては、前年度に引続き、リンベ地区において坑道調査（N坑クロスカット、S坑直進坑、S坑クロスカット2坑）掘削長合計748 m、及びボーリング調査（坑内6本、地表1本）、掘進長合計1,340 m、リンベ南地区において地表ボーリング調査（3本）、掘進長合計560 mが実施された。

その結果、ボーリング調査では、リンベ地区で3本、リンベ南地区で1本、計4本で銀・銅・鉛を伴う高品位亜鉛鉱（Cu+Pb+Zn合計20%に達する）に着鉱した。これらの調査結果を既往調査結果をあわせて検討すると、リンベ地区の主要鉱体の規模は、走向方向300 m、上下延長150 m以上、層厚10 m及至30 mに達すると推定される。又、リンベ南地区では、銅・亜鉛高品位鉱賦存の可能性が大きいことが確認された。

坑道調査では、S坑クロスカットで2層の鉛・亜鉛高品位部を捕捉した。坑道により確認された鉱体の規模・品位は、ボーリング調査より想定された結果をやや上廻っている。

3年間にわたるリンベ地区の探鉱調査は、相当規模の鉛・亜鉛高品位鉱量の賦存状況を確認することにより、当初の目標を達成した。

次段階の調査として、イスカイクルス地域の金属資源開発投資に必要な各分野を網羅する開発計画調査を実行することが望ましい。

目 次

は し が き
位 置 図
要 約

総 論

第1章 序 論	1
第2章 調査地域概要	4
第3章 調査結果の概要	7
第4章 鉱量計算(試算)	11
第5章 結論及び勧告	15

各 論

第I部 ボーリング調査	I-1
第II部 坑道調査	II-1

付 帯 資 料

Data of Drilling
Data of Tunnelling
Geological Data

付 帯 図 面(別巻)

Maps of Drilling
Maps of Tunnelling

総論

総 論

第1章 序 論	1
1-1 調査の目的	1
1-2 調査の経緯	1
1-3 調査の概要	1
1-4 調査団の編成	2
第2章 調査地域概要	4
2-1 一般概要	4
2-2 地質概要	4
2-3 鉱床概要	5
第3章 調査結果の概要	7
3-1 ボーリング調査結果	7
3-2 坑道調査結果	9
第4章 鉱量計算(試算)	11
4-1 計 算 方 法	11
4-2 計算プロセス・計算基礎	11
4-3 サンプリング・分析	12
4-4 試 算 結 果	13
第5章 結論及び勧告	15
5-1 結 論	15
5-2 勧 告	16
参 考 文 献	18

LIST OF FIGURES

Fig. 1	Index Map
Fig. 2	Location and Access Map
Fig. 3	Schematic Profile of the Central Andes Area
Fig. 4	Geological Map of the Iscaycruz Area
Fig. 5	Exploration Map of the Limpe Area
Fig. 6	Summarized Perspective Section of the Exploration Results
Fig. 7	Exploration Map of the Limpe-South Area
Fig. 8	Perspective Section for Ore Reserves Calculation (1) (2) (3)
Fig. 9	Correlation Diagram of Check Assays

LIST OF TABLE

Table 1	List of the Confirmed High Grade Mineralized Parts
Table 2	Measurement Results of Specific Gravity
Table 3	Table for Ore Reserves Calculation

LIST OF PLATES

PL. 1	Exploration Map of the Limpe Area	1 = 2,000
PL. 2	Inferred Geological Map on 4,690 m Level	1 = 2,000
PL. 3	Inferred Geological Map on 4,570 m Level	1 = 2,000
PL. 4	Summarized Projective Section of the Exploration Results	1 = 2,000
PL. I-10	Geologic Drill Log, IC-10	1 = 200
PL. I-11	Geologic Drill Log, IC-11	1 = 200
PL. I-12	Geologic Drill Log, IC-12	1 = 200
PL. I-13	Geologic Drill Log, IC-13	1 = 200
PL. I-14	Geologic Drill Log, IC-14	1 = 200
PL. I-15	Geologic Drill Log, IC-15	1 = 200
PL. I-16	Geologic Drill Log, IC-16	1 = 200
PL. I-17	Geologic Drill Log, IC-17	1 = 200
PL. I-18	Geologic Drill Log, IC-18	1 = 200
PL. I-19	Geologic Drill Log, IC-19	1 = 200
PL. II-1-1	Geological Compiled Map, Adit-N (1)	1 = 500
PL. II-1-2	Geological Compiled Map, Adit-N (2)	1 = 500
PL. II-2-1	Geological Compiled Map, Adit-S (1)	1 = 500
PL. II-2-2	Geological Compiled Map, Adit-S (2)	1 = 500
PL. II-2-3	Geological Compiled Map, Adit-S (3)	1 = 500
PL. II-3-4	Geological Sketch, Adit-N (4)	1 = 200
PL. II-3-6	Geological Sketch, Adit-N (6)	1 = 200
PL. II-4-4	Geological Sketch, Adit-S (4)	1 = 200
PL. II-4-5	Geological Sketch, Adit-S (5)	1 = 200
PL. II-4-6	Geological Sketch, Adit-S (6)	1 = 200
PL. II-4-7	Geological Sketch, Adit-S (7)	1 = 200

第1章 序 論

1-1 調査の目的

本調査は、イスカイクルス (Iscaicruz) 地域において、ボーリング調査、坑道調査、及びこれに関連する地質解析調査を実施することにより、鉱床を胚胎する地質構造を解明するとともに鉱化帯の水平的・垂直的連続性を把握することを目的とする。

調査は、ペルー共和国地質鉱物冶金研究所 (Instituto Geologico, Minero y Metalurgico; 略称INGEMMET) の協力を得て実施された。

1-2 調査の経緯

1979年より1981年に至る3年間、オヨン (Oyon) 地域 (面積860 km²) において、資源開発協力基礎調査が実施された。本調査の結果、イスカイクルス地域 (面積40 km²) に高品位銅・鉛・亜鉛鉱床の賦存が予測され、本地域が鉱物資源開発の可能性を有することが期待された。

イスカイクルス地域資源開発協力基礎調査は、イスカイクルス地域の中でも最も高品位の鉛・亜鉛鉱床の賦存が期待されるリンベ (Limpe) 地区を選定し、坑道調査及びボーリング調査を実施することにより、経済的鉱量の概要把握を目標とする。本調査は1982年より3年計画で実施され、本年度 (1984年) はその第3年次 (最終年度) である。

1-3 調査の概要

1) ボーリング調査

本年度のボーリング調査は、リンベ地区で、地表ボーリング1本、坑内ボーリング6本 (N坑3本, S坑3本), リンベ南 (Tinyag) 地区で地表ボーリング3本, 合計10本, 総掘進長1,900 mが実施された。

	第1年次	第2年次	第3年次	累 計
リンベ地区地 表	1,300 m (5本)		180 m (1本)	1,480 m (6本)
N坑坑内		440 m (2本)	680 m (3本)	1,120 m (5本)
S坑坑内		470 m (2本)	480 m (3本)	950 m (5本)
リンベ南地区地表			560 m (3本)	560 m (3本)
計	1,300 m (5本)	910 m (4本)	1,900 m (10本)	4,110 m (19本)

2) 坑道調査

坑道調査の目的は、鉱体内を掘削することにより、鉱体の形態、品位分布の特徴と連続性及び鉱質分布の状況を把握するとともに、鉱化帯及び鉱体の水平的・垂直的連続性を把握す

るのに最も効果的な坑内ボーリングを実施することである。

基幹坑道はチムー (Chimu) 層中に計画され、これよりサンタ (Santa) 層中の鉍化帯へのクロスカット坑道が掘削された。坑道掘削は工期上の制約があるため、約 1,400 m 離れた 2 地点に坑口-N 坑 (標高 4,689 m) と S 坑 (標高 4,570 m) を開削し、両坑が同時平行して掘削された。

本年度の坑道調査は、N 坑クロスカット-2、S 坑直進坑、S 坑クロスカット-1 及びクロスカット-2 の 4 坑道が掘削され、総掘削長 748 m である。

	第 1 年次	第 2 年次	第 3 年次	累 計
N 坑直進坑	310 m	200 m	—	510 m
クロスカット-1	—	150 m	—	150 m
クロスカット-2	—	—	175 m	175 m
S 坑直進坑	270 m	330 m	346 m	946 m
クロスカット-1	—	—	141 m	141 m
クロスカット-2	—	—	86 m	86 m
計	580 m	680 m	748 m	2,008 m

1-4 調査団の編成

日本側調査計画策定・折衝及び現地指導監督

三 浦 徹 (Miura Toru)	金属鉍業事業団
柘 植 方 雄 (Tsuge Masao)	”
石 田 真 (Ishida Makoto)	”
觸 純 宏 (Fure Sumihiro)	”
上 木 隆 司 (Kamiki Takashi)	”

ペルー側調査計画策定及び折衝

Francisco Sotillo	地質鉍物冶金研究所
Gregorio Flores	”
Augusto Zelaya	”

日本側調査団

団長 (総括・解析) 中 村 仁 一 (Nakamura Jinichi)	三井金属資源開発株式会社
団員 (試錐総括) 山 本 延 彦 (Yamamoto Nobuhiko)	”
” (試錐) 清 水 久 司 (Shimizu Hisashi)	”

団員(試 錐)	青 山	務 (Aoyama Tsutomu)	三井金属資源開発株式会社
" "	吉 田	徹 男 (Yoshida Tetsuo)	"
" (坑道総括)	塚 中	邦 彦 (Tsukanaka Kunihiko)	"
" (坑 道)	古 宿	誠 一 (Furuyado Seiichi)	"

ペルー側調査団

(総 括)	Gregorio Flores	地質鉱物冶金研究所
(調査・解析)	Hector Zarate	"
"	Emilio Rojas	"
"	Luis Santalla	"

第2章 調査地域概要

2-1 一般概要

イスカイクルス(Iscaycruz)調査地域は、行政区画上、リマ県(Departamento Lima)、カハタンボ郡(Provincia Cajatambo)に属し、首都リマ(Lima)の北方約150 kmに位置する(Fig.1参照)。

リマより現地へは、チャンカイ(Chancay)を經由してサヤン(Sayan)に至る(137 km, 車で約3時間)。サヤンからは、ウァウラ川(Rio Huaura)に沿う溪谷を縫う悪路となり、チュリン(Churin)を経てオヨン(Oyon)に達する(93 km, 約3時間)。ウァウラ川は、雨季には氾濫して、通行が途絶することがある。オヨンからはパンパウアイ(Pampahuay)を経て、標高約5,000 mの峠越えのアクセス道路を通してイスカイクルスに至る(約30 km, 約2時間, Fig.2参照)。

本調査地域は、アンデス山系の西側の主列である西部アンデス山脈(Cordillera Occidental)にあり、分水嶺の西方約11 km, 太平洋岸水系に属するウァウラ川の源流部に位置し、急峻な山岳地形を地形を呈する。調査地域の標高は4,600~4,700 mである。

本地域の気象は、いわゆるアンデス高山性で、気温の日変化大きく、日中は20℃以上に達するが、夜間は0℃以下に下がる。年間を通じて気象は、5月~9月の乾季と、10月~4月の雨季に分けられる。雨季には、海拔4,000 m以上の高地では連日降雪となる。

2-2 地質概要

1) 広域地質構造

イスカイクルス地域及びその周辺地域は、層序の上では、Cobbing(1973)による白亜紀堆積盆地帯(Zona de la Cuenca Cretacea)に在り、地質構造上、Wilson(1967)による褶曲-衝上断層帯(Zona de Pliegues 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、最上部が赤色層である。

下部の碎屑岩類は、下位よりオヨン(Oyon)、チムー(Chimu)、サンタ(Santa)、カルルス(Carhuaz)及びファラット(Farrat)の各累層に区分される。上部の石灰岩類は、下位より、パリアウアンカ(Pariahuanca)、チュレック(Chulec)、パリアタンボ(Paria-tambo)、フマーシャ(Jumasha)及びセレンディン(Celendin)の各累層に区分される。最上部がカサバルカ(Casapalca)赤色層である。

これらの白亜紀堆積岩類は、第三紀のカリプイ(Calipuy)火山岩類に不整合に覆われ、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。

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、背斜及び向斜を繰返しており、同一の地層が何回も地表に露出している。複合褶曲構造は、褶曲軸に平行する衝上断層を伴っている。

本地域の東側には、主に古生代の堆積岩類及び先カンブリア紀の変成岩類より成る東部アンデス山脈(Cordillera Oriental)が走っている。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.3参照)。

2) イスカイクルス地域地質概要

イスカイクルス地域は、オヨンの南南東6 kmから18 km、北端のカナイパタ(Canaypata)から南端のアンタパンパ(Antapampa)にかけての地域である(Fig.2参照)。

本地域の東側には、NNW-SSE方向に背斜軸が走り、白亜系最下位層であり砂岩・頁岩互層で石炭層を挟むオヨン層、及び珪岩又は珪質砂岩より成り層厚600~700 mに達するチム層が背斜軸に沿って分布し、暗灰色-暗褐色を呈しデコボコの多い荒々しい山塊を造っている。本地域の西側には、NNW-SSE方向に向斜軸が走り、白亜系上位層で層厚1,400 mに達する塊状石灰岩より成るフマーシャ層が分布し、明灰色に輝く急峻な山峰を造っている。両山塊の中間部には、層厚500~700 mで頁岩・砂岩互層より成るカルワス層が分布し、地形上の鞍部を造っている。

チム層とカルワス層の間には、主としてよく成層した青灰色の石灰岩より成り50~100 mの層厚を有するサンタ層が細長く分布し、本層がイスカイクルス鉍化帯の母岩となっている。サンタ層は、褶曲構造の翼部に位置し、著しい折疊褶曲のため、その傾向はほぼ垂直であり、本地域の中央部リンベ(Limpe)地区・ティンヤク(Tinyag)地区では逆転構造を造っている。

火成岩としては、本地域北部のイスカイクルス峠(Cumbre de Iscaycruz)西方の向斜軸付近に貫入した石英安山岩質斑岩、及び中南部のクンシャ・プンタ峠(Cumbre de Cunnsha Punta)の背斜軸付近を中心に活動した複合酸性岩脈がある(Fig.4参照)。

2-3 鉍床概要

1) 概況

イスカイクルス地域は、Bellidoほか(1972)による西部アンデス鉍床生成区(Provincia Metalogenica Andina Occidental)内の高原台地多金属鉍床生成亜区(Sub-Provincia Polimetálica del Altiplano)に位置する。本調査地域の周辺には、ラウラ(Raura)鉍山(Pb・Zn)、ウチュクチャクア(Uchuechacua)鉍山(Ag)、アタコチャ(Atacocha)鉍山(Pb・Zn・Ag)、セロ・デ・パスコ(Cerro de Pasco)鉍山(Pb・Zn・Ag)、ウアロン

(Huaron) 鉱山 (Pb・Zn・Ag), サンタデル (Santander) 鉱山 (Cu・Zn) など多くの鉛・亜鉛・銀中堅鉱山が稼働している。

2) イスカイクルス鉱化帯

イスカイクルス鉱化帯は、サンタ層石灰岩中に胚胎し、北端のカナイパタより南端のアンタバンパにかけて、延長 12 km にわたって断続分布する。鉱徴としては、鉛・亜鉛を含有する黒色ゴッサン (gossan), 方鉛鉱・閃亜鉛鉱を濃集する塊状黄鉄鉱鉱床, 黄銅鉱・閃亜鉛鉱を濃集するスカルン鉱床, 黄銅鉱・閃亜鉛鉱を鉱染する赤鉄鉱鉱床, 菱鉄鉱鉱層中の方鉛鉱・閃亜鉛鉱の鉱染鉱床などがある (Fig.4 参照)。

地表部に広く分布する黒色ゴッサンの構成鉱物は、主として針鉄鉱 (goethite) ・石英・カオリナイトで、マンガン酸化物及び菱鉄鉱を伴う。含有金属成分の大部分は、含水フランクリン鉱 (chalcophanite) ・菱亜鉛鉱 (smithsonite) などの酸化物に由来している。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。

塊状黄鉄鉱鉱床は、黄鉄鉱を主体とし、磁硫鉄鉱・白鉄鉱を含み、時に方鉛鉱・閃亜鉛鉱又は黄銅鉱を濃集する。鉱体内には晶洞がよく発達しており、周辺部では赤鉄鉱が生じている。閃亜鉛鉱中には点滴状黄銅鉱が包有されている。

スカルン鉱床の主要鉱物は、透角閃石・ざくろ石・緑れん石・石英などであり、含有される鉱石鉱物は黄銅鉱・閃亜鉛鉱・磁鉄鉱を主とする。

鉱床母岩の変質としては、珪化、絹雲母化、粘土化、菱鉄鉱化、ドロマイト化、角礫化などが著しい。鉱化作用と関係を有する火成岩には、クンシャ・プンタ峠付近のオヨン層及びチム一層中に貫入した酸性岩脈がある。

断裂系としては、褶曲軸に斜交する方向の WNW-ESE 系及び NNE-SSW 系の剪断断層、ENE-WSW 系の破断断層、地層と平行する方向の衝上断層及び層面断層の発達が目撃される。

イスカイクルス鉱化帯は全長 12 km にわたって分布するが、鉱石鉱物濃集の程度は断続的で変化に富む。全体的にみると、酸性火成岩の活動の中心に最も近いリンベ南地区に、Cu・Zn を主とするスカルン鉱床が生成している。その北方及び南方に隣接するリンベ地区及びクンシャ・プンタ地区に、塊状硫化鉱床が形成され Pb・Zn を濃集している。さらに最外側のイスカイクルス峠地区及びアンタバンパ地区には、マンガン成分に富む菱鉄鉱層中の Pb・Zn 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察される。

