

THE JOURNAL OF THE  
ROYAL ANTHROPOLOGICAL INSTITUTE

Vol. 50, Part 1

1920  
LONDON: PUBLISHED BY THE  
Royal Anthropological Institute







チリ共和国セロネグロ地域  
資源開発協力基礎調査報告書  
地 域 開 発 計 画 調 査

最 終 報 告 書

27256

JICA LIBRARY



1118306181

平成6年3月

国 際 協 力 事 業 団  
金 属 鉱 業 事 業 団



国際協力事業団

7256



## は し が き

日本国政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国の北部に位置するセロネグロ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・物理探査・鉱量計算・選鉱試験及び企業化調査を実施する事とし、その調査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事から、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託する事とした。2年間の予定で始められた本調査は、平成4年度を第1年次とし、金属鉱業事業団は8名の調査団を編成して平成4年11月7日から平成5年3月8日までの間、現地に派遣した。さらに最終年度の平成5年度は平成5年8月23日から平成6年1月29日の間、延べ12名の調査団を現地に派遣した。

現地調査は、チリ共和国政府関係機関、チリ共和国鉱山公社(EMPRESA NACIONAL DE MINERIA:ENAMI)の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は2年間の調査結果を取りまとめた最終報告書である。

終わりに、本調査の実施に当たってご協力いただいたチリ共和国政府関係機関並びに外務省、通商産業省、在チリ共和国大使館及び関係各位に衷心より感謝の意を表するものである。