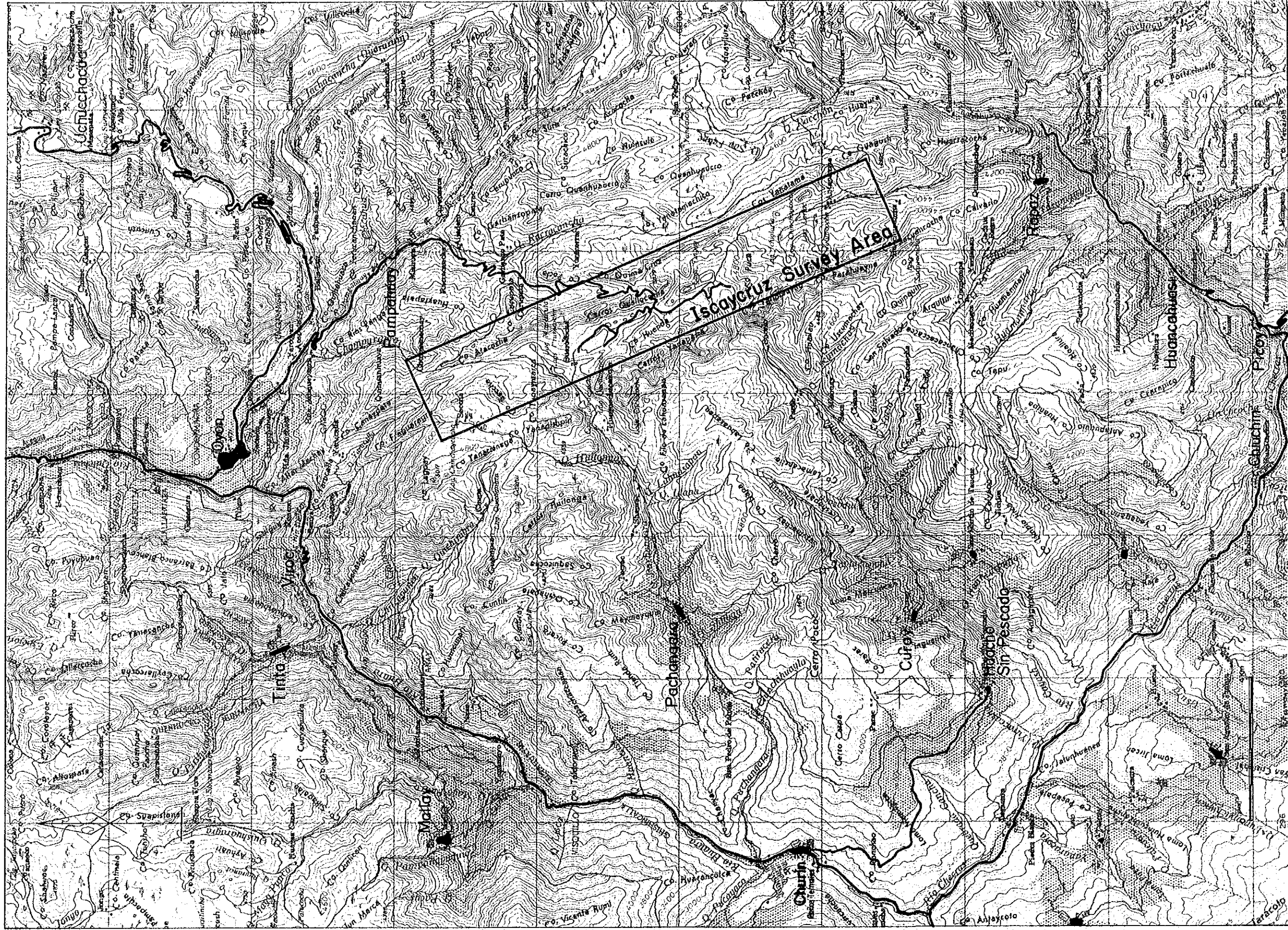


Fig. 2 Location and Access Map

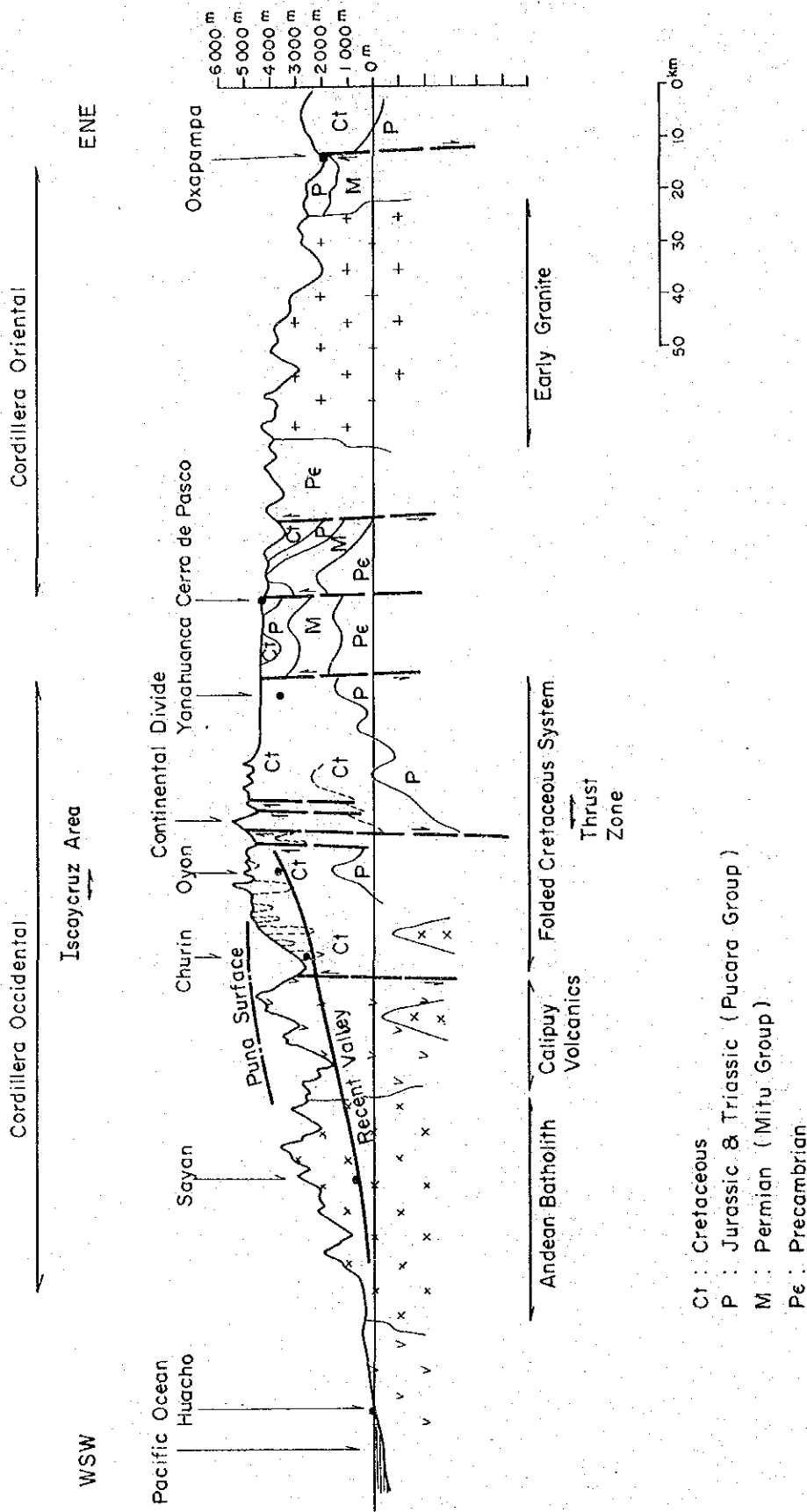


Fig. 3. Schematic Profile of the Central Andes Area

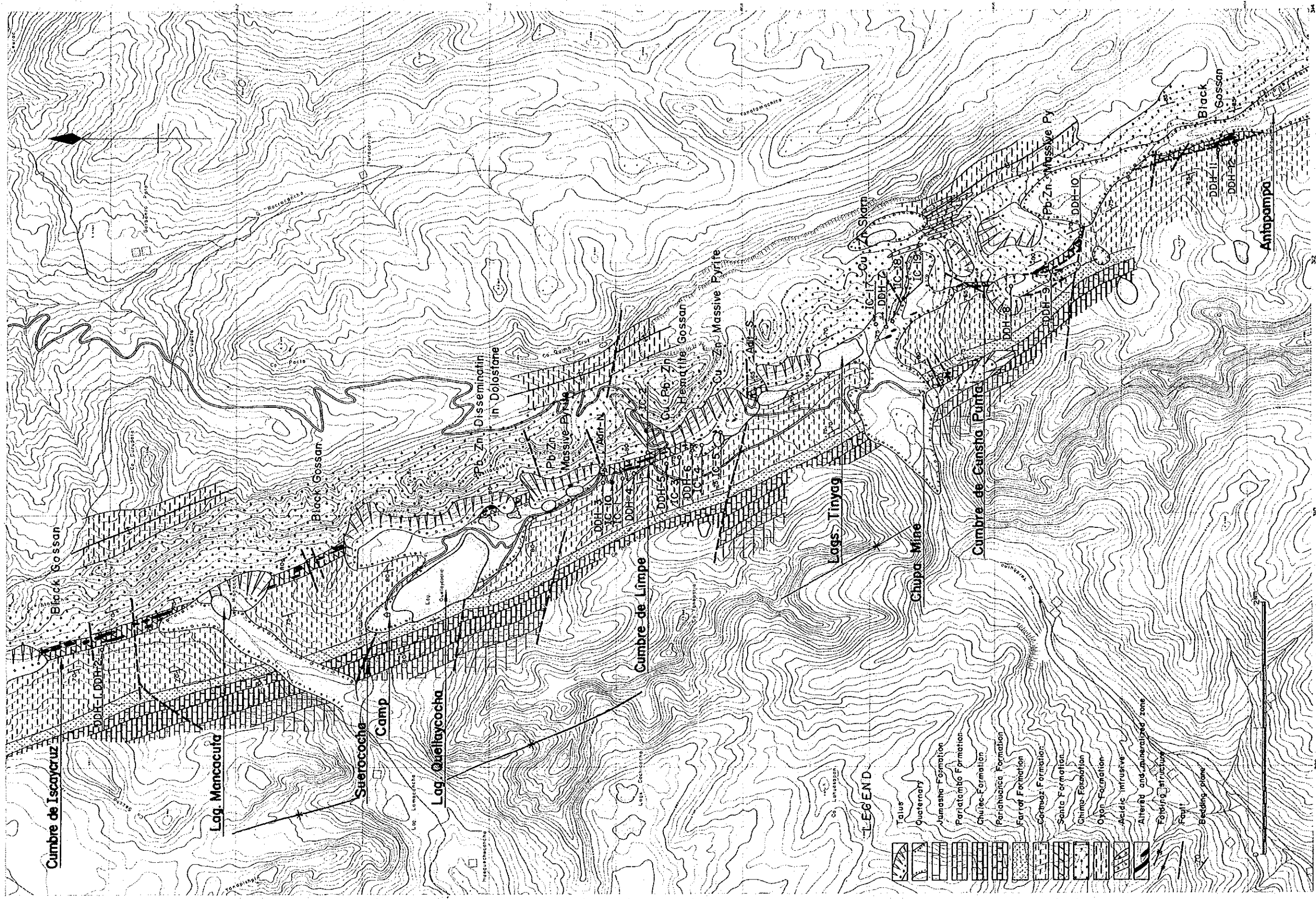


Fig.4 Geological Map of the Iscaycruz Area

第3章 調査結果の概要

3-1 ボーリング調査結果

本年度は、リンベ地表1地点、N坑坑内2地点、S坑坑内2地点、リンベ南地表3地点で計10本、総掘進長1,900mのボーリング調査が実施された。

1) IC-10 (リンベ地区地表)

N坑坑口直下で、苦灰岩・菱鉄鉱・黄鉄鉱・赤鉄鉱中の微弱な鉛・亜鉛・銅鉱化作用を捕捉するにとどまった。

2) IC-11, IC-12, 及びIC-13 (N坑坑内)

N坑坑内310m地点で実施したIC-11, 及びN坑坑内410m地点で実施したIC-12で各々富鉱部を捕捉した。高品位部はPb+Zn 40%を越える。1m間隔の分析結果は次のとおりである。

孔名	深度(m)	間隔(m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	水平(m)
IC-11	107.2-115.4	8.2	5	39	0.05	4.44	7.97	
"	115.4-124.5	9.1	9	47	0.05	1.38	39.16	
"	124.5-133.9	9.4	5	25	0.04	3.94	19.00	
平均	107.2-133.9	26.7	19	38	0.04	3.16	22.69	20.5
IC-12	144.3-161.5	17.2	17	40	0.01	2.11	8.37	
"	161.5-175.5	14.0	14	153	0.48	3.23	44.80	
"	175.5-183.5	8.0	7	32	0.06	2.64	21.59	
平均	144.3-183.5	39.2	38	78	0.19	2.61	24.08	33.2

上記両鉱石部の捕捉位置は、各々4,610m準、4,570m準で、先きに、IC-2の4,680m準、及びDDH-5の4,590m準で捕捉した鉱石部と同一鉱体を造り、水平方向に250m以上、上下方向に150m以上に達する主要鉱体を構成していると推定される。

本鉱体の南方延長は、IC-13により、塊状黄鉄鉱であることが確認された。

3) IC-14, IC-15, 及びIC-16 (S坑坑内)

S坑坑内710m地点で実施したIC-14で、塊状黄鉄鉱の外側に、4層の亜鉛鉱石部を確認した。

孔名	深度(m)	間隔(m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu%	Pb%	Zn%
IC-14	100.7-102.4	1.7	1	30	0.43	0.02	17.50
"	107.1-113.9	6.8	4	18	0.05	0.04	9.90
"	113.9-123.7	9.8	9	42	0.27	0.19	21.56
"	131.6-133.8	2.2	2	28	0.28	0.06	31.00

107.1m-123.7m区間、16.6m間の平均品位は、Ag32g/t、Cu0.18%、Pb0.13%、Zn16.78%であり、水平巾は13.2mと推計される。本鉱石部はDDH-6で捕捉された鉱石部に連続するものと推定され、本リンベ地区の鉱体が全体的に南落してあることを示唆している。

同地点で実施したIC-15では、上記鉱石部は南方で尖滅しており、サンタ層は著しい黄鉄鉱化を蒙っていることを確認した。黄鉄鉱中には局所的な銅鉱物の鉱染が認められた。

S坑坑内510m地点で実施したIC-16でも、大規模な塊状黄鉄鉱及び赤鉄鉱を捕捉し、局所的に銅鉱物の鉱染を認めた。

4) IC-17, IC-18, 及びIC-19(リンベ南地区地表)

先きに高品位鉱の賦存を確認しているDDH-7の北方約100m地点で実施したIC-17では、約60mにわたって鉱化変質作用を受けたサンタ層を確認したが、鉱石部は下記のようになり、いずれも小規模であった。

孔名	深度(m)	間隔(m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu%	Pb%	Zn%
IC-17	94.8-99.5	4.7	3	11	1.25	0.00	0.09
"	127.3-127.7	0.4	1	11	9.00	0.00	38.40
"	140.0-141.0	1.0	1	8	0.42	0.00	22.00

DDH-7の南東約110m地点で実施したIC-18は、チム層とサンタ層の境界部に発達した断層破砕帯を通過後、約45mにわたってサンタ層を捕捉、透角閃石スカルンと下記に示す高品位鉱の胚胎を確認した。

孔名	深度(m)	間隔(m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu%	Pb%	Zn%	水平巾(m)
IC-18	96.9-101.8	4.9	3	22	2.86	0.03	21.60	
"	101.8-110.8	9.0	9	9	0.90	0.01	28.89	
"	110.8-125.5	12.7	10	7	0.97	0.01	12.24	
平均	96.9-125.5	28.6	22	8	1.32	0.01	19.79	22.3

DDH-7の南東約320m地点で実施したIC-19は、大規模な断層破砕帯を通過後、

スカン化作用と黄鉄鉱化作用を強く受けたサンタ層を約38mにわたって捕捉したが、亜鉛・銅の鉱染は局部的であった。

3-2 坑道調査結果

本年度坑道調査として、N坑クロスカットー2(175m)、S坑直進坑(346m)、S坑クロスカットー1(141m)、S坑クロスカットー2(86m)、本年度の掘削長合計748mである。N坑の掘削長の累計は835m、S坑の累計は1,173mである。

1) N坑クロスカットー2

N坑直進坑460m地点で開削したN坑クロスカットー2の地質状況は次のとおりである。

0m - 49m : 珩岩 (Chimu層)

49m - 92m : 砂岩・泥灰岩・泥岩・苦灰岩互層 (Chimu層漸移帯)

92m - 126m : 塊状黄鉄鉱 (Cu・Zn 鉱染, Santa層)

126m - 140m : 苦灰岩・黄鉄鉱 (Cu・Zn 鉱染, Santa層)

140m - 170m : 石灰岩 (Santa層)

170m - 175m : 頁岩 (Carhuaz層)

57m付近には、NE系の断層を認めた。岩質の変わり目には層面系断層が発達している。

IC-2, IC-12などで捕捉した下盤層準の高品位部は塊状黄鉄鉱と化しており、上盤層準の鉛・亜鉛鉱石部を尖滅している。

2) S坑直進坑

S坑直進坑は、前年に引続き、珩岩・泥灰岩・泥岩・苦灰岩より成るチム層漸移帯中をNNW方向に掘削した。珩岩など硬岩と泥灰岩などの軟岩の境界部には層面系断層破砕帯が発達しており、掘削作業は難行した。835m地点より左手へ向った切換直進坑は32m地点でサンタ層に入り、苦灰岩中をクロスカットー2予定位置へ向った。94m地点にWNW-ESE系、傾斜S方向の断層があり、本断層奥で大規模な空洞に遭遇した。苦灰岩中には亜鉛の鉱染を認めた。

3) S坑クロスカットー1

S坑クロスカットー1(開始点:S坑直進坑の700m地点)の地質状況は次のとおりである。

0m - 46m : 砂岩・泥灰岩・泥岩・苦灰岩互層 (Chimu層漸移帯)

46m - 100m : 塊状黄鉄鉱 (Santa層)

100m - 120m : 石灰岩・苦灰岩 (Santa層)

120m - 130m : 黄鉄鉱 (Santa層)

130m - 141m : 石灰岩 (Santa層)

本坑道は、46 m以深で強酸性水（pH=1）の激しい出水に遭遇し、掘削作業は中断を余儀なくされ難行した。本クロスカットは大規模な黄鉄鉱体を確認したが、129 m付近に亜鉛の鉱染を認めたのみであった。

4) S坑クロスカットー2

本坑の3 m - 19 m間及び60 m - 67 m間で、2層の顕著な鉱石部を捕捉・確認した。両鉱石部の両側壁1 m長連続チャンネル・サンプリングの分析結果は次のとおりである。

	深度(m)	間隔(m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
D ₇ 右側壁(北側)	3-21	18	18	161	0.16	4.25	29.80
左側壁(南側)	5-19	13	13	210	0.16	3.28	30.54
平均		15	31	182	0.16	3.84	30.11
U ₀ 右側壁(北側)	60-67	7	7	15	0.06	2.84	8.64
左側壁(南側)	61-66	5	5	33	0.10	2.47	13.97
平均		6	12	26	0.08	2.63	11.75

上記D₇鉱体は、ほぼ同位置でDDH-5により捕捉されており、DDH-5によれば本鉱体の水平巾推定値は11.9 m、Ag163 g/t、Cu0.14%、Pb2.92%、Zn27.15%である。坑道による確認結果は、規模・品位ともボーリングの結果を上廻っている。本坑でも強酸性水の出水に遭遇し、掘削作業は難行した。

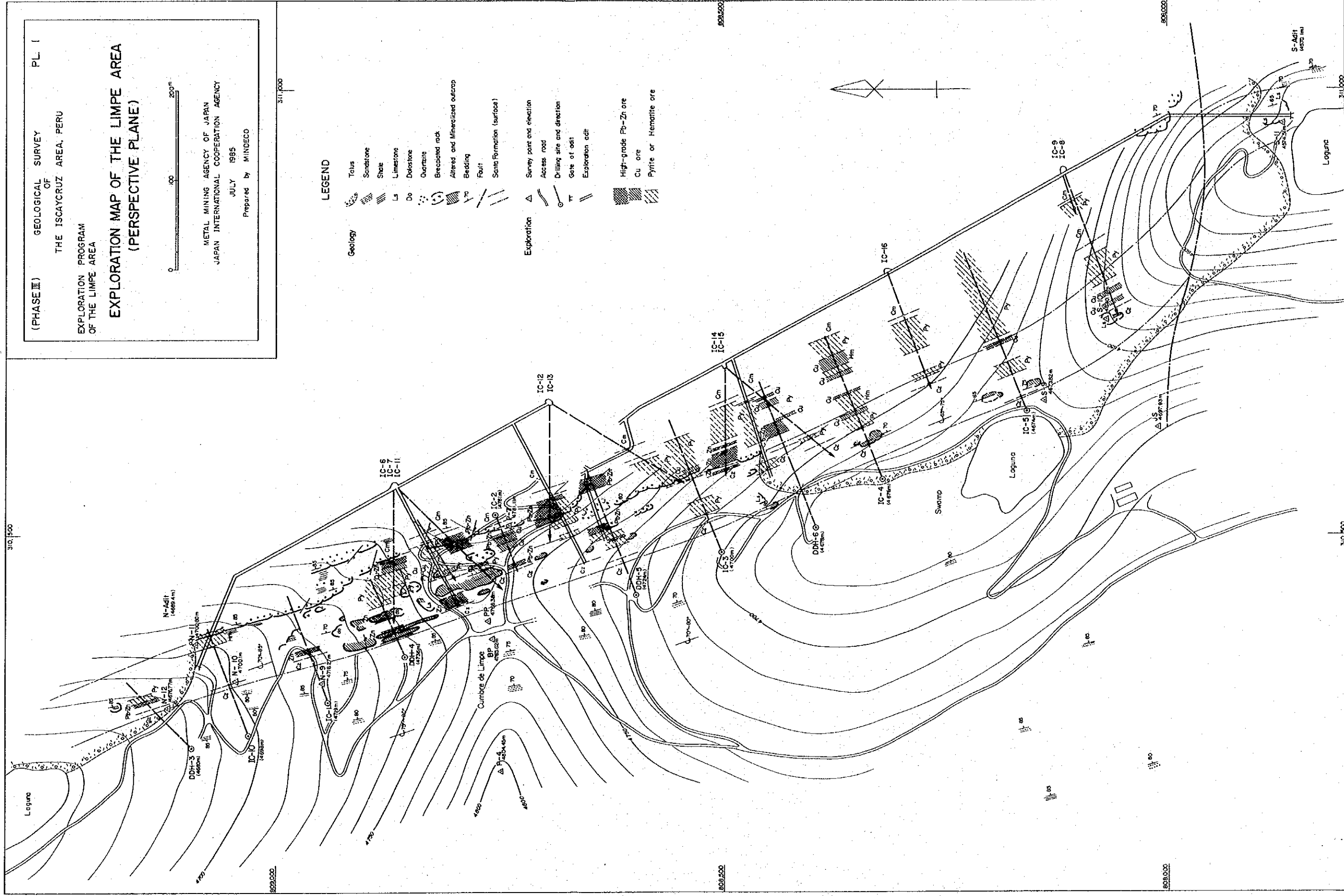


Fig. 5 Exploration Map of the Limpe Area

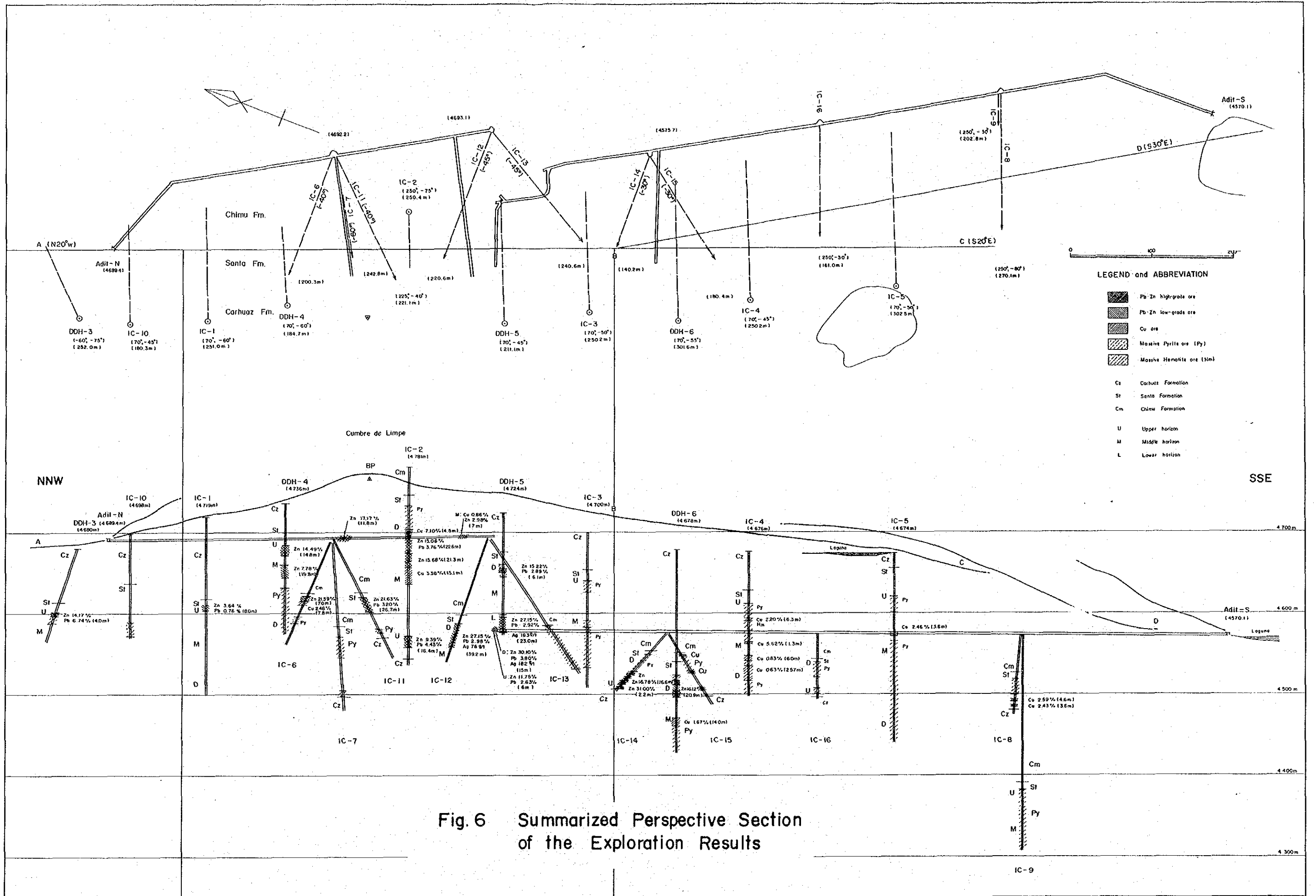


Fig. 6 Summarized Perspective Section of the Exploration Results

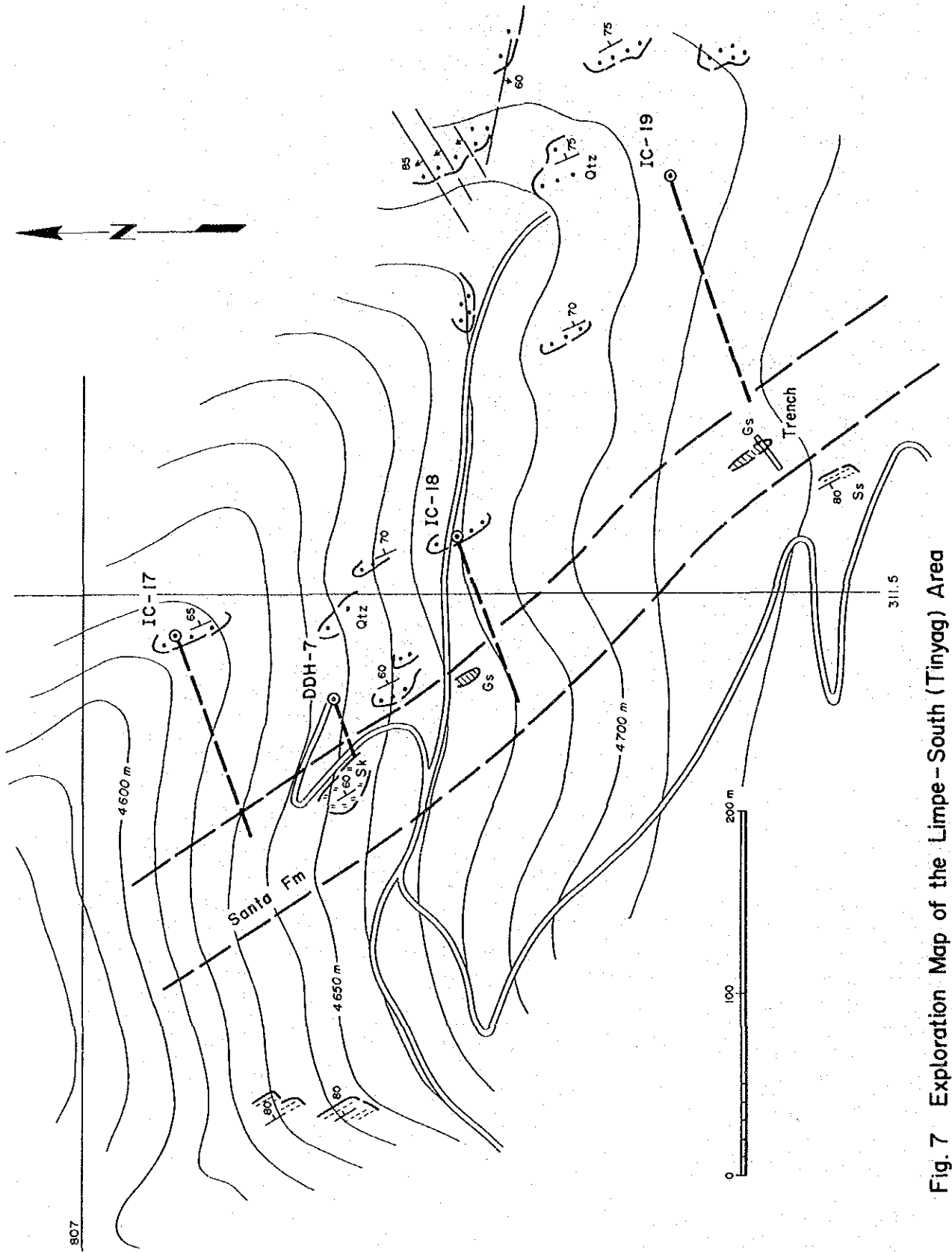


Fig. 7 Exploration Map of the Limpe - South (Tinyag) Area

第4章 鉍量計算(試算)

4-1 計算方法

本調査が主たる調査対象としたリンベ鉍床は、石灰岩を交代した不規則塊状鉍床であり、調査結果からみても、鉍体の形状や品位分布は変化に富んでいる。現在、距離1,400 m間でクロスカット坑は4本のみであり、ボーリング調査は100 m間隔で実施された段階であり、鉍体の詳細を解明するには不十分で、適確な鉍量計算を行える状況ではない。

坑道及びボーリングで、10数箇所が高品位鉍石部が捕捉されている。これらの鉍石部は、黄鉄鉍鉍化作用と角礫化作用と密接な関連を示し、石灰岩層の構造にも規制されており、ある程度の連続性を有することが推定されるので、大まかな鉍量・品位を推定するため、テナティブな鉍量計算を行うこととした。計算方法としては、最も簡潔かつ客観的方法であるポリゴン法(Polygon Method)を採用した。

4-2 計算プロセス・計算基礎

- (1) 実厚2 m以上、Pb+Zn 10%以上、銅鉍の場合はCu 2%以上を鉍量計上の対象とした。しかし、 $Pb+Zn \geq 10\%$ 、 $Cu \geq 2\%$ を示すサンプル数が1個のみの場合は除外した。
- (2) 捕捉された各鉍石部の中心点を、鉍化帯の延長方向に平行する透視断面(N20°W-S20°E)にプロットした。
- (3) 鉍石部の境界面及び鉍石又は母岩の面構造のボーリング方向に対する角度(試錐地質柱状図では余角で示されている)から、各鉍石部の実厚を求め、次にこれを鉍体又は母岩の推定傾斜から水平方向の実巾に変換した(Table 1参照)。
- (4) 鉍量計上範囲は、捕捉された各鉍石部の中心点より、走向方向及び垂直方向とも、水平実巾の5倍以内、最大50 mまでとした。
- (5) 地表より30 mまでの範囲は、酸化・溶脱の可能性があるので、鉍量計上範囲から除外した。
- (6) 各鉍石部中心点を結ぶ距離が、2点の水平実巾合計の5倍以内で、地質的に鉍石部の連続が予想される場合は単一鉍体とみなし、各捕捉点を中心とするポリゴンを設定した。ポリゴンの境界線は隣接する捕捉点から等距離になるよう設定された。
- (7) なお、鉍化層準延長部で鉍石部を確認できなかった地点についても、末鉍化部を削除するためポリゴンを設定した。鉍石部捕捉点が1点のみの鉍体は4角形とした。
- (8) 各ポリゴン毎に面積・容積を求め、鉍量・品位を集計した。比重は、実測値3.83に空隙率12%を考慮し、3.4とした。
- (9) ポリゴン法は、調査密度が荒い場合、又鉍体の厚さ及び形態に変動が大きい場合、特に各

ポリゴンの周縁部で、鉍量が過大に計上される傾向がある。ポリゴン法の性格及び容積計算に使用した鉍石部の水平方向実巾が推計値であることを考慮すれば、実際の鉍量の推定にはある程度（9.0%～7.5%）の査定率を用いればより安全である。

(10) 埋蔵品位については安全率として95%を使用した。

4-3 サンプルング・分析

1) ボーリング・コアのサンプルング方法

- (1) 高品位部：原則として1 m間隔。ダイヤモンド・カッターにより、コアを縦に2等分し、更に半片を2等分し、コアの1/4量を採取する。
- (2) 中品位部：原則として2 m間隔。コア・スプリッターにより、コア半片を採取。必要に応じて、現場で破碎し、サンプル・スプリッターにより縮分する。
- (3) 低品位部：サンプルング間隔は最大10 mまで任意。ハンマーを使い、小塊を連続的に採取する。

2) 坑道のサンプルング方法

- (1) 高品位部：両側壁，1 m高，水平方向1 m間隔の連続チャンネル・サンプルング。
- (2) 中品位部：両側壁：2 m間隔，1 m長，チドリ配置のチャンネル・サンプルング，又は片側壁2 m間隔，1 m長のチャンネル・サンプルング。
- (3) 低品位部：片側壁4 m間隔，1 m長のチャンネル・サンプルング。

3) 分 析

(1) 鉍石サンプルの分析

鉍石サンプルの分析は、原則としてINGEMMET分析所で行い、一部サンプルについては、ブレンヘ（Plenge）分析所を使用した。分析成分は、Ag・Cu・Pb・Zn 4成分である。

INGEMMET分析所では、原則として原子吸光分析法（Atomic Absorption Spectrochemical Analysis）を使用している。第3年次鉍石サンプルの一部は、亜鉛がZn 40%台から50%台と非常に高い値を示している。このような高品位サンプルについては、湿式分析法（Wet Chemical Analysis）が適しているので、Zn 30%以上の高品位鉍石サンプルについては、ブレンヘにおいて湿式法により亜鉛の再分析を実施し、この値を品位計算に採用した（Fig 9, A. Ⅱ-1参照）。

(2) 副成分の分析

副成分の含有量を調べるため、コンボジット・サンプル3個の分析を行い、下記の結果を得た。

	間 隔 m	深 度 m - m	Cu %	Pb %	Zn %	Bi %	Cd g/t	Sn %	W %
IC-11	26.7	107.2-133.9	0.05	2.92	18.17	0.10	270	0.32	Nd
IC-12	29.1	151.4-180.5	0.51	1.82	20.39	0.23	15	0.35	Nd
IC-14	9.8	113.9-123.7	0.19	0.02	17.90	0.13	54	0.38	Nd
			Sb %	Hg %	Fe %	As %	S %	Au g/t	Ag g/t
IC-11			0.09	0.01	21.30	0.43	27.46	Nd	32
IC-12			0.09	0.14	24.62	0.10	28.36	Nd	58
IC-14			0.09	0.03	29.16	0.11	34.72	Tr	52

(4) 比 重 測 定

ボーリング・コアの主要鉱石部37個のサンプルについて、かさ比重 (apparent specific gravity) を測定した。測定サンプルは、測定前に60℃で24時間乾燥し、表面をパラフィンでコーティングした。測定結果をTable 2に示す。

リンベ地区の黄鉄鉱質鉛鉱石26個の比重測定値の平均は3.83、ティンヤク地区のスカルン質鉛鉱石7個の測定値平均は3.61である。実際の鉛鉱石 (ore in-situ) は、晶洞・空洞が発達するので、空隙率を考慮する必要がある。空隙率を、黄鉄鉱質鉛鉱石12%、スカルン質鉛鉱石6%と仮定すると、両タイプとも比重は3.4となる。

4-4 試 算 結 果

1) リンベ地区

鉛量計算図をFig. 8に、鉛量計算表をTable 3に示した。リンベ地区のポリゴン法による鉛量試算結果は次のとおりである。

	埋蔵鉛量	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
鉛・亜鉛鉛	325万t	48	0.13	1.95	18.99
銅 鉛	10万t	32	2.84	0.03	0.39

2) リンベ南地区 (ティンヤク地区)

現在、約100m離れた2本のボーリングで鉛石部を捕捉した段階であるが、鉛石部の平均水平巾を19.1m、走向延長200m、上下延長を150m、比重3.4、鉛床賦存率を75%と仮定すれば、次式により、約146万tの鉛量の賦存が期待される。

$$19.1\text{ m} \times 200\text{ m} \times 150\text{ m} \times 3.4 \times 0.75 = 1,461,150\text{ t}$$

2本のボーリングで確認された加重平均品位は、Ag 10g/t、Cu 1.85%、Pb 0.01%、Zn 19.59%である。

Table 1 List of the Confirmed High Grade Mineralized Parts

Area	DDH	Depth m	Interval m	No. of Sample	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Angle (Comp.)	Inc.	Real Thick m	Horiz. Width m	Orebody
Limpe	DDH-3	104.6-108.6	4.0	4	89	0.03	6.74	14.17	55°	90°	2.29	2.3	U ₁
	DDH-3	108.6-118.9	10.3	10	32	0.03	1.26	4.56	55°	90°			
	IC-10												
	IC-1	121.0-129.0	8.0	4	4	0.07	0.76	3.64	40°	90°			
	DDH-4	61.3- 76.1	14.8	15	13	0.07	0.04	14.49	50°	90°	9.51	9.5	U ₂
	DDH-4	84.9-104.7	19.8	16	10	0.10	0.30	7.78	55°	90°			
	IC-6	96.8-101.0	4.2	4	4	0.03	0.85	5.27	40°	85°			
	IC-6	108.0-115.0	7.0	5	15	0.32	0.02	21.59	30°	85°	6.06	6.1	D ₁
	IC-6	115.0-122.8	7.8	4	23	2.48	0.02	0.46	30°	85°	6.75	6.8	C ₁
	IC-7												
	NX-1		6.0	6	17	1.42	0.04	0.30	10°				
	NX-1		12.0	24	8	0.10	0.07	17.13	10°			11.8	U ₃
	IC-11	107.2-133.9	26.7	19	38	0.04	3.16	22.69	40°	85°	20.45	20.5	D ₂
	IC-2	77.6- 82.1	4.5	2	5	7.10	0.22	0.48	50°	80°	2.89	2.9	C ₂
	IC-2	82.1-104.7	22.6	19	34	0.08	3.75	15.06	60°	75°	11.30	11.7	D ₃
	IC-2	104.7-126.0	21.3	4	4	0.14	0.16	15.68	60°	75°	10.65	11.0	D ₄
	IC-2	126.0-146.3	15.3+	5	46	3.43	0.03	0.43	60°	80°	7.65	7.8	C ₃
	IC-2	211.0-227.4	16.4	8	25	0.06	4.53	9.39	45°	80°	11.60	11.8	U ₄
	NX-2		7	8	32	0.86	0.31	2.98	10°				
	IC-12	144.3-183.5	39.2	38	78	0.19	2.61	24.08	35°	75°	32.11	33.2	D ₅
	DDH-5	95.6-101.7	6.1	5	35	1.10	2.89	15.22	55°	80°	3.50	3.6	U ₅
	DDH-5	181.0-204.0	23.0	23	163	0.14	2.92	27.15	60°	75°	11.50	11.9	D ₆
	SX-2		15.0	31	182	0.16	3.80	30.10	0°			15.0	D ₇
	SX-2		6.0	12	26	0.08	2.63	11.75	0°			6.0	U ₆
	IC-13												
	IC-3												
	IC-14	107.1-123.7	16.6	13	32	0.18	0.13	16.78	40°	75°	12.72	13.2	U ₇
	IC-14	131.6-133.8	2.2	2	28	0.28	0.06	31.00	45°	75°	1.56	1.6	
	SX-1												
	DDH-6	194.4-215.3	20.9	18	22	0.18	0.20	16.04	65°	85°	8.83	8.9	U ₈
DDH-6	248.2-262.2	14.0	7	13	1.67	0.03	0.10	60°	85°				
IC-4	114.0-120.5	6.3	3	32	2.20	0.02	0.29	60°	80°	3.15	3.2	C ₄	
IC-16													
IC-5													
IC-8	174.5-178.1	3.6	3	23	2.43	0.11	0.11	10°	65°	3.55	3.9	C ₅	
Tinyag	DDH-7	56.0- 63.0	7.0	5	5	0.21	0.01	19.71	60°	65°	3.50	3.9	T ₁
	DDH-7	81.0- 99.0	18.0	18	4	0.11	0.05	5.34	60°	65°			
	DDH-7	116.0-135.0	19.0	15	9	3.18	-	19.53	55°	65°	10.90	12.0	T ₂
	IC-18	96.9-125.5	28.6	22	8	1.32	0.01	19.79	45°	65°	20.22	22.3	T ₃

* In principle, listed up ore parts above 5% in Pb+Zn and above 1.5% in Cu averaging more than 2 samples.

+ Excluded of non-core part.

NX and SX marks show Tunnels.

$$\text{Real Thickness (m)} = \text{Interval (m)} \times \sin (90^\circ - \text{Angle})$$

$$\text{Horiz. Width (m)} = \text{Real Thickness (m)} \times \frac{1}{\cos (90^\circ - \text{Inc.})}$$

Table 2 Measurement Results of Specific Gravity

Sample No.	Type of Ore	Wa (g)	Wp (g)	Ww (g)	D
BC-03-107	Gl-Sp-Py ore	70.40	71.70	53.25	4.13
BC-04-064	Sp-Py ore	182.15	185.45	138.90	4.24
BC-04-068	Sp-Py ore	115.90	117.50	88.15	4.19
BC-04-076	Sp-Py ore	141.50	143.50	107.30	4.16
BC-04-087	Sp-Py ore	124.95	126.90	96.00	4.34
BC-04-104	Sp-Py ore	79.30	80.60	59.80	4.08
BC-05-099	Gl-Sp-Py ore	65.45	66.50	48.60	3.90
BC-05-183	Sp-Py ore	62.40	63.70	47.40	4.19
BC-05-190	Sp-Py ore	61.05	62.30	45.30	3.90
BC-05-192	Sp-Py ore	64.25	65.45	47.00	3.74
BC-05-195	Sp-py ore	75.50	77.00	56.35	3.97
BC-05-199	Gl-Sp-Py ore	71.05	72.90	52.90	3.95
IC-02-083	Sp-Py ore	131.0	133.2	96.5	3.81
IC-02-089	Sp diss ore	67.6	69.2	44.9	2.99
IC-02-099	Gl-Sp-Py ore	133.6	136.3	98.6	3.84
IC-02-103	Sp-Py ore	145.5	148.2	108.3	3.93
IC-02-118	Sp diss ore	100.6	102.7	64.2	2.77
IC-02-225	Sp-Py ore	75.6	77.2	55.1	3.71
IC-11-119	Sp-Py ore	87.2	89.5	64.3	3.84
IC-11-123	Sp ore	112.6	114.7	83.3	3.86
IC-12-164	Gl-Sp ore	114.4	116.7	82.6	3.62
IC-12-172	Sp ore	159.8	163.0	122.5	4.32
IC-12-175	Sp ore	98.2	100.3	72.6	3.86
IC-12-183	Sp ore	72.0	73.8	45.5	2.73
IC-14-117	Sp-Py ore	124.7	127.2	91.3	3.76
IC-14-133	Sp-Py ore	114.8	117.1	82.9	3.62
Av. of Massive Sp-Py ore					3.83
BC-07-085(A)	Sk ore	152.35	154.30	107.90	3.43
BC-07-085(B)	Sk ore	108.50	110.30	73.35	3.10
BC-07-123	Sp Sk ore	104.50	105.85	78.65	4.05
BC-07-126	Sp Sk ore	104.60	106.40	70.50	3.08
BC-07-127	Sp-Mt Sk ore	80.30	81.50	59.70	3.91
IC-18-121	Sp Sk ore	58.7	59.9	41.0	3.33
IC-18-125	Sp-Py ore	128.4	130.7	98.9	4.38
Av. of Skarn ore					3.61

D : Apparent specific gravity

Wa: Weight of dried sample in the air

Wp: Weight of paraffin coated sample in the air

Ww: Weight of paraffin coated sample in the water

Dp: Specific gravity of paraffin (=0.9)

Dw: Specific gravity of water (=0.997)

$$D = \frac{Wa \times Dw}{Wp - Ww - (Wp - Wa) / Dp}$$

Table 3 Table for Ore Reserves Calculation

Zone	Body	Area (m ²)	Wid. (m)	Volume (m ³)	Tonnage* (t)	Grade				Metal Value			
						Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Ag kg	Cu t	Pb t	Zn t
D	D ₁	3,200	6.1	19,520	66,300	15	0.32	0.02	21.59	994	212	13	14314
	D ₂	6,500	20.5	133,250	453,000	38	0.04	3.16	22.69	17214	181	14314	102785
	D ₃₋₄	6,600	22.7	149,820	509,300	20	0.11	2.01	15.36	10186	560	10236	78228
	D ₅	8,400	33.2	278,880	948,100	78	0.19	2.61	24.08	73951	1801	24745	228302
	D ₆₋₇	5,500	13.4	73,700	250,500	172	0.15	3.36	28.62	43086	375	8416	71693
Subtotal					2,227,200	65	0.14	2.59	22.24	145431	3129	57724	495322
U	U ₁	200	2.3	460	1,500	89	0.03	6.74	14.17	133	0	101	212
	U ₂	5,000	9.5	47,500	161,500	13	0.07	0.04	14.49	2099	113	64	23401
	U ₃	7,600	11.8	89,680	304,900	8	0.10	0.07	17.13	2439	304	213	52229
	U ₄	3,900	11.8	46,020	156,400	25	0.06	4.53	9.39	3910	93	7084	14685
	U ₅	450	3.6	1,620	5,500	35	1.10	2.89	15.22	192	60	158	837
	U ₆	1,800	6.0	10,800	36,700	26	0.08	2.63	11.75	954	29	965	4312
	U ₇	5,600	13.2	73,920	251,300	32	0.18	0.13	16.78	8041	452	326	42168
	U ₈	3,700	8.9	32,930	111,900	22	0.18	0.20	16.04	2461	201	223	17948
Subtotal					1,029,700	19	0.12	0.89	15.15	20229	1252	9134	156036
Zn-Pb Ore Total					3,256,900	51	0.13	2.05	19.99	165660	4381	66858	651114
<u>Adjusted Total**</u>					<u>3,256,900</u>	<u>48</u>	<u>0.13</u>	<u>1.95</u>	<u>18.99</u>	<u>157377</u>	<u>4161</u>	<u>63515</u>	<u>618558</u>
Cu	C ₁	1,800	6.8	12,240	41,600	23	2.48	0.02	0.46	956	1031	8	191
	C ₂	200	2.9	580	1,900	5	7.10	0.22	0.48	9	134	4	9
	C ₃	1,800	7.8	14,040	47,700	46	3.43	0.03	0.43	2194	1636	14	205
	C ₄	450	3.2	1,440	4,800	32	2.20	0.02	0.29	153	105	0	13
	C ₅	450	3.9	1,755	5,900	23	2.43	0.11	0.11	135	143	6	6
Cu Ore Total					101,900	34	2.99	0.03	0.42	3447	3049	32	424
<u>Adjusted Total**</u>					<u>101,900</u>	<u>32</u>	<u>2.84</u>	<u>0.03</u>	<u>0.39</u>	<u>3274</u>	<u>2896</u>	<u>30</u>	<u>402</u>

* Specific gravity in situ : 3.4

** Safety factor of ore grade : 0.95

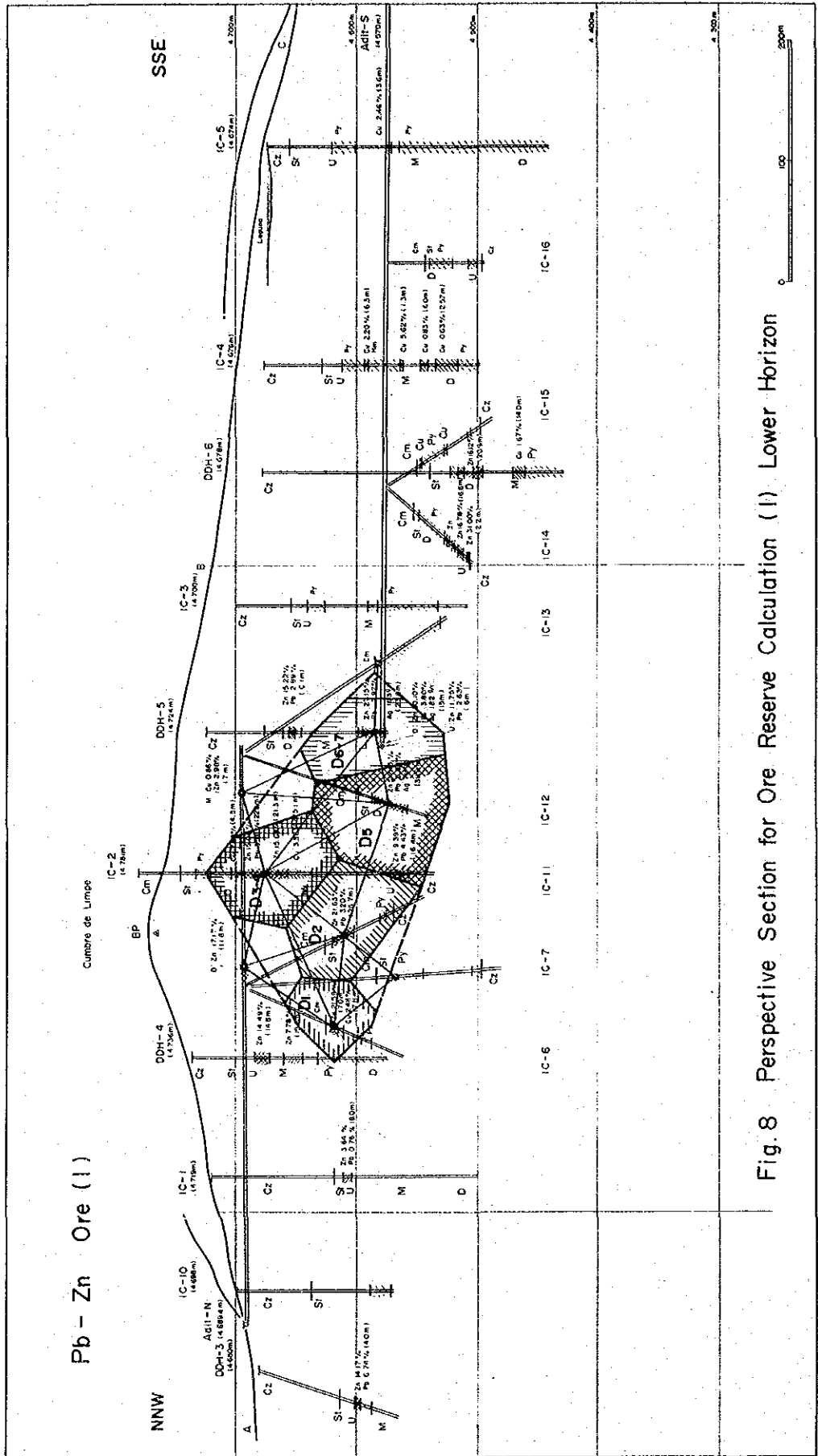


Fig. 8 Perspective Section for Ore Reserve Calculation (I) Lower Horizon

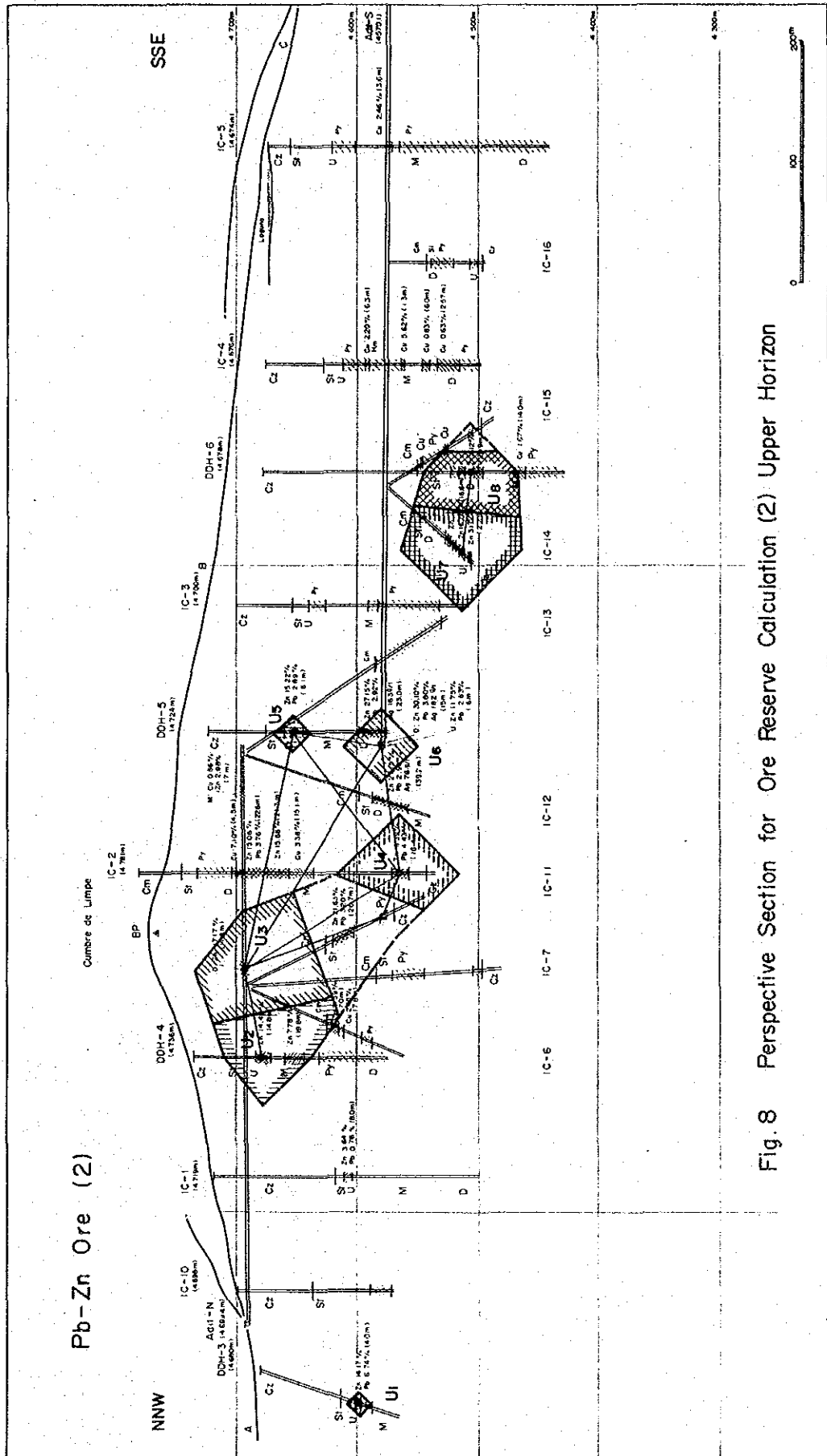


Fig. 8 Perspective Section for Ore Reserve Calculation (2) Upper Horizon

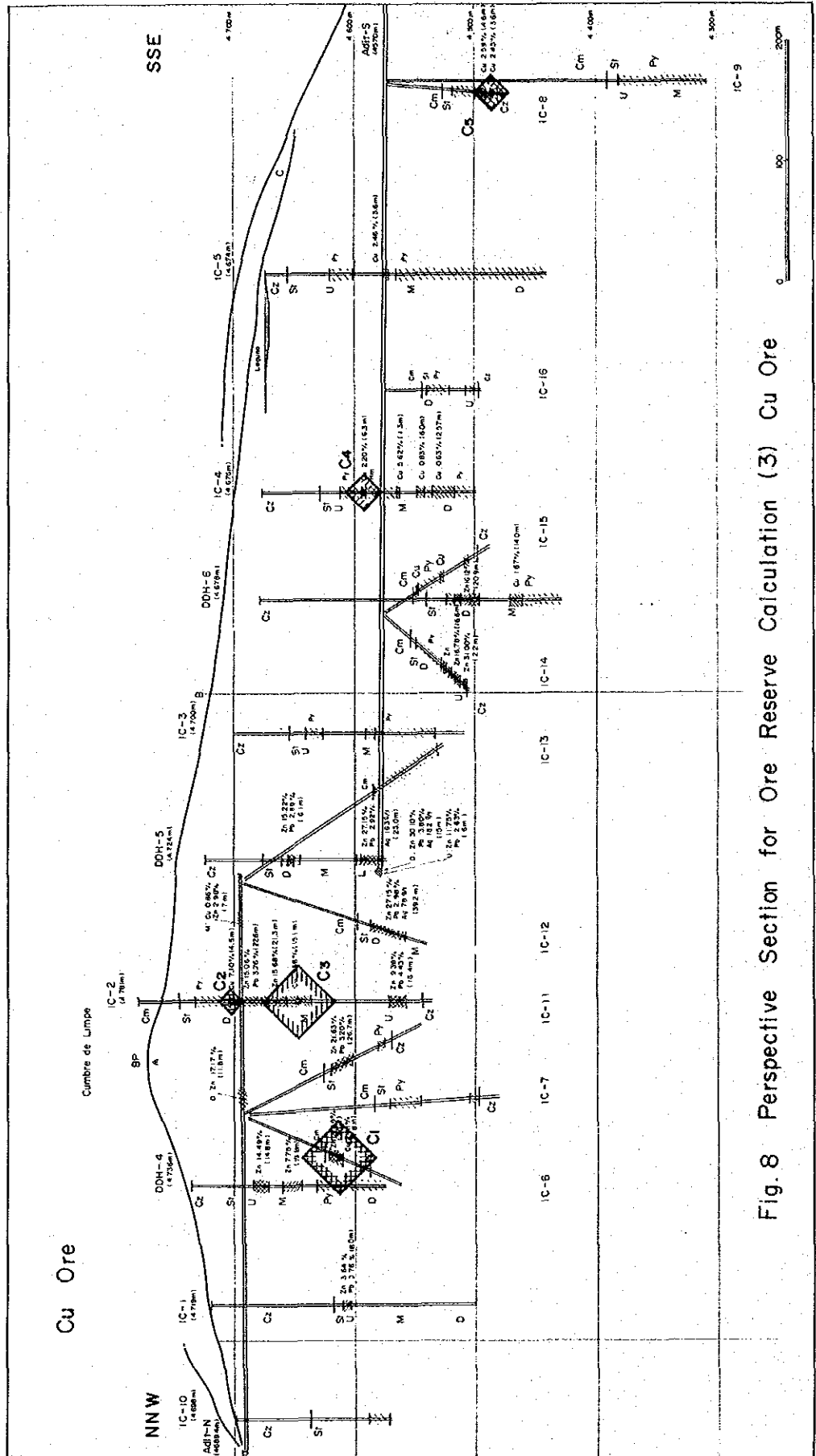


Fig. 8 Perspective Section for Ore Reserve Calculation (3) Cu Ore

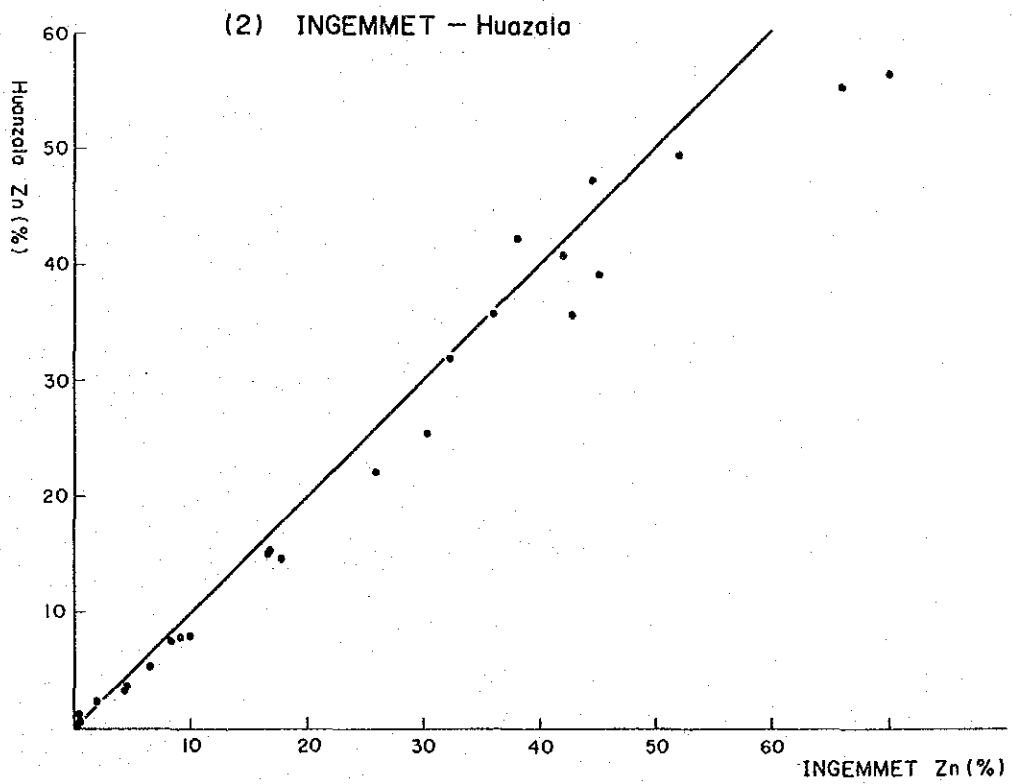
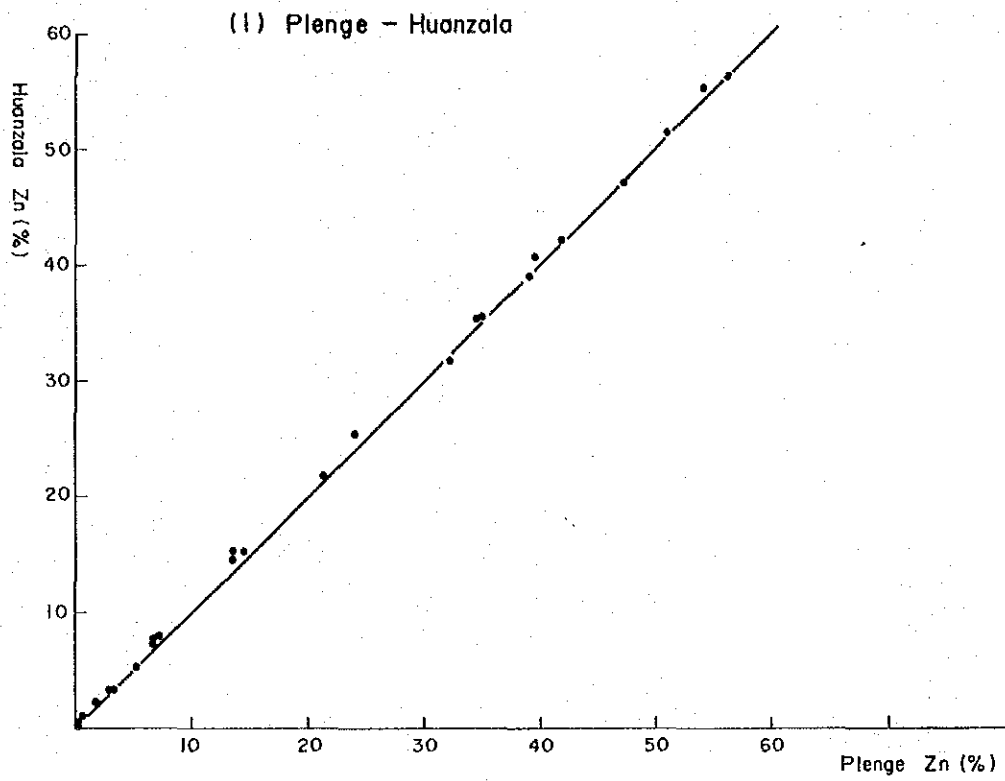


Fig. 9 Correlation Diagram of Check Assays

第5章 結論及び勧告

5-1 結論

1) 第3年次(1984年度)調査結果

本年度は、本探鉱調査の最終年度であり、前年に続き、ボーリング調査、10本、総掘進長1,900m、及び坑道調査、N坑及びS坑で総掘削長748mを実施した。

ボーリング調査は、全孔で鉱化作用の存在を確認したが、なかでもリンベ地区N坑坑内で実施したIC-11、IC-12、S坑坑内で実施したIC-14、及びリンベ南地区地表で実施したIC-18、計4本で鉛・亜鉛高品位鉱の賦存を確認した。捕捉された高品位部の規模・品位は次のとおりである。

孔名	深 度 (m)	間 隔 (m)	サンプル 数	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	実 巾 m	水平巾 m
IC-11	107.2-133.9	26.7	19	38	0.04	3.16	22.69	20.5	20.5
IC-12	144.3-183.5	39.2	38	78	0.19	2.61	24.08	32.1	33.2
IC-14	107.1-123.7	16.6	13	32	0.18	0.13	16.78	12.7	13.2
IC-18	96.9-125.5	28.6	22	8	1.32	0.01	19.79	20.22	22.3

坑道調査では、S坑クロスカット-2で、2層の鉛・亜鉛鉱石部を確認した。坑道により確認された鉱石部の規模・品位は次のとおりである。

坑 名	鉱 体	深 度 (m)	間隔 m	サンプル 数	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	水平巾 m
XS-2	D ₇	3-21	15	31	182	0.16	3.84	30.11	15
XS-2	U ₅	60-67	6	12	26	0.08	2.63	11.75	6
DDH-5	D ₆	181-204	23	23	163	0.14	2.92	27.15	11.9

上記D₇鉱石部は、地表ボーリングDDH-5により、ほぼ同位置で捕捉されている(上記D₆)。坑道により確認された鉱体の規模・品位は、ボーリングにより想定された結果をやや上廻っている。

2) リンベ地区鉱化帯

本年度までに、イスクルス地域リンベ地区で実施されたボーリング調査は、地表ボーリング10本、坑内ボーリング10本、合計20本、掘進長合計4,390mである。坑道調査は、N坑・S坑あわせて掘削長合計2,008mである。ボーリング調査では、9本で鉛・亜鉛高品位鉱に着鉱し、坑道調査では、3個所で高品位鉱石部を捕捉した。

これらの調査活動により、リンベ地区鉍化帯に関し、次の事実が判明した。

- (1) 鉍床は、サンタ層石灰岩を交代した塊状硫化鉍床で、鉍石鉍物としては閃亜鉛鉍・黄鉄鉍を主とし、方鉛鉍・黄銅鉍を伴う。
- (2) 鉍化層準としては、サンタ層中下盤層準と上盤層準の2層準が顕著である。
- (3) 鉍化作用は、母岩の角礫化作用（brecciation）及び破碎化作用（fracturing）と密接な関連を有する。
- (4) 銅・鉛・亜鉛鉍化作用は黄鉄鉍化作用と密接な関連を有し、鉍体は塊状黄鉄鉍帯の周辺部や黄鉄鉍帯中の角礫化の著しい部分に胚胎する。
- (5) 主要鉍体の規模は、走向方向300 m、垂直延長150 m以上（下部延長は未確認）、層厚10 m - 30 mと推定される。

3) リンベ南地区鉍化帯

リンベ南地区では本年度の3本のボーリングを含め、合計4本、770 mの地表ボーリング調査が実施され、そのうち2本で銅・亜鉛高品位鉍石部を捕捉した。本鉍化帯は、スカルン鉍物に伴う黄銅鉍・閃亜鉛鉍・磁鉄鉍・黄鉄鉍を主とする鉍床である。高品位部は、品位Cu1% - 3%、Zn 19%程度で、層厚10 m - 20 mと予測され、100万t以上の鉍量賦存が期待される。

4) 鉍量試算結果

現在までの調査結果をもとに、リンベ地区鉍化帯に埋蔵が推定される鉍量・品位を、ポリゴン法により試算すると下記のとおりとなる。

鉍種	埋蔵鉍量	埋 蔵 品 位			
		Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
Pb・Zn 鉍	325万t	48	0.13	1.95	18.99
Cu 鉍	10万t	32	2.84	0.03	0.39

上記鉍量は、今後、細部探鉍及び下部への探鉍を実施することにより、増加の余地がある。

鉍体は形態・品位分布ともかなり複雑であり、今後の探鉍調査として、主要坑準での鉍体のヒ押探鉍、通気孔をかねる切上探鉍、坑内でのボーリングによる細部探鉍及び鉍床下底調査が必要となろう。

5-2 勸 告

イスカイクルス鉍化帯に対して、過去6年間、地質調査、地化学探査、物理探査、地表ボーリング調査、坑道調査、坑内ボーリング調査などの各調査が段階的に実施された。

探鉱調査の最重点地区として選定されたリンベ地区に対しては、坑道調査及び坑内外ボーリング調査が実施され、鉛・亜鉛高品位鉱の賦存状況が解明された。リンベ南地区に対しては地表ボーリング調査が実施され、銅・亜鉛高品位鉱賦存の可能性が明らかとなった。将来探鉱調査を計画すべき有望地区として、リンベ北部地区、クンシャ・ブンタ地区などがある。

次段階の調査として、本地域の鉱山開発投資に必要な各分野を網羅する開発計画調査を実施することが望ましい。

REFERENCES

- Bellido, B.E. (1969)
Sinopsis de la geologia del Peru.
Serv. Geol. Min., Peru, Bol. 22.
- Bellido, B.E., Luis de Montreuil, D. y Girard, P.D. (1969)
Aspectos generales de la metalogenia del Peru.
Serv. Geol. Min., Peru.
- Cobbing, J. (1973)
Geologia de los cuadrangulos de Barranca, Ambar, Oyon, Huacho,
Huaral y Canta. Ser. Geol. Min., Peru, Bol.26.
- Einaudi, M.T. (1977)
Environment of ore deposition at Cerro de Pasco, Peru.
Econ. Geol., v.72, p.893-924.
- 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.
- 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.
- 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
(1980-1982), Report on geological survey of the Oyon area.
Phase I., Phase II., Phase III.
- Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan
(1982), Consolidated report on geological survey of the Oyon area.

Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan
(1983-1984), Report on geological survey of the Iscaycruz (Oyon)
area. Phase I., Phase II.

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.

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.

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.

Wilson, J.J. (1963)

Cretaceous stratigraphy of Central Andes of Peru.
Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., v.47, p.1-34.

各 論

第 I 部 ボーリング調査

第 I 部 ボーリング調査

第 1 章 ボーリング調査	I- 1
1-1 調査概要	I- 1
1-2 設営作業	I- 2
1-3 掘進作業	I- 3
1-4 移設・撤収作業	I- 9
1-5 掘進実績	I- 9
第 2 章 ボーリング孔の地質及び鉍化作用	I-10
2-1 IC-10	I-10
2-2 IC-11	I-10
2-3 IC-12	I-11
2-4 IC-13	I-13
2-5 IC-14	I-13
2-6 IC-15	I-14
2-7 IC-16	I-14
2-8 IC-17	I-14
2-9 IC-18	I-15
2-10 IC-19	I-16

LIST OF FIGURES

Fig. I-1	Progressive Record of Diamond Drilling, IC-10
Fig. I-2	Progressive Record of Diamond Drilling, IC-11
Fig. I-3	Progressive Record of Diamond Drilling, IC-12
Fig. I-4	Progressive Record of Diamond Drilling, IC-13
Fig. I-5	Progressive Record of Diamond Drilling, IC-14
Fig. I-6	Progressive Record of Diamond Drilling, IC-15
Fig. I-7	Progressive Record of Diamond Drilling, IC-16
Fig. I-8	Progressive Record of Diamond Drilling, IC-17
Fig. I-9	Progressive Record of Diamond Drilling, IC-18
Fig. I-10	Progressive Record of Diamond Drilling, IC-19
Fig. I-11	Geological Section for IC-10
Fig. I-12	Geological Section for IC-11
Fig. I-13	Geological Section for IC-12
Fig. I-14	Geological Section for IC-13
Fig. I-15	Geological Section for IC-14
Fig. I-16	Geological Section for IC-15
Fig. I-17	Geological Section for IC-16
Fig. I-18	Geological Section for IC-17
Fig. I-19	Geological Section for IC-18
Fig. I-20	Geological Section for IC-19

第1章 ボーリング調査

1-1 調査概要

1) ボーリング調査

本年度のボーリング調査は、坑外ボーリング及び坑内ボーリング計10本、総掘進長1,908.50 mである。

坑別	孔名	方位	傾斜	掘進長(m)	コア長(m)	コア採取率%
坑外	IC-10	70°	-45°	180.30	146.45	81.2
N坑	IC-11	225°	-40°	221.10	178.80	80.9
N坑	IC-12	280°	-45°	220.60	215.80	97.8
N坑	IC-13	210°	-45°	240.60	213.10	88.6
S坑	IC-14	270°	-30°	140.20	126.20	90.0
S坑	IC-15	210°	-30°	180.40	168.30	93.3
S坑	IC-16	250°	-30°	161.00	139.90	86.9
坑外	IC-17	250°	-45°	160.20	147.50	92.0
坑外	IC-18	250°	-60°	200.50	162.90	81.2
坑外	IC-19	250°	-50°	203.60	152.40	74.9
合 計				1,908.50	1,651.35	86.5

坑内外ボーリング調査の掘進作業期間は、1984年6月6日より1985年2月3日までの242日間である。

使用機種は、TGM-3C（掘進能力：NQ510 m，BQ660 m）及びTGM-5A（掘進能力：NQ400 m，BQ550 m）である。

各ボーリング孔の位置（経距・緯距）及び標高は次のとおりである。

坑別	孔名	経 距	緯 距	標 高(m)
坑外	IC-10	310,280E	809,020N	4,698
N坑	IC-11	310,550E	808,860N	4,692
N坑	IC-12	310,650E	808,690N	4,693
N坑	IC-13	310,650E	808,690N	4,693
S坑	IC-14	310,690E	808,500N	4,576
S坑	IC-15	310,690E	808,500N	4,576
S坑	IC-16	310,800E	808,320N	4,574
坑外	IC-17	311,480E	806,960N	4,620

坑 外	IC-18	311,500E	806,800N	4,680
坑 外	IC-19	311,630E	806,740N	4,700

2) コア鑑定及び解析作業

ボーリング孔の全コアについて、岩質及び鉱化状況について鑑定を行い、縮尺1:200の地質柱状図にまとめた。

鉱石部については、コア半片又は1/4片を採取し、銀・銅・鉛・亜鉛などについて分析を行った。又、鉱石部及び鉱微部について研磨片を作成し、顕微鏡による観察を行った。一部試料については、X線回折分析による鉱物鑑定を行った。

分析・解析作業の主な内容とその件数は次のとおりである。

- | | |
|--------------------------|------|
| (1) 鉱石部の分析 (Ag・Cu・Pb・Zn) | 210件 |
| (2) 鉱石研磨片顕微鏡観察 | 10件 |
| (3) X線回折分析 | 5件 |

1-2 設 営 作 業

1) 機材・資材は、カジャオ (Callao) 港にて通関後、1984年7月22日、チュリン (Churín) 及びオヨン (Oyon) を経由し、パンパウアイ (Pampahuay) まで、11tトラックにより運搬した。パンパウアイよりイスカイクルス (Iscaycruz) へは、1tピックアップ・トラック2台で搬入した。

2) ボーリング座の掘削

坑外において、計4個所のボーリング座を整備・設置した。N坑及びS坑坑内において各2個所、計4個所の坑内ボーリング座を掘削・設置した。

3) ボーリング用水

IC-10, IC-11, IC-12, IC-13孔は、リンベ峠 (Cumbre de Limpe) 北側の湖より、延長約800mの配管を行い、揚水ポンプを使用して給水した。

IC-14, IC-15, IC-16孔は、リンベ峠南側の湖より延長約1,000mの配管を行い、自然流水で給水した。

IC-17, IC-18, IC-19孔は、クンシャ・プンタ峠 (Cumbre de Cunsha Punta) の湖より延長約1,100mの配管を行い、自然流水で給水した。

4) 設 営 期 間

機材・資材の搬入、ケーブル配線、配管などの準備作業に要した設営日数は46日である。

1-3 掘進作業

HQワイヤーライン工法で掘進し、逐次ケーシング・パイプを挿入設置して、最終口径はBQとした。常時ベントナイト泥水を使用した。

1) IC-10

掘進長：180.30m

コア長：146.45m

コア採取率：81.2%

掘進開始日：1984年6月6日

掘進終了日：1984年6月15日

0m-6.00m：116mmメタル・クラウンにて、ベントナイト泥水を使用し、崖錐堆積物を6.00mまで掘進した。岩質が安定したので、HWケーシング・パイプを6.00mまで挿入設置した。

6.00m-101.00m：HQワイヤーライン・ダイヤモンド・ビットにて、ベントナイト泥水を使用して、珪岩、砂岩、頁岩、苦灰岩を101.00mまで掘進した。岩質が安定したので、NWケーシング・パイプを101.00mまで挿入設置した。この間、86.80m-88.00mに亜鉛鉱石部を捕捉確認した。

101.00m-180.30m：NQワイヤーライン・ダイヤモンド・ビットにて、ベントナイト泥水を使用して、苦灰岩、粘土を挟む破砕帯、石灰岩及び砂状硫化鉄、頁岩を180.30mまで掘進し、目的を達成して終了した。

2) IC-11

掘進長：221.10m

コア長：178.80m

コア採取率：80.9%

掘進開始日：1984年8月15日

掘進終了日：1984年8月31日

0m-1.50m：101mmダイヤモンド・ビットにて、珪岩を掘進し、HWケーシング・パイプを1.50mまで挿入設置した。

1.50m-111.40m : HQワイヤーライン・ダイヤモンド・ビットにて、珪岩、砂岩、頁岩、泥灰岩、及び苦灰岩を掘進し、NWケーシング・パイプを111.40mまで挿入設置した。

111.40m-194.80m : NQワイヤーライン・ダイヤモンド・ビットにて、苦灰岩、亜鉛鉱石部、粘土を挟む頁岩の破碎帯、硫化鉄、及び頁岩を194.80mまで掘進した。岩質が安定したので、BWケーシング・パイプを194.80mまで挿入設置した。この間、107.20m-133.90m、164.80m-167.70mに亜鉛・鉛鉱石部を捕捉確認した。

194.80m-221.10m : BQワイヤーライン・ダイヤモンド・ビットにて、頁岩、砂岩を221.10mまで掘進し、目的を達成して終了した。

3) IC-12

掘 進 長 : 220.60m

コ ア 長 : 215.80m

コ ア 採取率 : 97.8 %

掘 進 開 始 日 : 1984年 9月30日

掘 進 終 了 日 : 1984年10月 9日

0m-2.50m : 116mmダイヤモンド・ビットにて、珪岩を掘進し、HWケーシング・パイプを2.50mまで挿入設置した。

2.50m-60.50m : HQワイヤーライン・ダイヤモンド・ビットにて、珪岩、頁岩を掘進し、NWケーシング・パイプを60.50mまで挿入設置した。

60.50m-220.60m : NQビットにて、頁岩、珪岩、泥灰岩、苦灰岩、亜鉛鉱石部、硫化鉄、及び石灰岩を220.60mまで掘進し、目的を達成して終了した。この間、145.50m-183.50mに亜鉛鉱石部を捕捉確認した。

4) IC-13

掘 進 長 : 240.60m

コ ア 長 : 213.10m

コ ア 採取率 : 88.6 %

掘進開始日：1984年9月 9日

掘進終了日：1984年9月22日

0 m—1.50 m：116 mmビットにて、珪岩を掘進し、HWケーシング・パイプを1.50 mまで挿入設置した。

1.50 m—30.00 m：HQビットにて、珪岩を掘進し、NWケーシング・パイプを30.00 mまで挿入設置した。

30.00 m—81.50 m：NQビットにて、珪岩、泥灰岩、及び珪岩中の破砕帯を81.50 mまで掘進した。珪岩中の破砕帯で孔内状況が悪化したので、NWケーシング・ダイヤモンド・シュービットにて拡孔しながらNWケーシング・パイプを81.50 mまで挿入設置した。

81.50 m—240.60 m：NQビットにて、珪岩、頁岩、泥灰岩、苦灰岩、及び硫化鋳を240.60 mまで掘進し、目的を達成して終了した。

5) IC-14

掘進長：140.20 m

コア長：126.20 m

コア採取率：90.0 %

掘進開始日：1984年11月12日

掘進終了日：1984年11月17日

0 m—1.50 m：116 mmビットにて、泥灰岩を掘進し、HWケーシング・パイプを1.50 mまで挿入設置した。

1.50 m—69.00 m：HQビットにて、泥灰岩、砂岩、苦灰岩、及び硫化鋳を掘進し、岩質が安定したので、NWケーシング・パイプを69.00 mまで挿入設置した。

69.00 m—140.20 m：NQビットにて、硫化鋳、粘土を挟む頁岩、泥灰岩、及び亜鉛鋳石部を140.20 mまで掘進し、目的を達成して終了した。この間、116.40 m—124.80 m、131.60 m—133.80 mに亜鉛鋳石部を捕捉確認した。

6) IC-15

掘進長：180.40 m

コア長：168.30 m

コア採取率：93.3 %

掘進開始日：1984年11月22日

掘進終了日：1984年12月10日

0 m - 2.00 m : 116 mmビットにて、泥灰岩を掘進し、HWケーシング・パイプを2.00 mまで挿入設置した。

2.00 m - 87.50 m : HQビットにて、泥灰岩、砂岩、苦灰岩、珩岩、及び砂状硫化鉄破砕帯を87.50 mまで掘進した。この間、湧水(300 ℓ/分、pH=1)を伴う砂状硫化鉄破砕帯で、ジャーミング状態となったので、NWケーシング・ダイヤモンド・シュービットにて掘孔しながら、NWケーシング・パイプを87.50 mまで挿入設置した。

87.50 m - 123.00 m : NQビットにて、砂状硫化鉄及び石灰岩を123.00 mまで掘進し、BWケーシング・パイプを123.00 mまで挿入設置した。

123.00 m - 180.40 m : BQビットにて、石灰岩、苦灰岩、硫化鉄、及び頁岩を180.40 mまで掘進し、目的を達成して終了した。

7) IC-16

掘進長：161.00 m

コア長：139.90 m

コア採取率：86.9 %

掘進開始日：1984年10月20日

掘進終了日：1984年11月4日

0 m - 2.00 m : 116 mmビットにて、珩岩を掘進し、HWケーシング・パイプを2.00 mまで挿入設置した。

2.00 m - 30.00 m : HQビットにて、珩岩、泥灰岩を掘進し、NWケーシング・パイプを30.00 mまで挿入設置した。

30.00m-109.20m : NQビットにて、泥灰岩、砂岩、珩岩、硫化鉄を掘進し、BWケーシング・パイプを109.20mまで挿入設置した。

109.20m-161.00m : BQビットにて、石灰岩、硫化鉄、頁岩、及び泥灰岩を161.00mまで掘進し、目的を達成して終了した。

8) IC-17

掘進長 : 160.20m

コア長 : 147.50m

コア採取率 : 92.0%

掘進開始日 : 1984年6月26日

掘進終了日 : 1984年7月4日

0m-1.70m : 116mmビットにて、珩岩を掘進し、HWケーシング・パイプを1.70mまで挿入設置した。

1.70m-30.00m : HQビットにて、珩岩、砂岩、及び泥灰岩を掘進し、NWケーシング・パイプを30.00mまで挿入設置した。

30.00m-160.20m : NQビットにて、珩岩、砂岩、泥灰岩、硫化鉄、及び頁岩を160.20mまで掘進し、目的を達成して終了した。この間、140.00m-141.00mに亜鉛鉄石部を捕捉確認した。

9) IC-18

掘進長 : 200.50m

コア長 : 162.90m

コア採取率 : 81.2%

掘進開始日 : 1984年7月10日

掘進終了日 : 1984年8月11日

0m-1.50m : HQビットにて、ベントナイト泥水を使用し、珩岩を1.50mまで掘進した。HWケーシング・シュービットにて拡孔しながらHWケーシング・パイプを1.50mまで挿入設置した。

1.50m-164.90m : NQビットにて、ペントナイト泥水を使用し、珪岩、泥灰岩、破碎帯、硫化鉄、亜鉛鉄石部、スカルン、及び頁岩を164.90mまで掘進した。この間、62.80m-86.40mは粘土を挟む風化帯の破碎帯で押し出し激しく、孔内状況が悪化し、深度164.90mでNQワイヤーライン・ロッドの折損事故となった。ロッド折損事故回復に6日間を要した。その間、96.90m-99.90m, 102.80m-110.80m, 118.00m-122.20mに亜鉛鉄石部を捕捉確認した。

164.90m-200.50m : BQビットにて、頁岩、砂岩を200.50mまで掘進し、目的を達成して終了した。

10) IC-19

掘進長 : 203.60m

コア長 : 15.240m

コア採取率 : 74.9%

掘進開始日 : 1984年11月26日

掘進終了日 : 1985年2月3日

0m-103.65m : HQビットにて、ペントナイト泥水を使用し、珪岩、苦灰岩、及び粘土を挟む風化帯の破碎帯を103.65mまで掘進した。この間、102.15m-103.65mは粘土を挟む風化帯の破碎帯のため、深度103.65mでジャーミング事故となった。ジャーミング事故回復に9日間を要した。事故回復後、NWケーシング・パイプを103.65mまで挿入設置した。

103.65m-121.50m : NQビットにて、珪岩を121.50mまで掘進した。岩質が安定したので、NWケーシング・ダイヤモンド・シュービットにて拡孔しながらNWケーシング・パイプを121.50mまで挿入設置した。

121.50m-145.00m : NQビットにてペントナイト泥水を使用し、珪岩を掘進した。この間、125.50m-144.00mは珪岩中の空洞で孔内状況が悪化したので、BWケーシング・パイプを145.00mまで挿入設置した。

145.00m-203.60m : BQビットにて、珪岩、硫化鉄、及び頁岩を203.60mまで掘進し、目的を達成して終了した。

1-4 移設・撤収作業

1) 移 設

各孔の移設作業に要した日数は次のとおりである。

移設	IC-17:	7 日
	IC-18:	3.5日
	IC-11:	13 日
	IC-13:	6 日
	IC-12:	6 日
	IC-16:	8 日
	IC-14:	5 日
	IC-15:	3.5日
	<u>IC-19:</u>	<u>8 日</u>
	合 計	60 日

2) 撤 収

IC-19孔からの撤収に際し、天候が悪化して搬入路の状態が悪化した。作業員8人で補修しながら、キャンプ(17km)まで、機・資材を運搬し整備・格納した。撤収には28日間を要した。

1-5 掘 進 実 績

1) 作 業 能 率

A・I-11に示すとおり、総掘集長1,908.50mの掘進作業1方当り平均掘進長は2.54m/方で、実掘進作業1方当りでは4.17m/方であった。

掘進速度とビット回転数は次のとおりである。

	<u>掘進速度</u>	<u>ビット回転数</u>
硬 岩	1.0~1.5 cm/分	450~650 r・p・m
中 硬 岩	1.5~2.0 cm/分	350~450 r・p・m
軟 岩	2.0~2.5 cm/分	250~350 r・p・m

2) コア採取率

A・I-11に示すとおり、総掘進長1,908.50mに対して、1,651.35mのコアを採取した。平均コア採取率は86.5%である。

Fig. I - 1 PROGRESSIVE RECORD OF DIAMOND DRILLING. IC-10

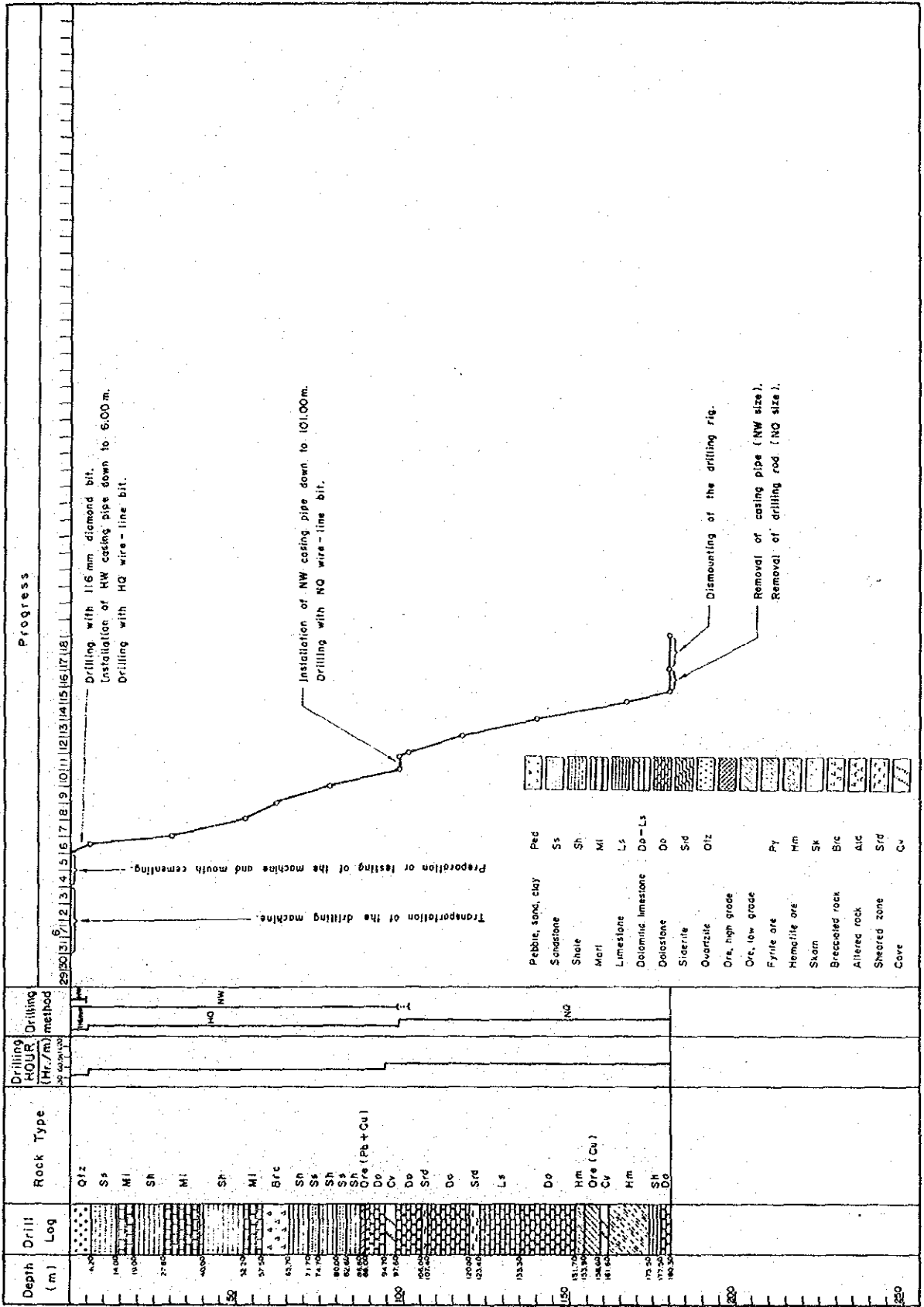


Fig. I - 2 PROGRESSIVE RECORD OF DIAMOND DRILLING. IC-11

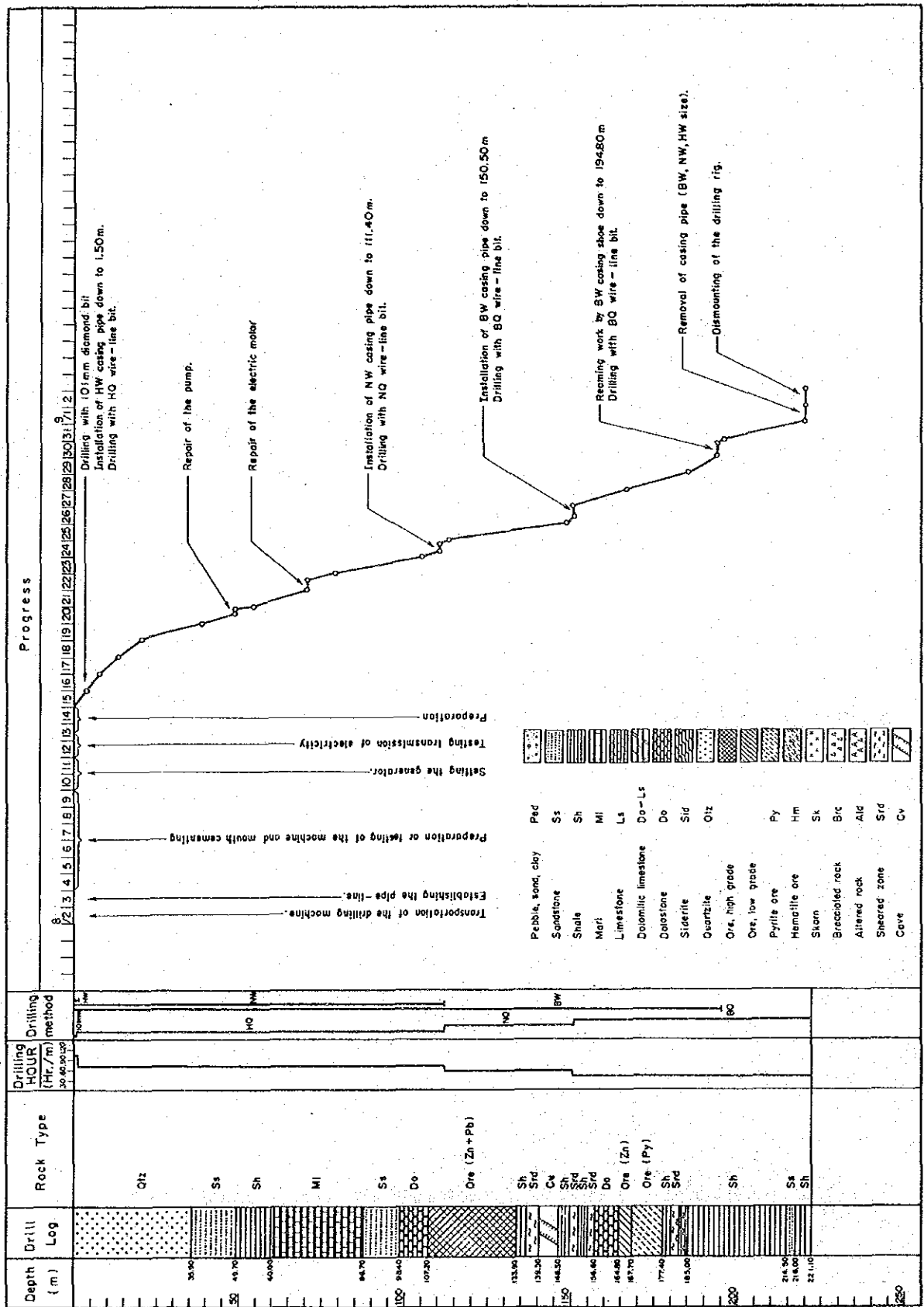


Fig. 1 - 3 PROGRESSIVE RECORD OF DIAMOND DRILLING. IC-12

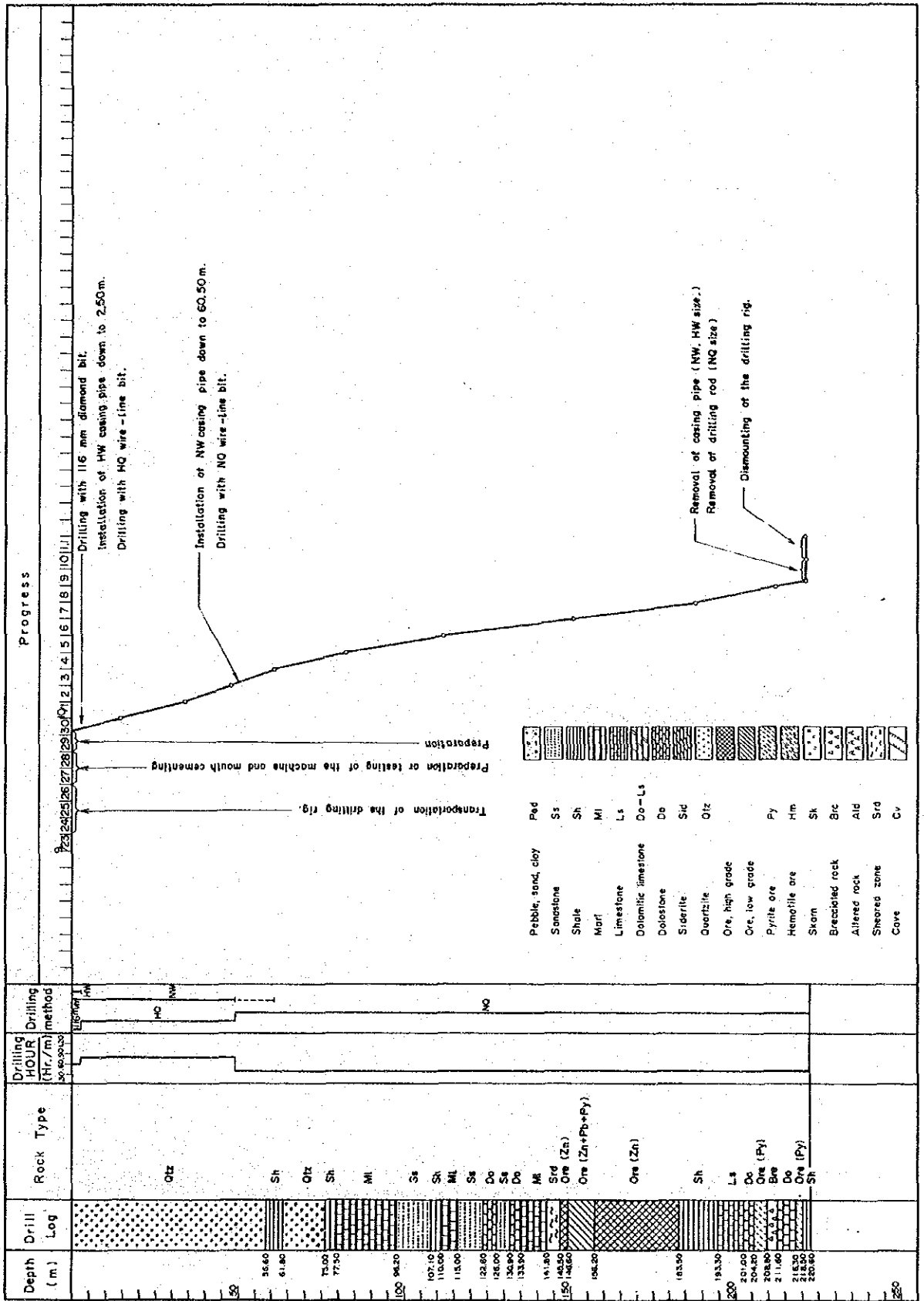


Fig. I -4 PROGRESSIVE RECORD OF DIAMOND DRILLING. IC-13

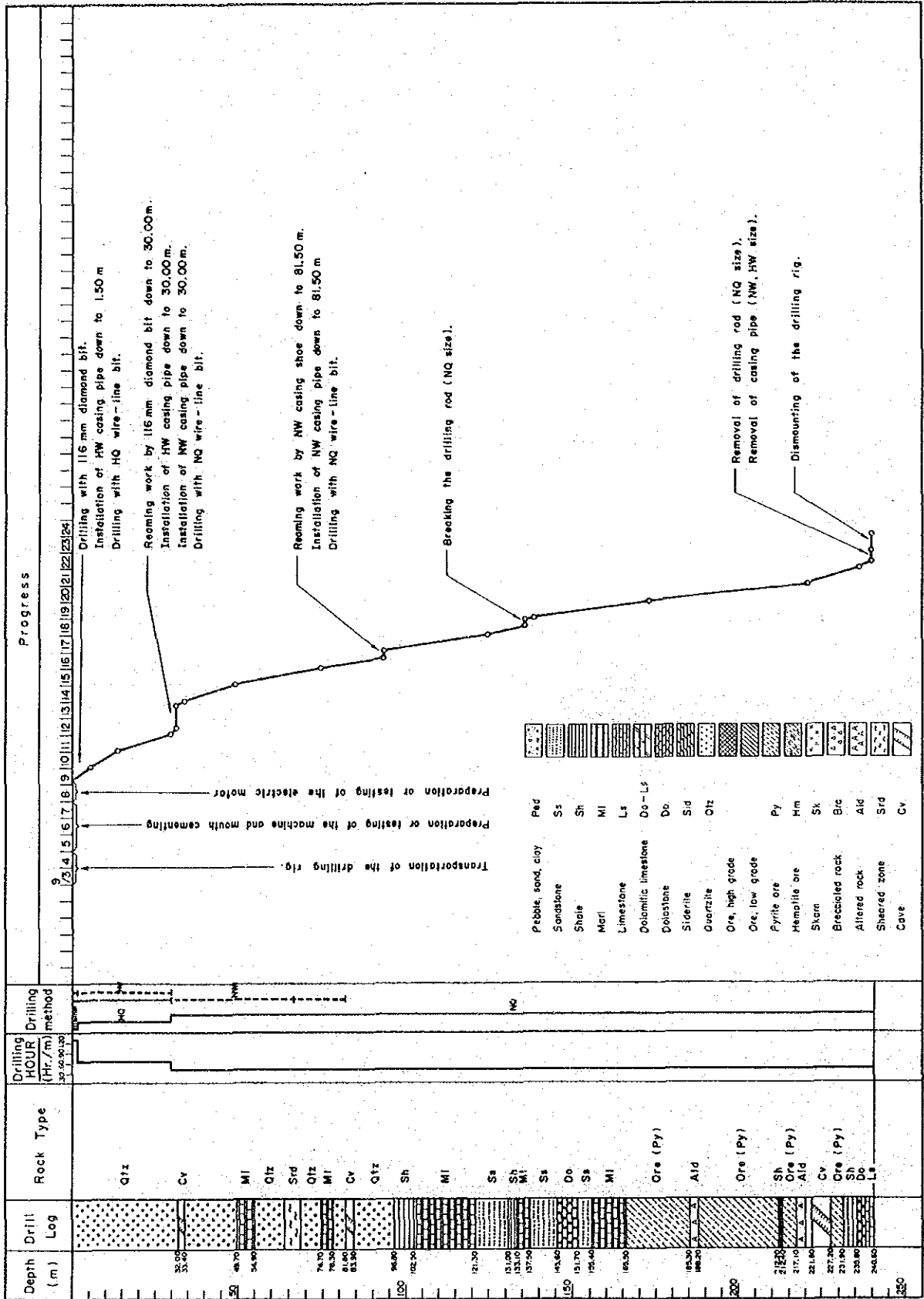


Fig. I - 5 PROGRESSIVE RECORD OF DIAMOND DRILLING. IC-14

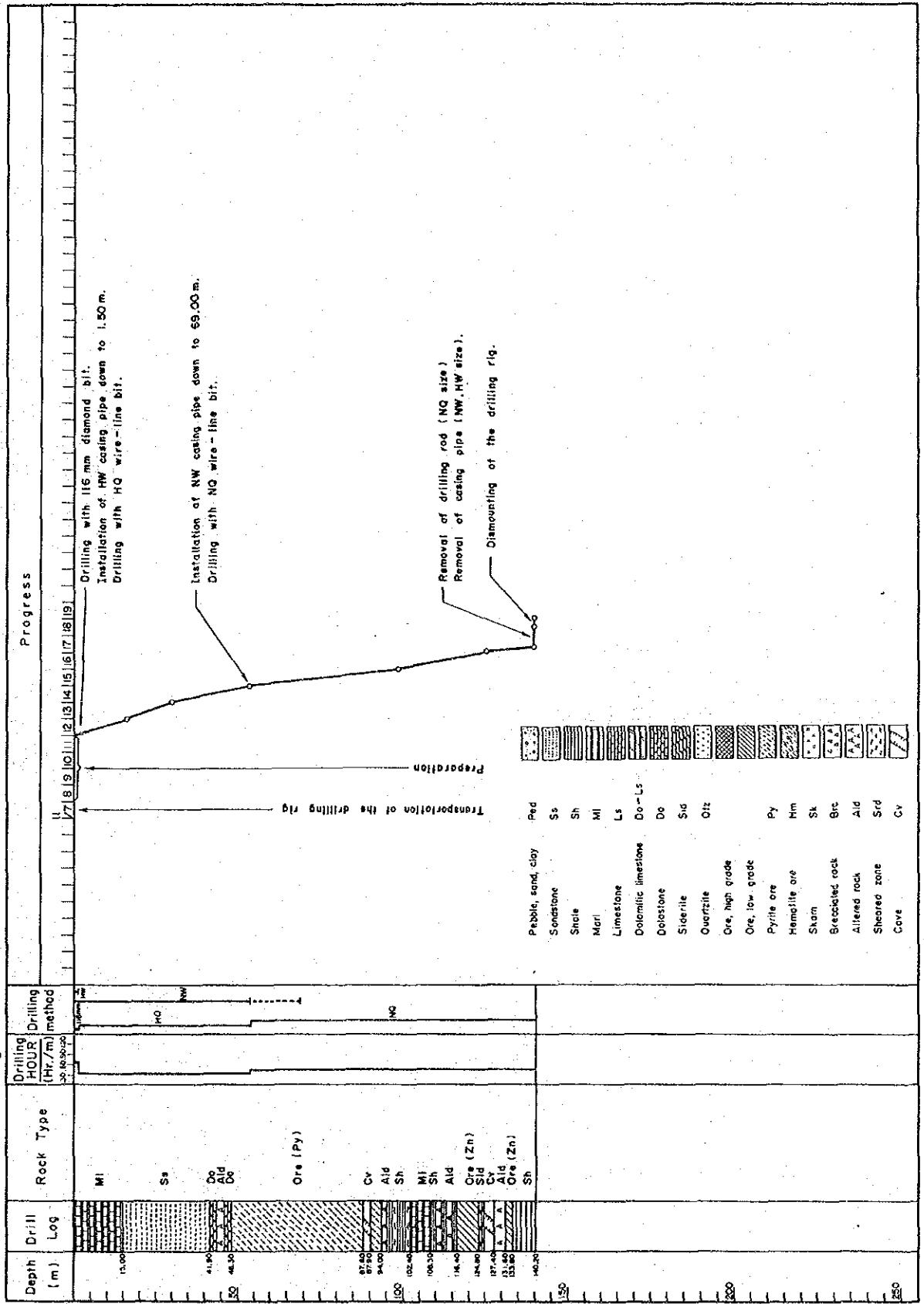


Fig. 1 - 6 PROGRESSIVE RECORD OF DIAMOND DRILLING. IC-15

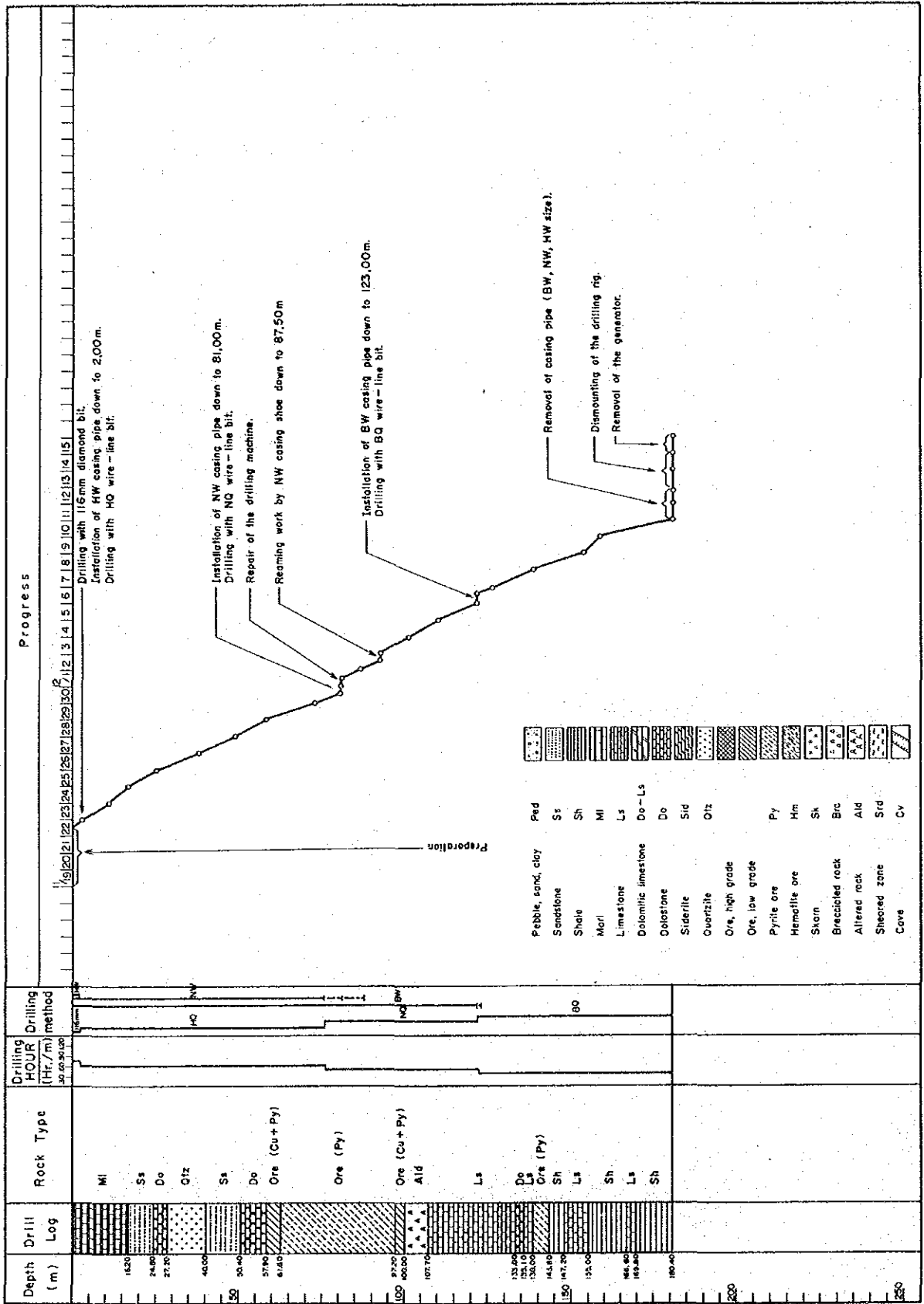


Fig. 1-7 PROGRESSIVE RECORD OF DIAMOND DRILLING. IC-16

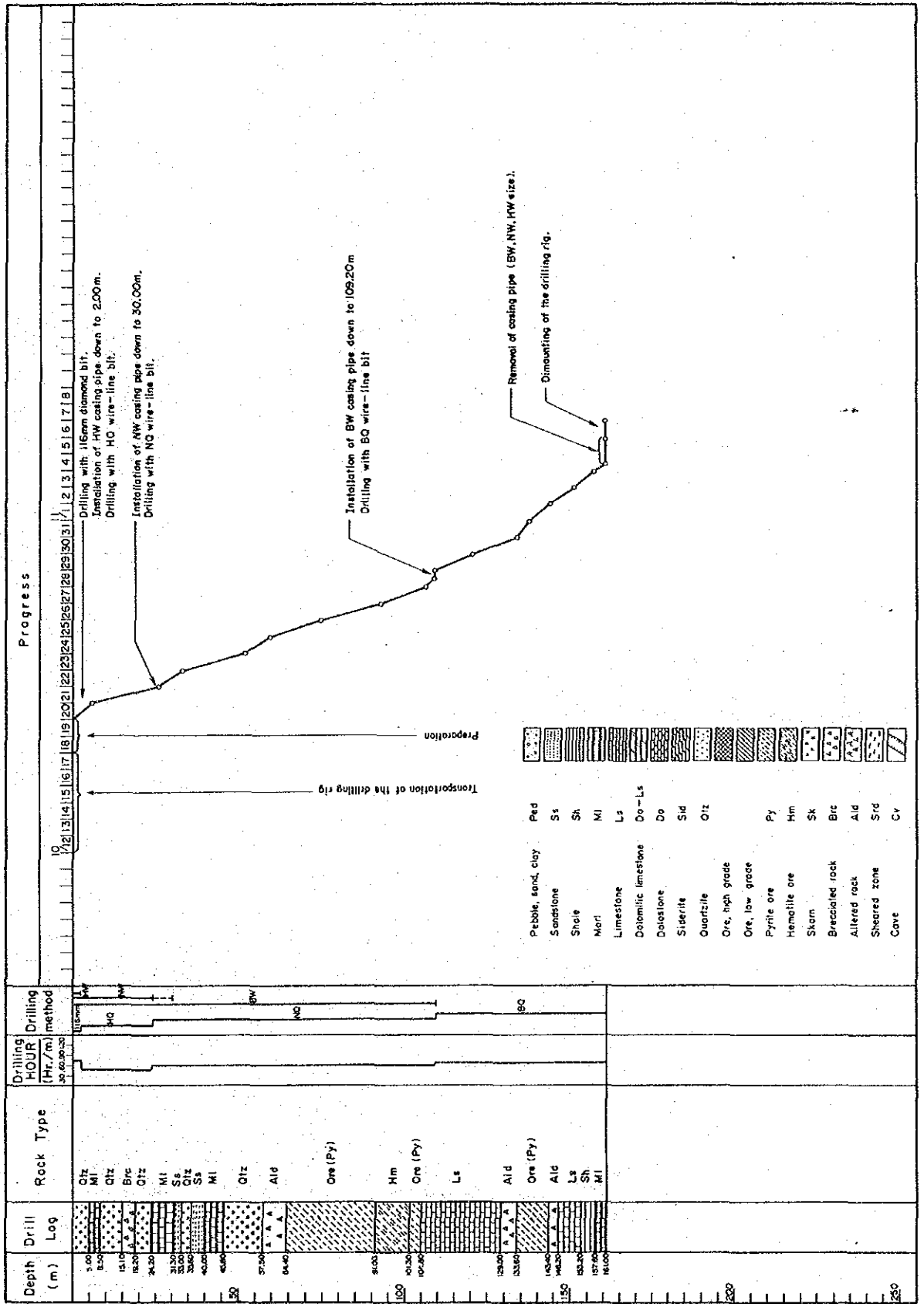


Fig. 1 - 8 PROGRESSIVE RECORD OF DIAMOND DRILLING. IC-17

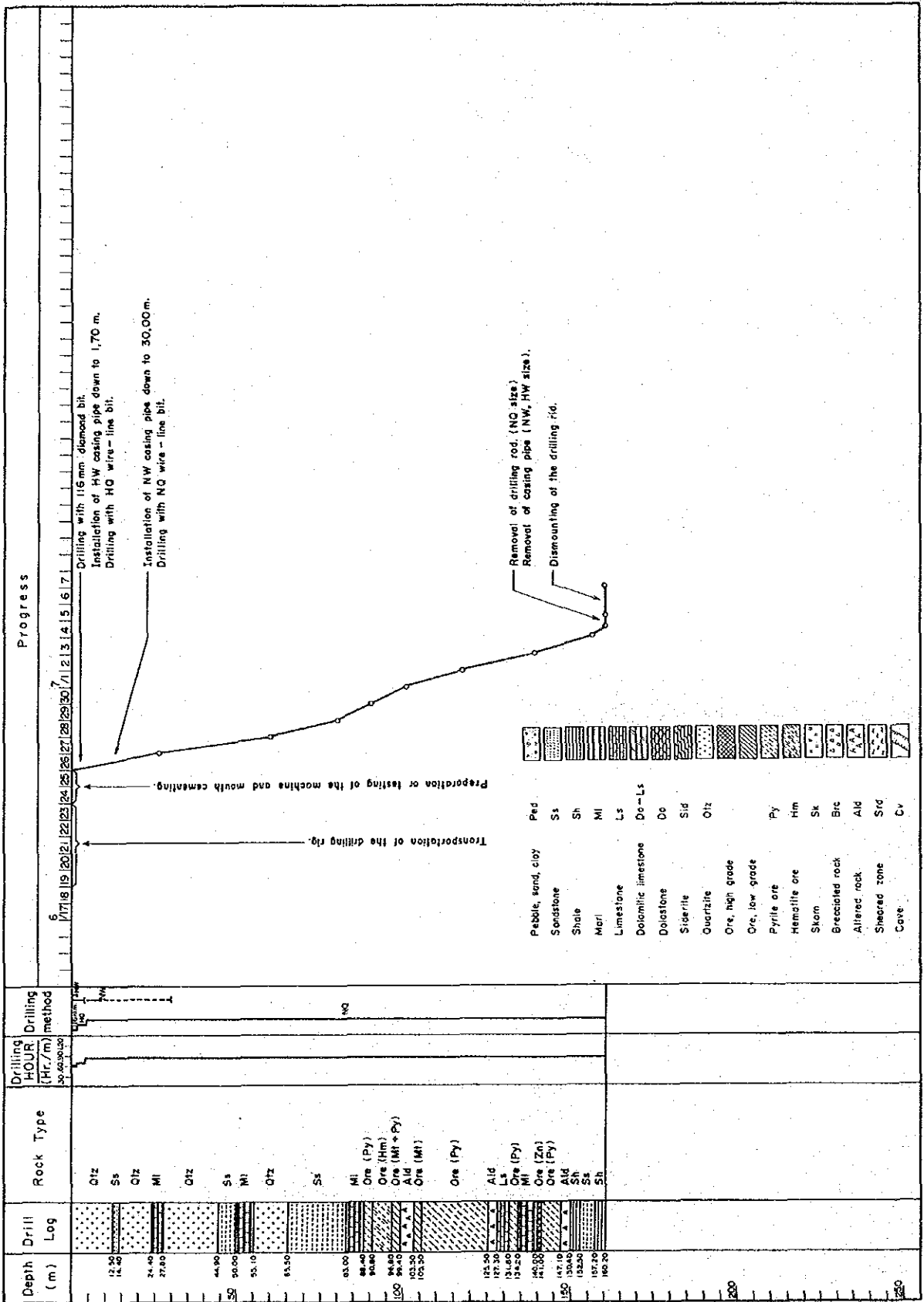


Fig. I -9 PROGRESSIVE RECORD OF DIAMOND DRILLING. IC-18

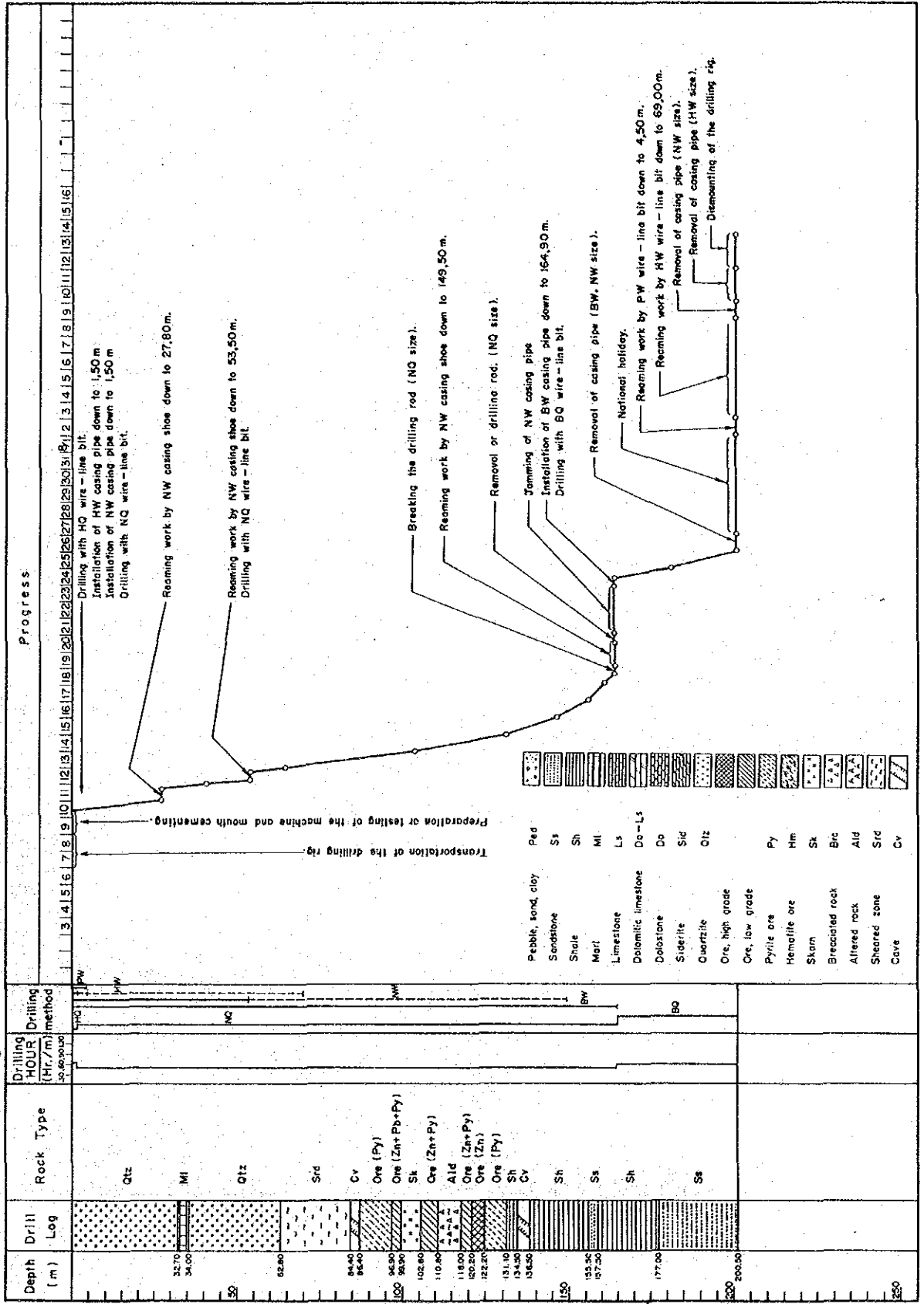
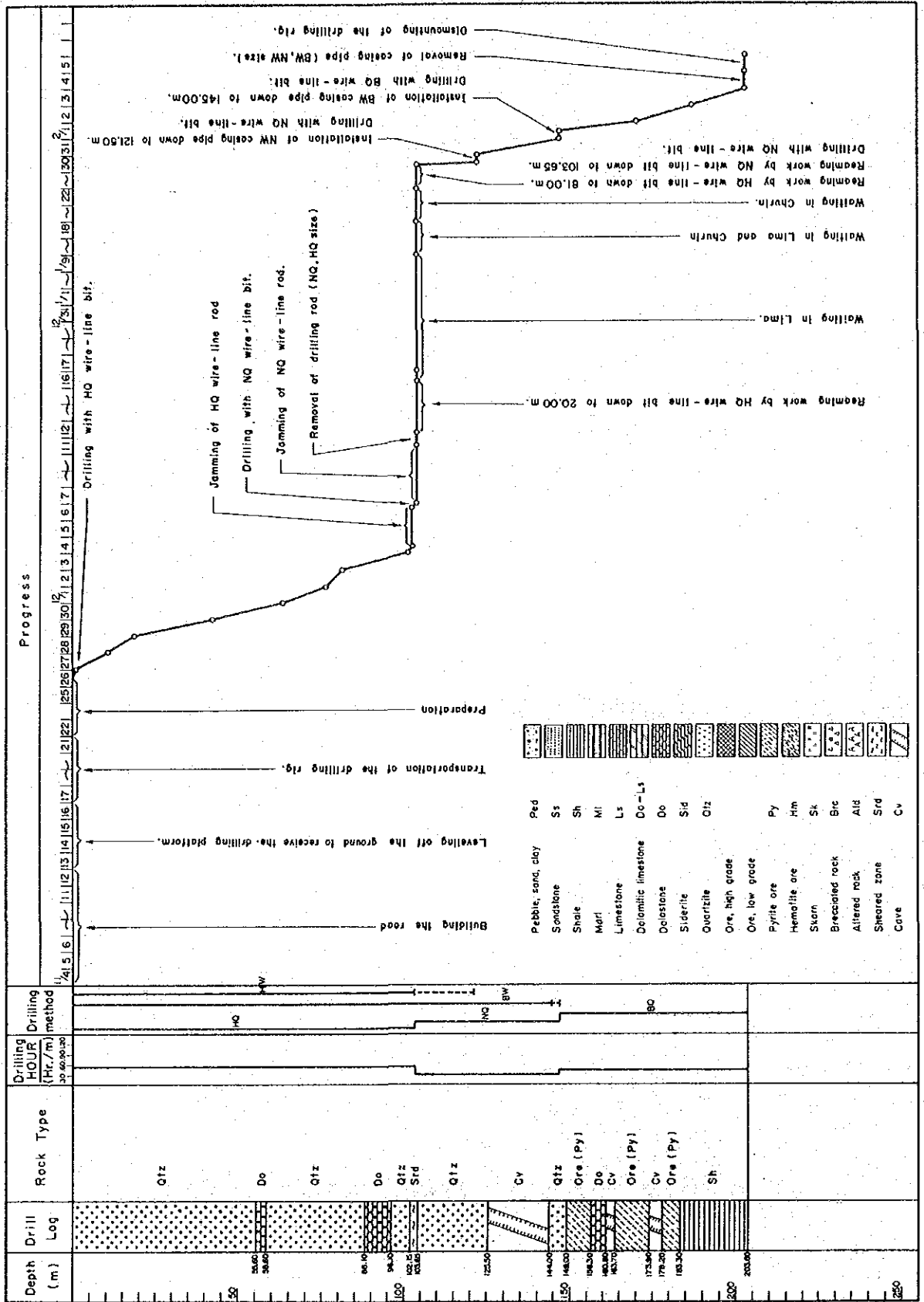


Fig. 1 - 10 PROGRESSIVE RECORD OF DIAMOND DRILLING. IC-19



第2章 ボーリング孔の地質及び鉱化作用

2-1 IC-10,

- (1) 目的：DDH-3とIC-1の中間部の探査を目的とする。
- (2) 位置：N坑坑口の西南西約100m地点（標高4,698m）での地表ボーリング。方位70°，傾斜-45°，掘進長180.3m。
- (3) 岩質：6.2mで着岩し，86.8mまでが頁岩・泥灰岩・砂岩互層より成るCarhuaz層である。86.8mよりSanta層である。151.7mまでが苦灰岩・石灰岩互層で頁岩薄層を挟む。151.7mから174.5mまで赤鉄鉱・黄鉄鉱でCuを鉱染する。174.5mから頁岩となり，孔底は苦灰岩である。
- (4) 鉱化作用・品位：苦灰岩及び菱鉄鉱はPb・Znを鉱染し，赤鉄鉱はCuを鉱染するが，いずれも微弱で特筆すべき鉱石部は認められない。

2-2 IC-11

- (1) 目的：N坑クロスカット-1に出現した黄鉄鉱鉱体の下部及びIC-2で捕捉したPb・Zn・Cu富鉱部の北部延長の探査。
- (2) 位置：N坑310m地点での坑内ボーリング。方位225°，傾斜-40°，掘進長221.1m。
- (3) 岩質：孔口より75.0mまでが珪岩を主とするChimu層，98.4mまでが砂岩・頁岩・泥灰岩より成るChimu層漸移帯である。98.4mでSanta層となり，107.2mまでが苦灰岩，107.2m-133.9m区間で，延長26.7mのPb・Zn高品位鉱体を捕捉した。164.8mまでが変質岩と苦灰岩，164.8m-177.4m間がZnを鉱染する黄鉄鉱である。185.2m以深は頁岩を主とするCarhuaz層である。
- (4) 鉱化作用・品位：高品位鉱石部の分析結果は次のとおりである。

深 度(m)	間隔(m)	サンプル数	Ag (g/t)	Cu ‰	Pb ‰	Zn ‰
107.2-115.4	8.2	5	39	0.05	4.44	7.97
115.4-124.5	9.1	9	47	0.05	1.38	39.16
124.5-133.9	9.4	5	25	0.04	3.94	19.00
平 均	26.7	19	38	0.04	3.16	22.69

- (5) 検討：前記鉱石部は多量の閃亜鉛鉱より成り，黄鉄鉱を斑点状，集合状に鉱染し，時に樹枝状集合体（dendritic aggregate）を包有する。検鏡によれば，他に少量の方鉛鉱・白鉄鉱・磁硫鉄鉱などが認められる。

本鉱石部の面構造の掘進方向に対する角度は，略50°（40°の余角）であるので，本鉱石

部の実厚は、 $26.7\text{m} \times \sin 50^\circ = 20.45\text{m}$

と推計される。

2-3 IC-12

- (1) 目的：N坑クロスカット-2に出現した黄鉄鉱体下部延長、及びIC-2とDDH-5で捕捉されたPb・Zn・Cu 富鉱部中間部の探査。
- (2) 位置：N坑引立(410m地点)での坑内ボーリング。
方位270°、傾斜-43°、掘進長220.6m。
- (3) 岩質：75.0mまでがChimu層珪岩で頁岩・泥灰岩を挟む。130.9mまでがChimu層漸移帯で砂岩・泥灰岩・苦灰岩互層である。130.9m以深がSanta層で、破碎された苦灰岩・石灰岩・泥灰岩・変質岩である。144.3m-183.5m区間で、延長39.5mのPb・Zn高品位鉱体を確認した。204.2m-208.8mの区間が磁硫鉄鉱、216.3m-218.5mの区間が黄鉄鉱であり、孔底は剝離質の頁岩である。
- (4) 鉱化作用・品位：延長39.5mにわたるPb・Zn濃集部の連続1m間隔サンプリングの分析結果は次のとおりである。

深 度(m)	間隔(m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
144.3-161.5	17.2	17	40	0.01	2.11	8.37
161.5-175.5	14.0	14	153	0.48	3.23	44.80
175.5-183.5	8.0	7	32	0.06	2.64	21.59
平 均	39.2	38	78	0.19	2.61	24.08

(5) 検 鏡 結 果

IC-12-156：磁硫鉄鉱を主とする。磁硫鉄鉱結晶間隙に閃亜鉛鉱・方鉛鉱が晶出している。磁硫鉄鉱中には黄鉄鉱粒が生じている。

IC-12-162：多量の閃亜鉛鉱より成る。閃亜鉛鉱中には黄鉄鉱粒が点在する。上記閃亜鉛鉱を切って、閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄鉄鉱が脈状に発達する。本鉱石は、肉眼的に黒褐色及び黄色～淡褐色、2種類の閃亜鉛鉱より成り、後者は前者中に細脈状に産出する。

IC-12-163：多量の閃亜鉛鉱より成る。閃亜鉛鉱中には細粒方鉛鉱及び自形黄鉄鉱粒が存在する。又、閃亜鉛鉱中には、磁硫鉄鉱の格子状の離溶構造(exsolution structure)が観察される。

IC-12-167：閃亜鉛鉱を主とし、少量の黄銅鉱・黄鉄鉱を含む。硫砒ニッケル鉱(Gersdorffite)の微粒が認められる。閃亜鉛鉱は無数の黄銅鉱微粒を含み顕著な離溶構造を示す。黄銅鉱は、閃亜鉛鉱中に微粒或は斑点状に産するが、黄鉄鉱とも密接に共存し、黄鉄

鉍粒の割れ目及び周辺部にも発達する。本鉍石は、肉眼的に帯緑暗灰色及び淡褐色、2種類の閃亜鉛鉍より成り、後者は前者中に細脈状をなす。前者は黄銅鉍の離溶構造を有する種類であると推定される。

IC-12-170：閃亜鉛鉍を主とする。閃亜鉛鉍は黄銅鉍微粒を無数に包有し、累帯構造を呈する。肉眼上の特徴は帯緑暗灰色である。

IC-12-174：多量の閃亜鉛鉍より成り、少量の方鉛鉍・黄鉄鉍を含む。方鉛鉍は閃亜鉛鉍中に斑状又は細粒状を呈する。黄鉄鉍は閃亜鉛鉍中に集合状を呈する。肉眼上の特徴は、黒褐色閃亜鉛鉍中に、方鉛鉍と黄鉄鉍が斑点状～集合状に存在する。

IC-12-178：多量の閃亜鉛鉍より成り、少量の方鉛鉍・黄鉄鉍を含む。

IC-12-183：閃亜鉛鉍を主とし、少量の方鉛鉍・黄鉄鉍・黄銅鉍・磁硫鉄鉍を含む。黄鉄鉍の一部に、同心円状のコロフォーム (colloform) 様リング構造或は溶食 (corrosion) 様構造が認められる。

(6) 検 討

X線回折分析によれば、本鉍石部は、主として閃亜鉛鉍より成り、脈石鉍物としては石英が主で、緑泥石・菱鉄鉍が認められる。

鉍石部の肉眼的特徴は、著しい角礫化作用 (brecciation) である。閃亜鉛鉍は角礫化した母岩を交代しており、更に角礫化した鉍石塊の間隙を鉍質の異なる閃亜鉛鉍が黄鉄鉍・方鉛鉍と共に沈積している。又、末鉍化の角礫が稀に包有されている。

本鉍石部の閃亜鉛鉍には、肉眼的に下記3種類の鉍質が認められる。

- a) 帯緑暗灰色閃亜鉛鉍：黄銅鉍微粒を無数に包有し、離溶構造を呈する。純度の高い閃亜鉛鉍単味鉍を形成し、Zn品位は40%から50%台に達する。
- b) 黒褐色閃亜鉛鉍：閃亜鉛鉍中のFe含有量は最も多いと推定される。黄鉄鉍・方鉛鉍を斑点状及び集合状に含有する。Zn品位は30%から40%台に達する。
- c) 黄色～淡褐色閃亜鉛鉍：淡色で透明度の高い種類でFe含有量は最も少ない。前記2種類の閃亜鉛鉍中に細脈及び鉍染状の産状を呈する。通常、自形黄鉄鉍粒・方鉛鉍を共生する。黄鉄鉍についても、次のような産状の違いが認められる。
 - a) 角礫状を呈し、割れ目に沿って閃亜鉛鉍に沈澱・交代される黄鉄鉍。
 - b) 塊状閃亜鉛鉍中に斑点状及び集合状を呈し、閃亜鉛鉍に溶食、交代される黄鉄鉍。
 - c) 塊状閃亜鉛鉍中に樹枝状 (dendric) 集合体をなす黄鉄鉍。
 - d) 方鉛鉍・閃亜鉛鉍・黄銅鉍などと共に脈状産状を示す黄鉄鉍で、通常自形を示す。

上述の鉍石鉍物及び鉍床に関する諸特徴から、本鉍床について、次の性質が考察される。

- (1) 鉍化作用期間中、著しい構造運動を蒙ったこと。
- (2) 鉍化作用に少なくとも2～3回の段階があったこと。

(3) 比較的低温状態で、鉍石鉍物が比較的短期間に急激に沈積したらしいこと。

(4) 破碎作用 (brecciation, fracturing) が、鉍化作用と密接に係わり合っていること。

(7) 鉍石部の規模

本鉍石部の面構造の掘進方向に対する角度は、略 55° (35° の余角) であり、本鉍石部の実厚は、

$$39.2 \text{ m} \times \sin 55^\circ = 32.11 \text{ m}$$

と推計される。

2-4 IC-13

(1) 目的：DDH-5 で捕捉された富鉍部南延長の探査。

(2) 位置：N坑引立での坑内ボーリング。方位 215° ，傾斜 -43° ，掘進長 240.6 m 。

(3) 岩質： 96.8 m までが珪岩を主とするChimu層， 155.4 m までが砂岩・泥灰岩・頁岩・苦灰岩互層のChimu層漸移帯である。 155.4 m 以深がSanta層で， 165.5 m までが石灰岩・苦灰岩・泥灰岩， 165.5 m — 231.9 m 区間の延長 66.5 m が塊状黄鉄鉍である。 231.9 m 以深は頁岩・苦灰岩・石灰岩互層である。

(4) 鉍化作用・品位：Santa層はほぼ全面的に塊状黄鉄鉍により交代されているが，Zn・Cuの顕著な鉍染は認められない。

2-5 IC-14

(1) 目的：DDH-6 で捕捉された Zn 鉍石部の北部延長の探査。

(2) 位置：S坑710m地点の坑内ボーリング。方位 270° ，傾斜 -30° ，掘進長 140.2 m 。

(3) 岩質： 43.8 m までがChimu層漸移帯で砂岩・泥灰岩互層である。 43.8 m よりSanta層である。 48.3 m — 94.0 m 区間の延長 45.7 m が塊状黄鉄鉍である。 100.7 m — 133.8 m 間に5層のZn 鉍石部を認め、最も顕著なのは、 113.9 m — 123.7 m 間で延長 9.8 m に達する。 133.8 m 以深はCarhuaz層頁岩である。

(4) 鉍化作用・品位：鉍石部の分析結果は次のとおりである。

深 度(m)	間隔(m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu%	Pb%	Zn%
100.7—102.4	1.7	1	30	0.43	0.02	17.50
107.1—113.9	6.8	4	18	0.05	0.04	9.90
113.9—123.7	9.8	9	42	0.27	0.19	21.56
131.6—133.8	2.2	2	28	0.28	0.06	31.00

107.1 m — 123.7 m 区間 16.6 m 間の平均品位は、Ag 32 g/t ，Cu 0.18% ，Pb 0.13% ，

Zn 16.78%である。

- (5) 検討：鉍石部 (IC-14-115) の X線回折分析によれば、主要変質鉍物は絹雲母・石英・緑泥石である。研磨片顕微鏡観察によれば、閃亜鉛鉍と磁硫鉄鉍は密接に共生し、閃亜鉛鉍は黄銅鉍微粒を包有する。

2-6 IC-15

- (1) 目的：DDH-6とIC-4中間部のCu鉍の探査。
- (2) 位置：S坑710m地点での坑内ボーリング。方位210°，傾斜-30°，掘進長180.4m。
- (3) 岩質：50.4mまでが砂岩・泥灰岩・苦灰岩より成るChimu層漸移帯である。50.4m-155.0m間がSanta層で、未鉍化部は頁岩薄層を挟む石灰岩である。57.9m-93.2m間が塊状黄鉄鉍で黄銅鉍・輝銅鉍を鉍染する。93.2m-100.2m間が赤鉄鉍でCuを鉍染する。138.0m-143.8m間は黄鉄鉍・磁硫鉄鉍でPb・Znを鉍染する。155.0m以深は頁岩を主とするCarhuaz層である。
- (4) 鉍化作用・品位：塊状黄鉄鉍は、一部に硫砒銅鉍(enargite)・黄銅鉍・輝銅鉍などの銅鉍物を鉍染するが、濃集部は局部的である。
- (5) 検討：IC-15-086の検鏡によれば、本研磨片には多量の硫砒銅鉍が認められる。硫砒銅鉍は、黄鉄鉍・黄銅鉍・斑銅鉍と共生しており、一部に銅藍が生じている。

2-7 IC-16

- (1) 目的：IC-4とIC-5中間部のCu鉍の探査。
- (2) 位置：S坑507m地点での坑内ボーリング。方位250°，傾斜-30°，掘進長161.0m。
- (3) 岩質：24.2mまでが珩岩を主とするChimu層，57.5mまでが砂岩・泥灰岩・苦灰岩より成るChimu層漸移帯である。57.5mでSanta層に入り，64.4m-91.0m間が黄鉄鉍，91.0m-101.3m間が鏡鉄鉍，133.6m-143.4m間が輝銅鉍を鉍染する黄鉄鉍である。未鉍化部は頁岩薄層を挟む石灰岩である。153.2m以深は頁岩を主とするCarhuaz層である。
- (4) 鉍化作用・品位：鉍化作用は、黄鉄鉍化と赤鉄鉍化が主体で、顕著な鉍石部は認められない。

2-8 IC-17

- (1) 目的：リンベ南地区，DDH-7で捕捉されたCu・Znスカルン鉍床北部延長の探査。
- (2) 位置：DDH-7の北方約100m地点(標高4,617m)での地表ボーリング。方位250°，傾斜-70°，掘進長160.2m。
- (3) 岩質：孔口より88.4mまでがChimu層であり，44.9mまでが主に珩岩より成り，44.9

m以深が砂岩・珪岩・泥灰岩互層で著しく破碎されている。88.4 mでSanta層となり、89.5 m—99.4 m間が赤鉄鉱・磁鉄鉱・黄鉄鉱、105.5 m—125.5 m間が黄鉄鉱である。末鉱化部は石灰岩・泥灰岩である。128 m付近及び140 m付近に閃亜鉛鉱の濃集が認められる。149.0 m以深は頁岩・砂岩より成るCarhuaz層である。

- (4) 鉱化作用・品位：磁鉄鉱・赤鉄鉱は黄銅鉱を鉱染している。石灰岩・泥灰岩中には、小規模ながら閃亜鉛鉱濃集部が認められた。主な鉱石部の分析結果は次のとおりである。

深 度(m)	間隔(m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu%	Pb%	Zn%
94.8—99.5	4.7	3	11	1.25	0.00	0.09
127.3—127.7	0.4	1	11	9.00	0.00	38.40
140.0—141.0	1.0	1	8	0.42	0.00	22.00

- (5) 検討：検鏡(IC-17-098)によれば、磁鉄鉱は黄鉄鉱・黄銅鉱の微細な帯を挟み、縞状を呈する。赤鉄鉱は磁鉄鉱を交代したものと思われる。

2-9 IC-18

- (1) 目的：リンベ南地区、スカルン鉱床帯の探査。
- (2) 位置：DDH-7の南東約110 m地点(標高4,680 m)での地表ボーリング。方位250°、傾斜—50°、掘進長200.5 m。
- (3) 岩質：孔口より70.4 mまでがChimu層珪岩である。70.4 m—86.4 m間は赤褐色のゴッサンより成る断層破碎帯である。86.4 m以深、131.1 mまでがSanta層である。Santa層は全面的に鉱化変質され、一部に透角閃石(tremolite)が生じている。86.4 m—99.9 m間が黄鉄鉱でCu・Znを鉱染している。102.8 m—126.8 m区間で、延長24 mのZn鉱石部が捕捉された。131.1 m以深は頁岩・砂岩より成るCarhuaz層である。
- (4) 鉱化作用・品位：主要鉱石部の分析結果は下記のとおり。

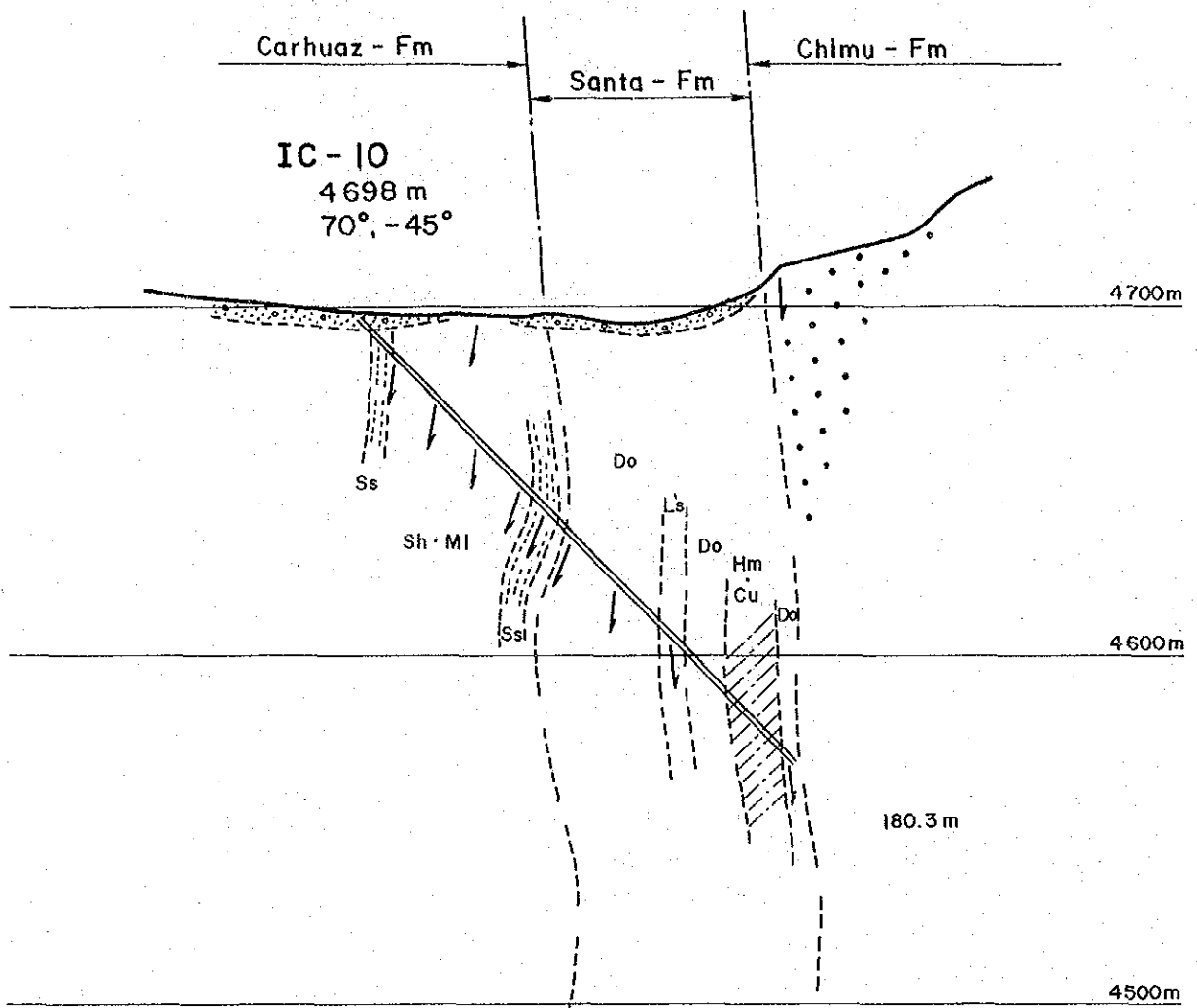
深 度(m)	間隔(m)	サンプル数	Ag(g/t)	Cu%	Pb%	Zn%
96.9—101.8	4.9	3	22	2.86	0.03	21.60
101.8—110.8	9.0	9	9	0.90	0.01	28.89
110.8—125.5	14.7	10	7	0.97	0.01	12.24
平 均	28.6	22	8	1.32	0.01	19.79






- (5) 検討：本鉱石部には、肉眼的に透角閃石(tremolite)などのスカルン鉱物が認められる。しかしX線回折結果(IC-18-099)では透角閃石は検出されず、滑石(talc)・緑泥石・石英が主要な脈石鉱物である。後退(retrogressive)変質作用により、透角閃石は仮像

(pseudomorph)で、その成分は滑石などに置換されたものと思われる。なお、閃亜鉛鉱・黄鉄鉱濃集部は著しく角礫質であり、閃亜鉛鉱は黄鉄鉱角礫の間隙を埋めて賦存する。

2-10 IC-19

- (1) 目的：リンベ南地区，スカルン鉱床帯の探査。
- (2) 位置：DDH-7の南東約320 mの地点（標高4,694 m）での地表ボーリング。方位250°，傾斜-50°，掘進長203.6 m。
- (3) 岩質：孔口より127.6 mまでがChimu 層珪岩である。127.6 m-149.0 mの21.4 m間
が断層破砕帯で，149.0 m-187.0 mの38 m間が変質岩及び黄鉄鉱より成るSanta 層である，187.0 m以深は主に変質頁岩より成るCarhuaz 層である。
- (4) 鉱化作用・品位：弱いZn・Cuの鉱染を認めるのみであった。



Zn : Zn ore	Qtz : Quartzite	 High-grade Pb-Zn ore
Pb : Pb ore	Ss : Sandstone	 Low-grade Pb-Zn ore
Cu : Cu ore	Sh : Shale	 Cu ore
Hm : Hematite	MI : Marlstone	 Hematite ore
Py : Pyrite	Do : Dolostone	 Pyrite ore
Gs : Gossan	Ls : Limestone	
Brc : Brecciated rock	Alt : Alternation	
A : Altered rock		
Sk : Skarn		
Po : Pyrrhotite		

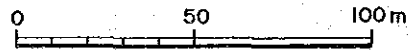


Fig. I - II Geological Section for IC - 10

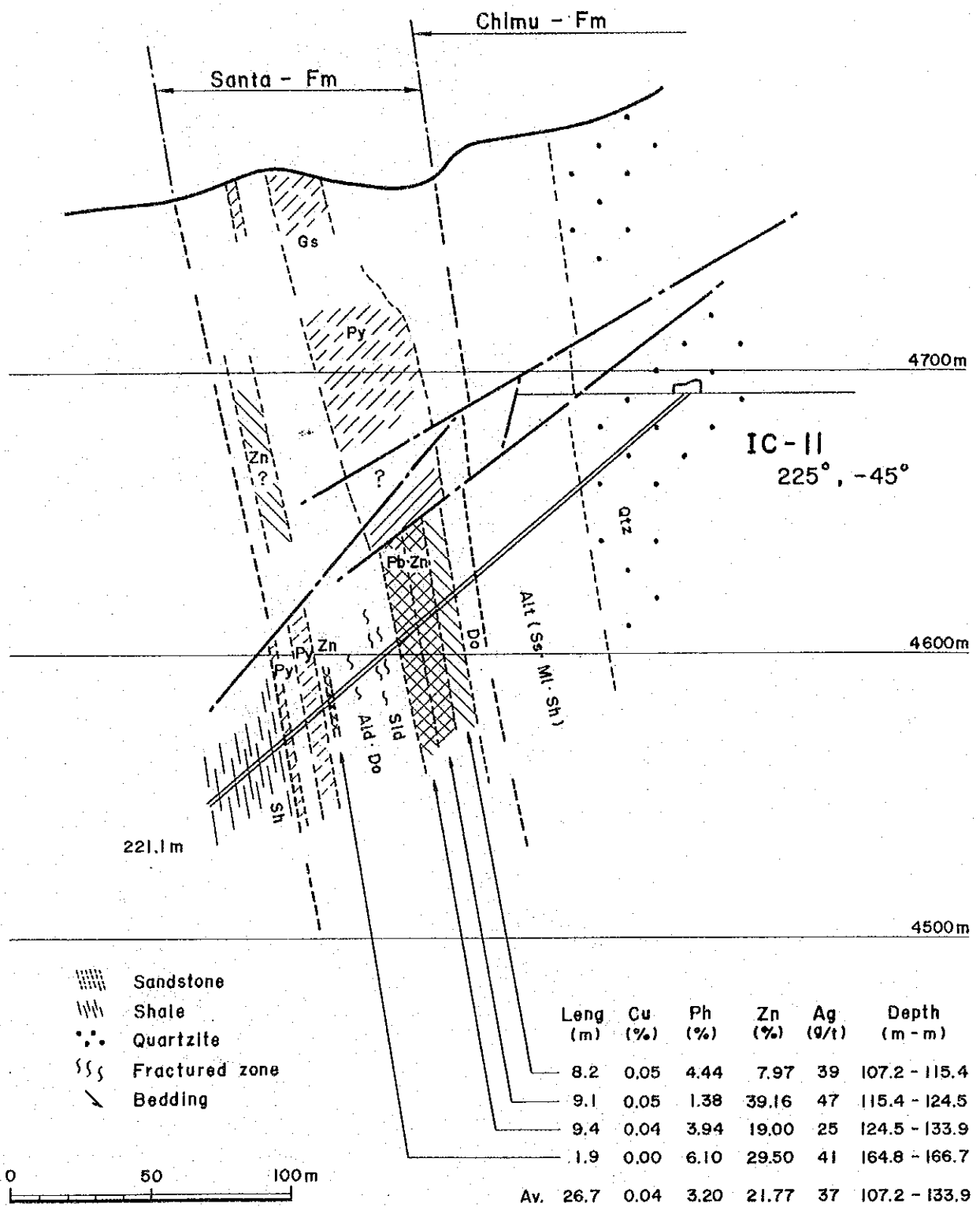


Fig. I-12 Geological Section for IC-II

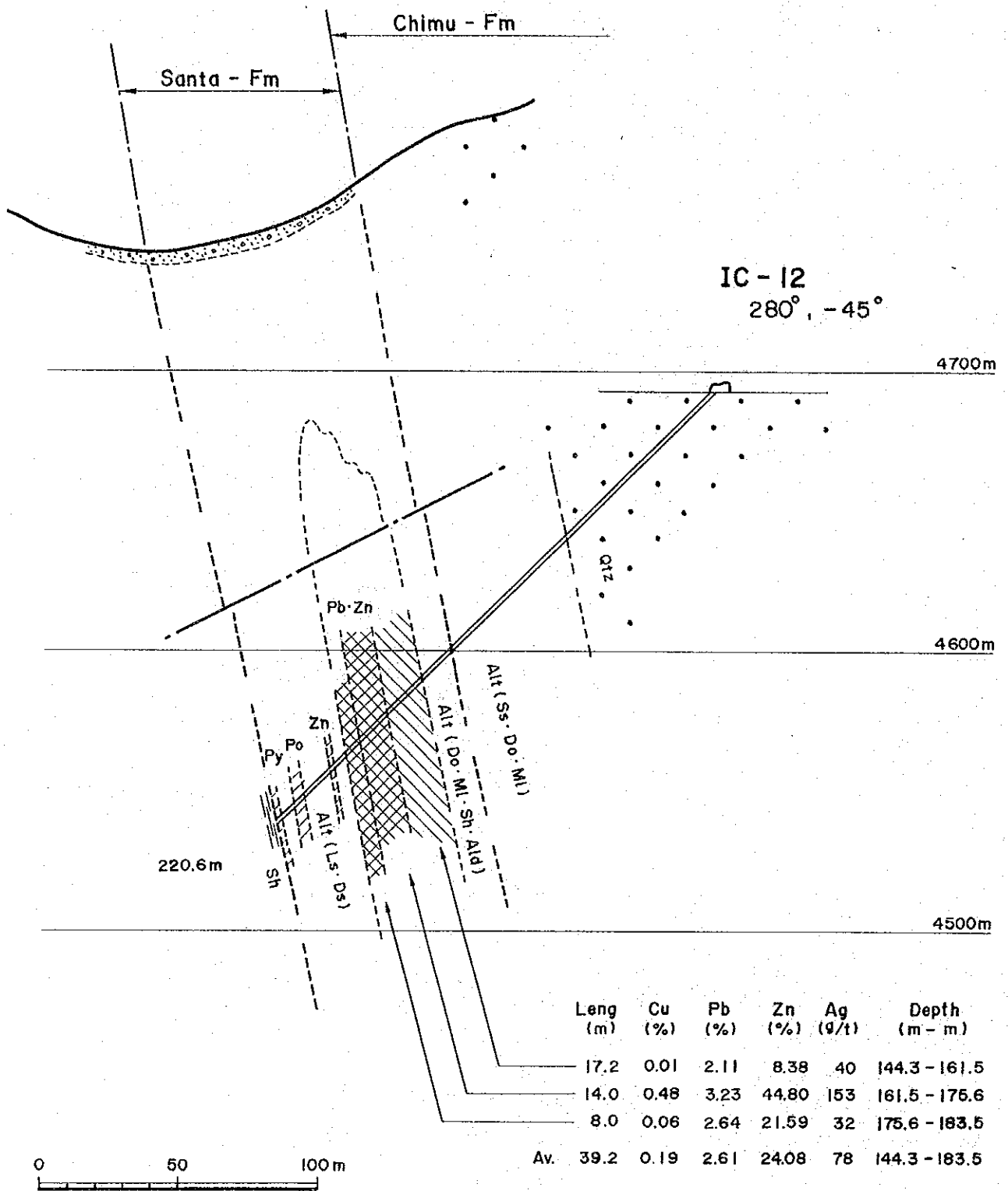


Fig. I - 13 Geological Section for IC - 12

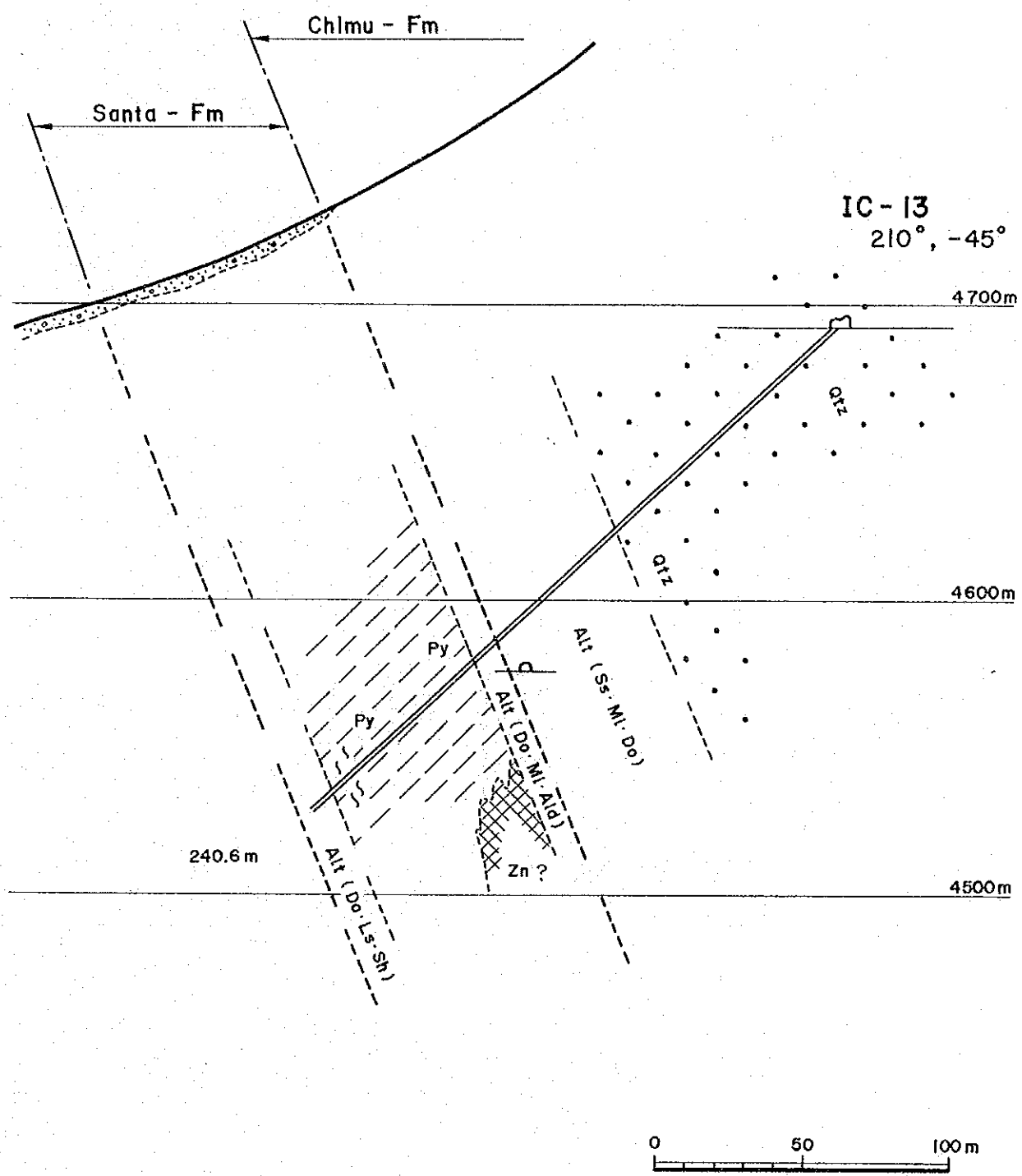


Fig. 1-14 Geological Section for IC-13

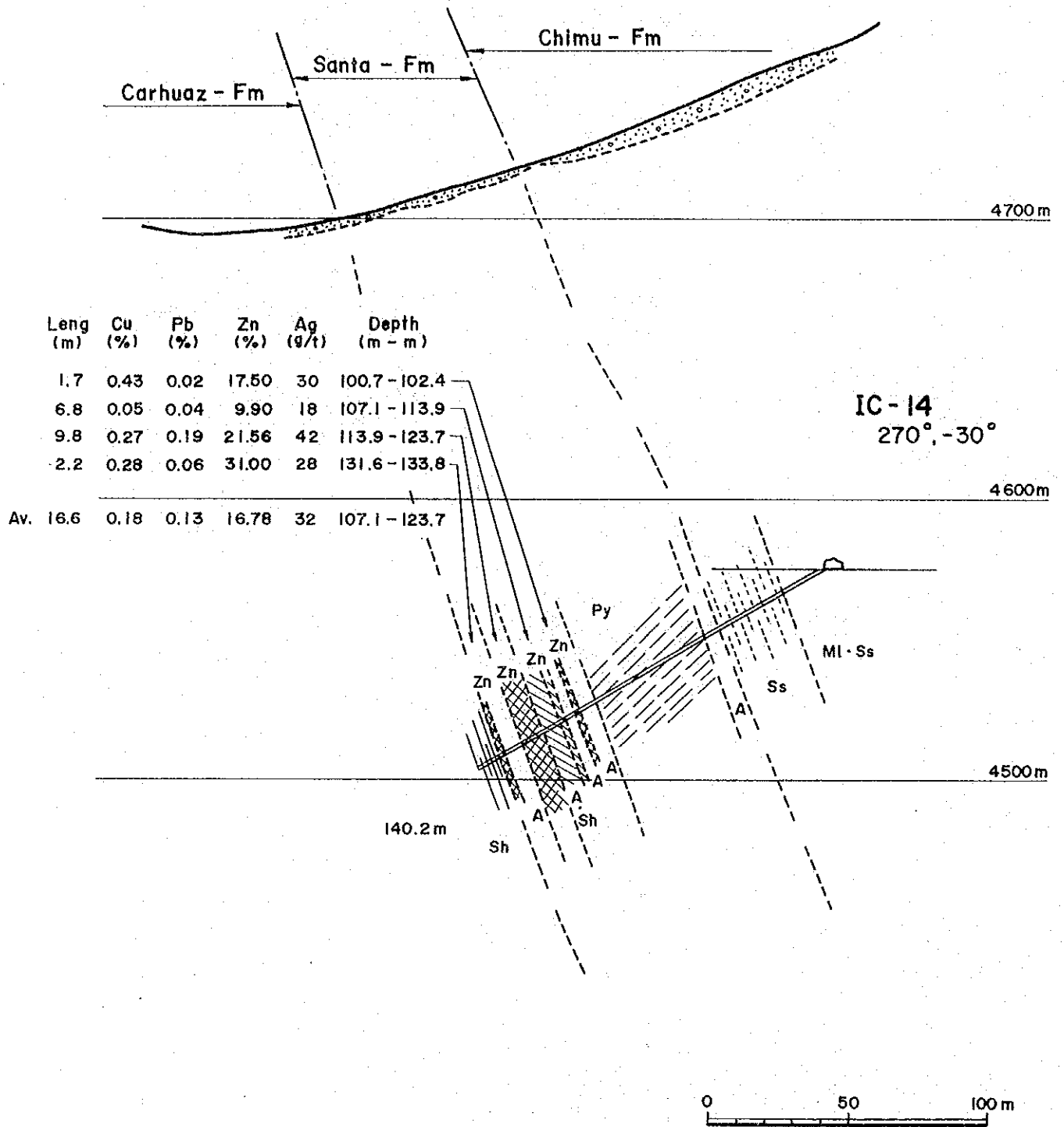


Fig. I-15 Geological Section for IC-14

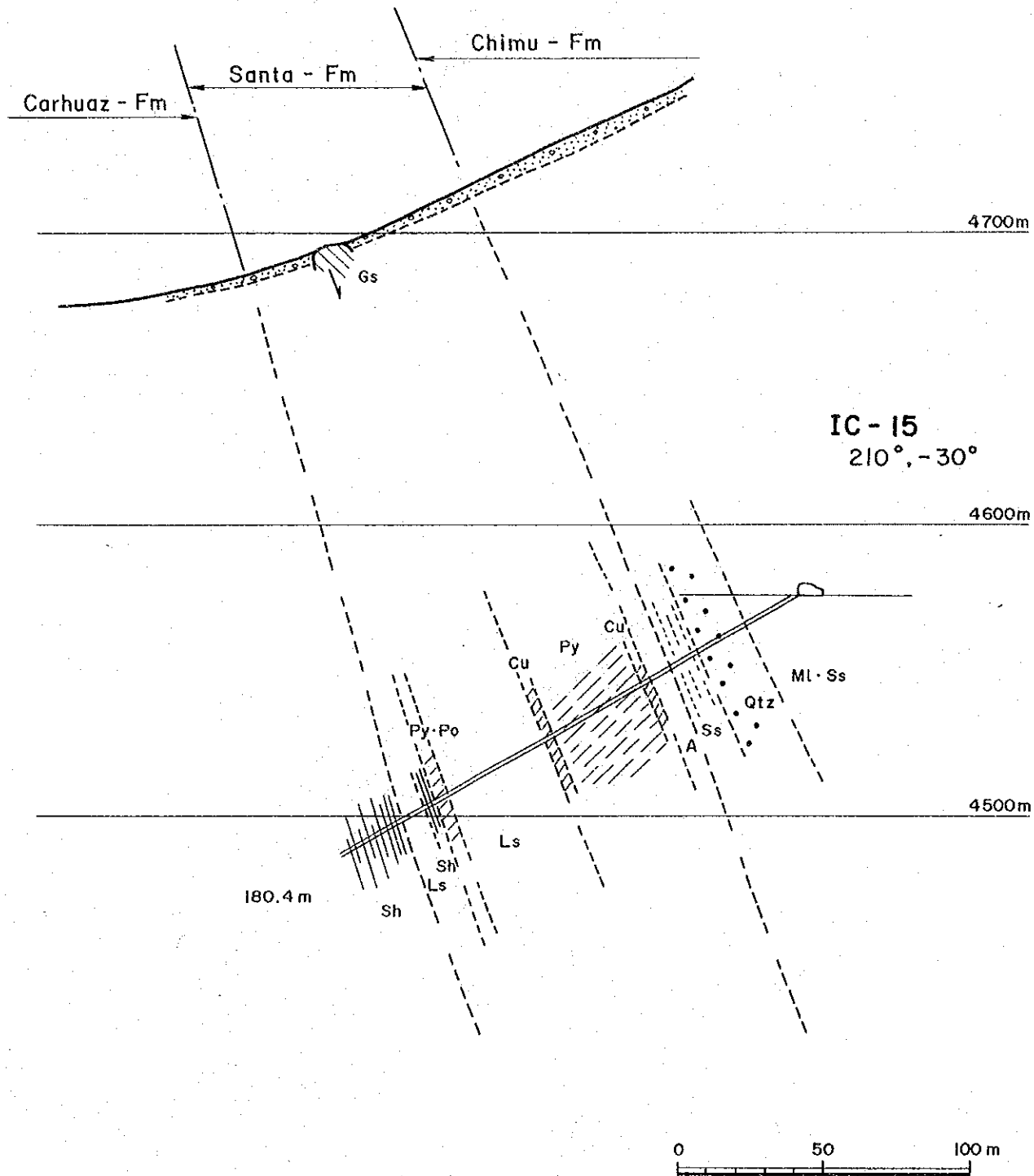


Fig. I-16 Geological Section for IC-15

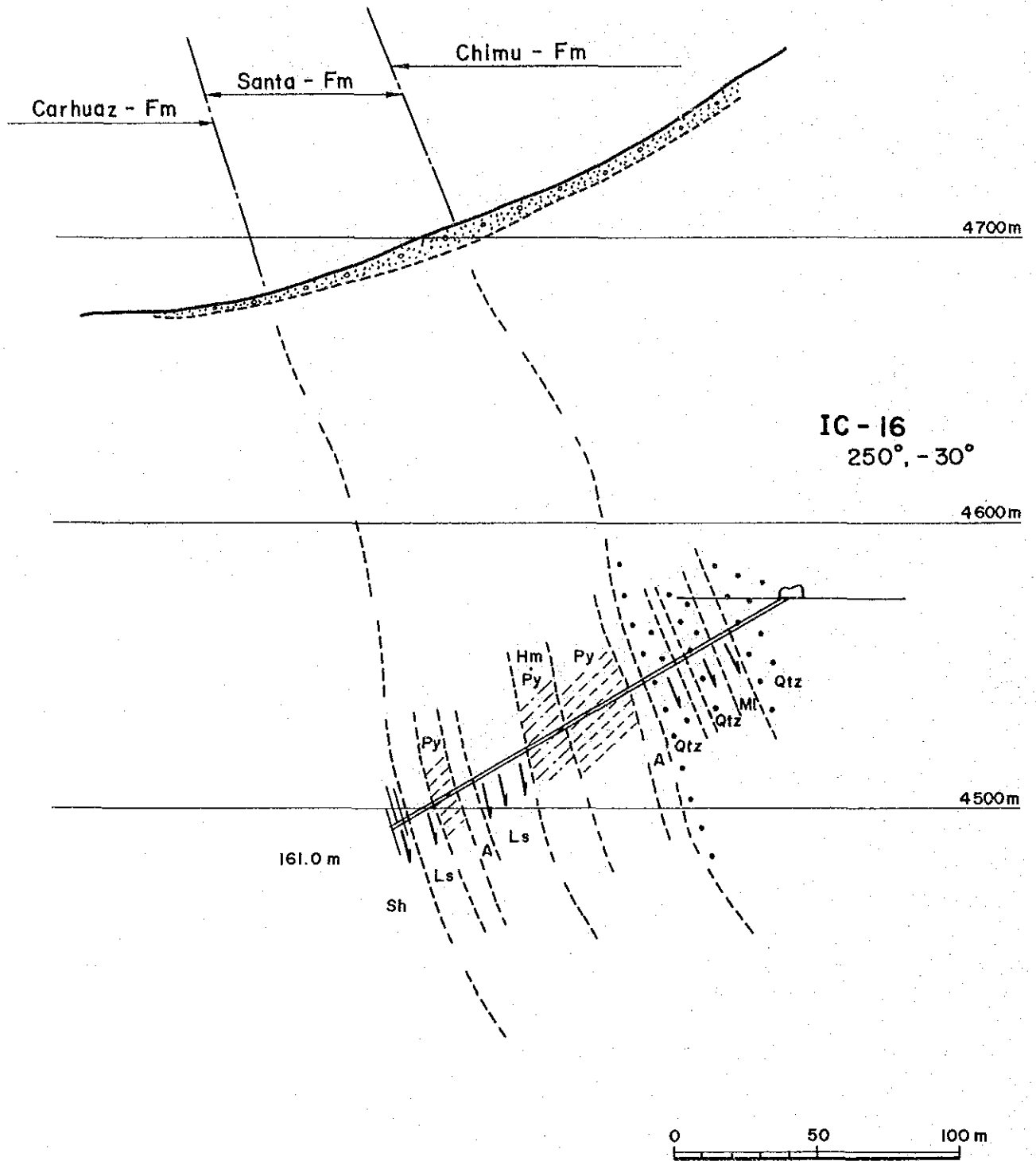


Fig. I-17 Geological Section for IC-16

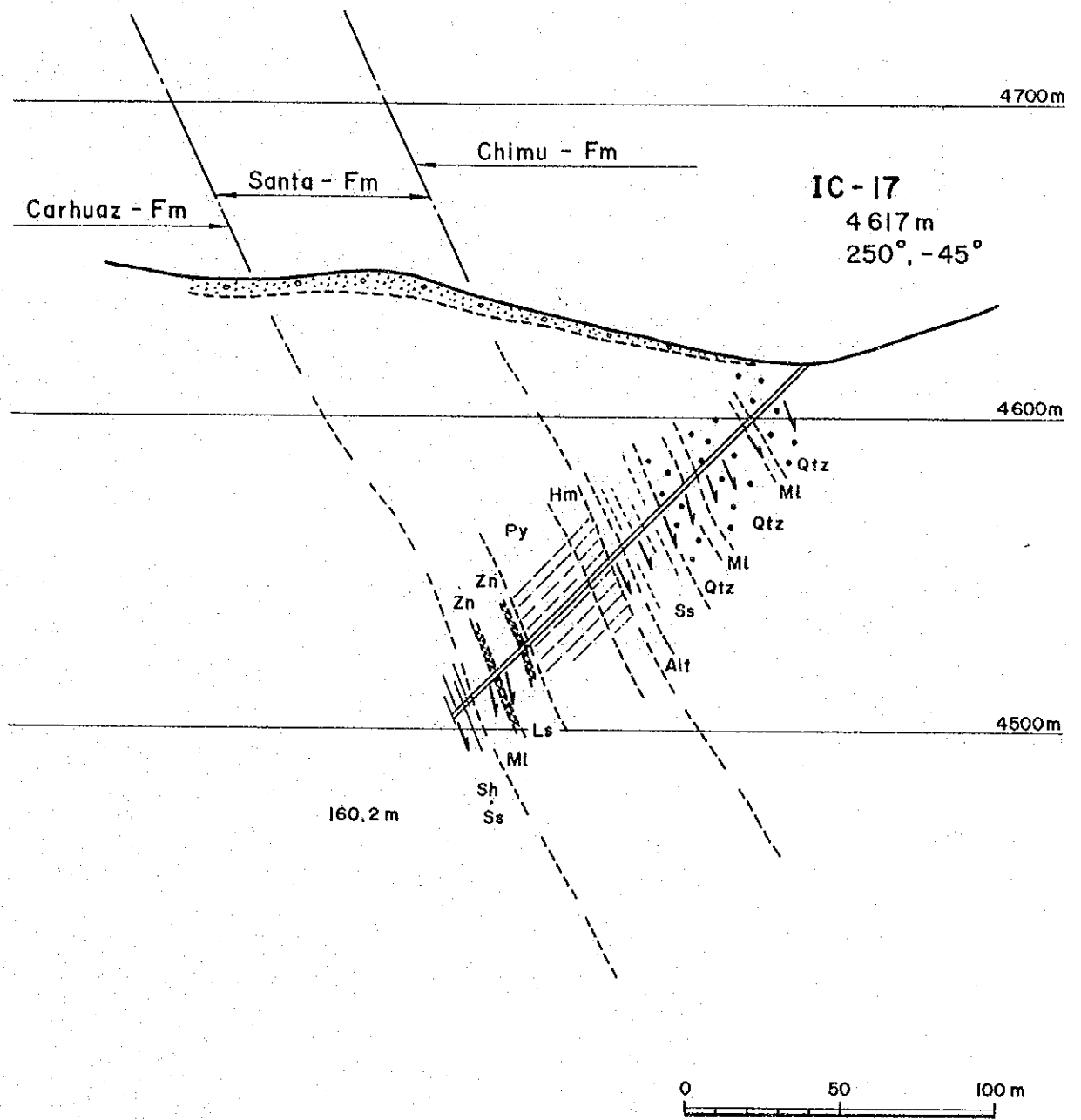


Fig. I-18 Geological Section for IC-17

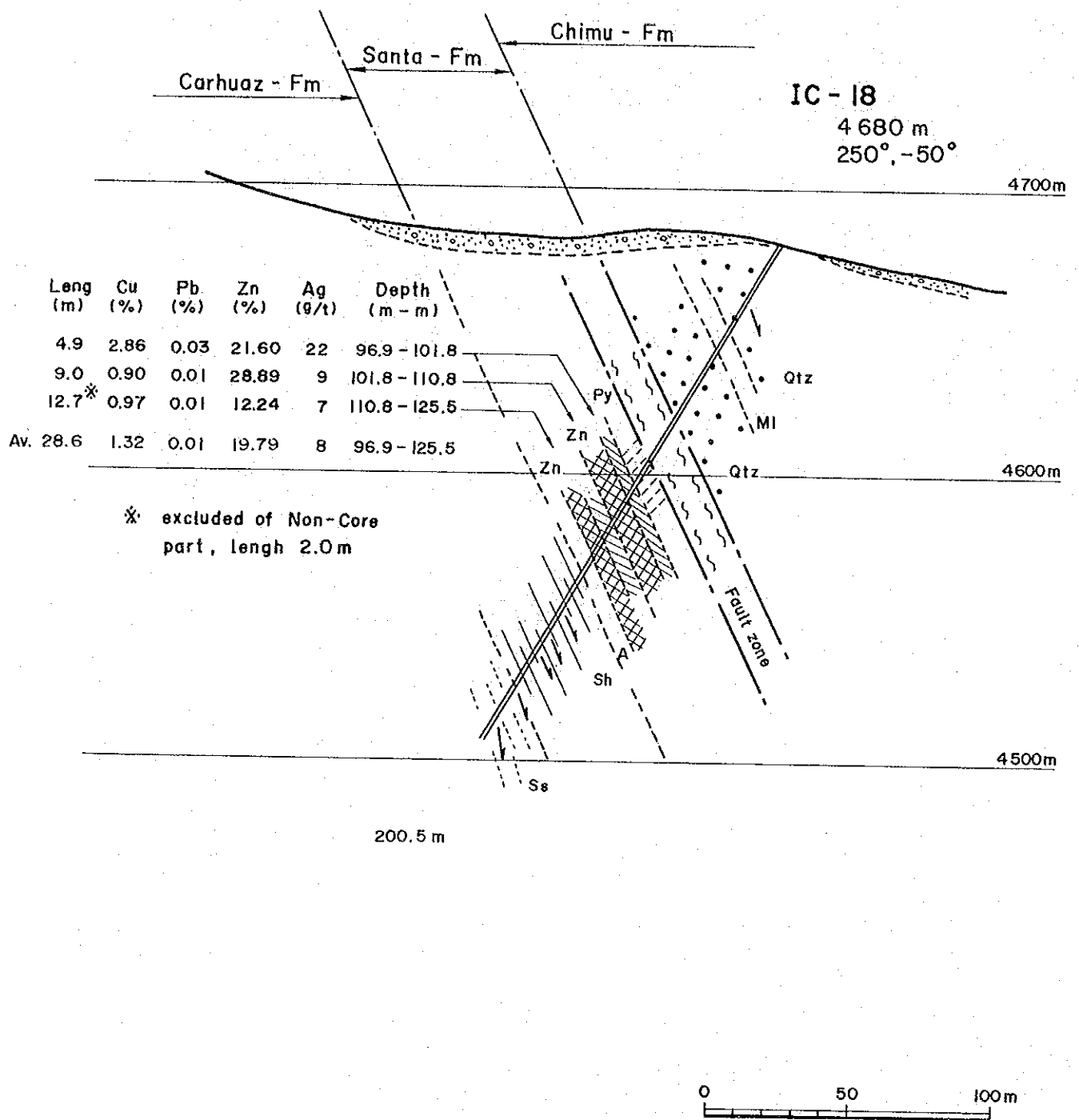


Fig. I - 19 Geological Section for IC-18

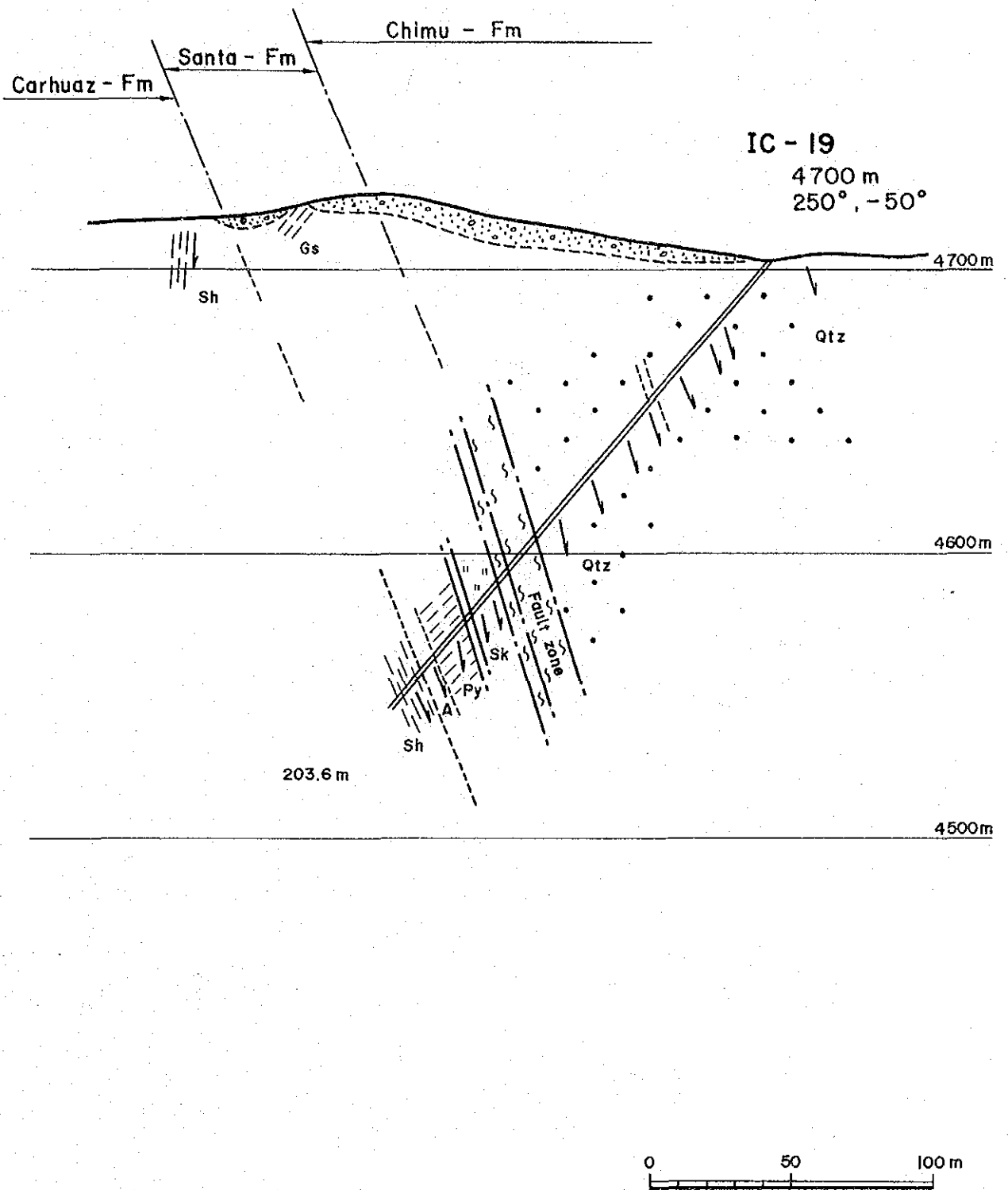


Fig. I - 20 Geological Section for IC - 19