平成6年3月

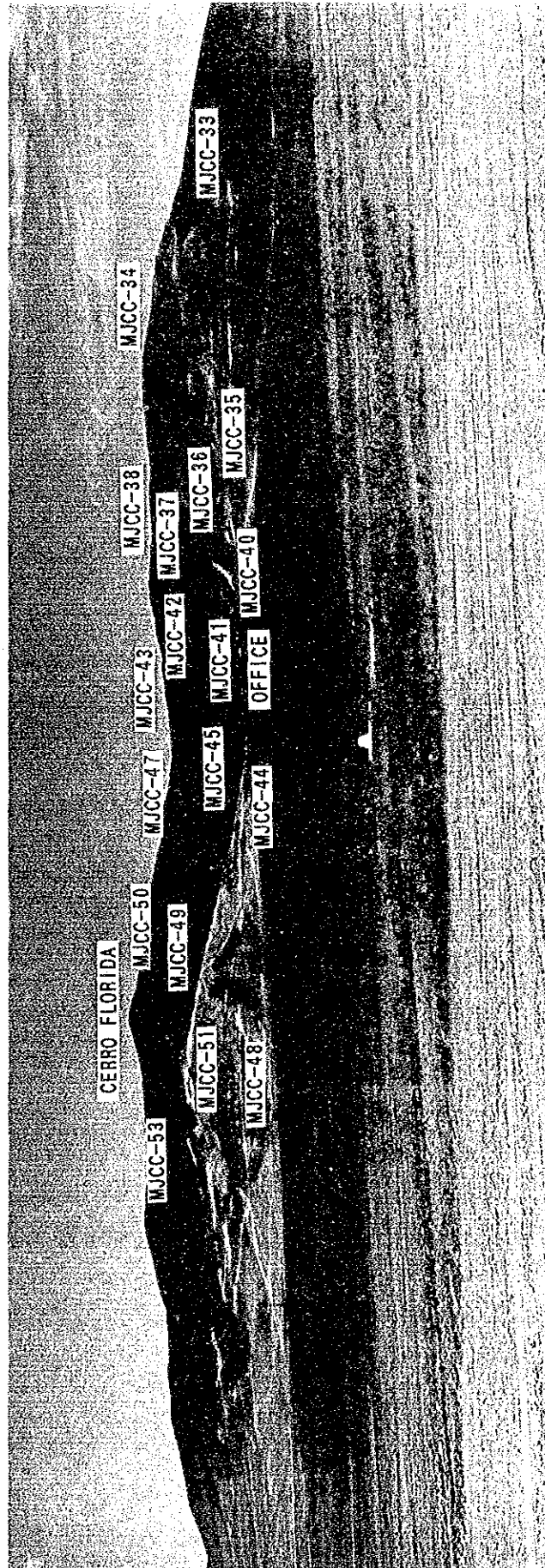
国際協力事業団  
総裁 柳谷 謙介

金属鉱業事業団  
理事長 石川 丘







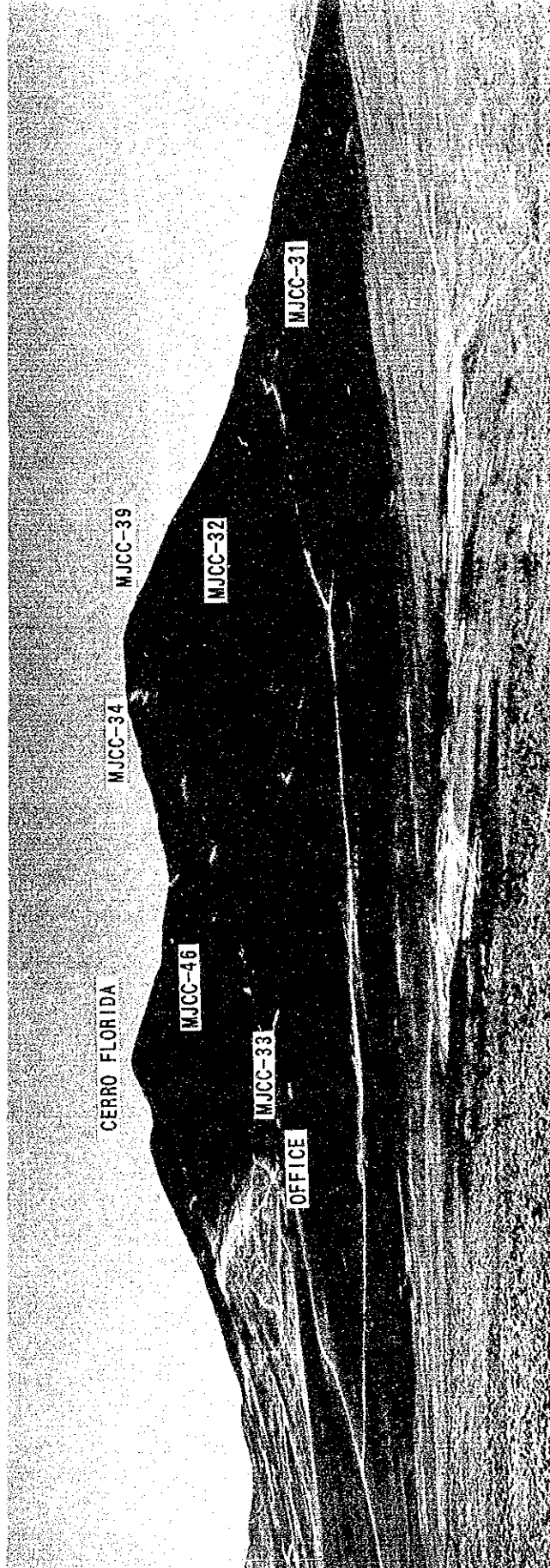


Survey Area (East look)









Survey Area (North look)







CERRO FLORIDA

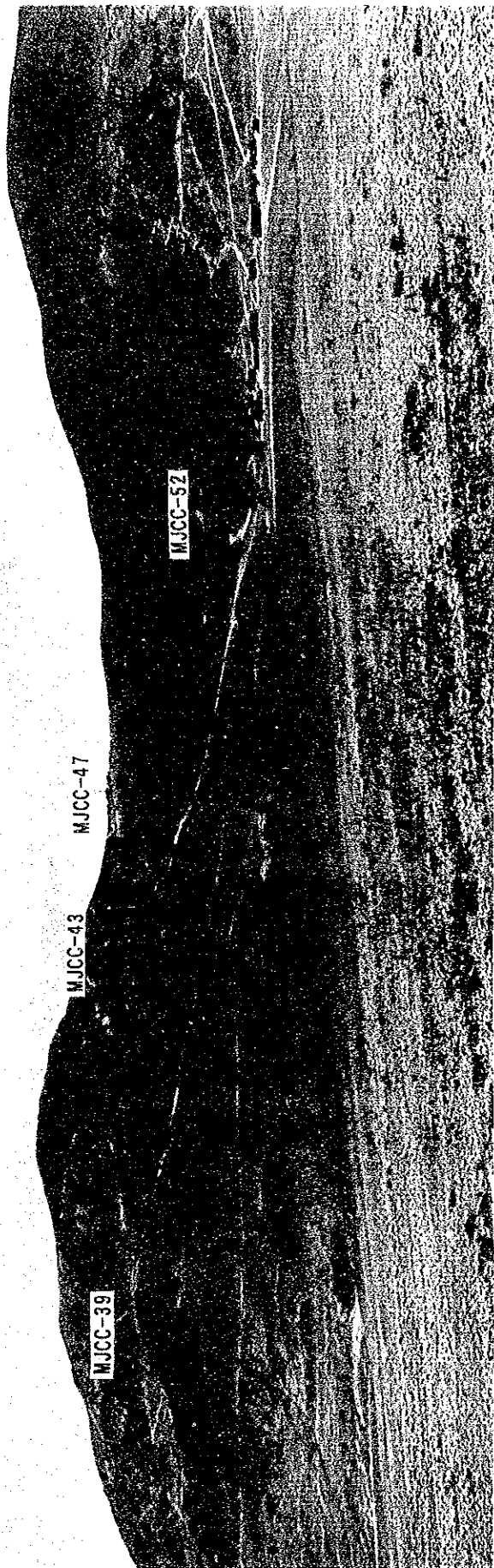
MJCC-39

MJCC-43

MJCC-47

MJCC-52

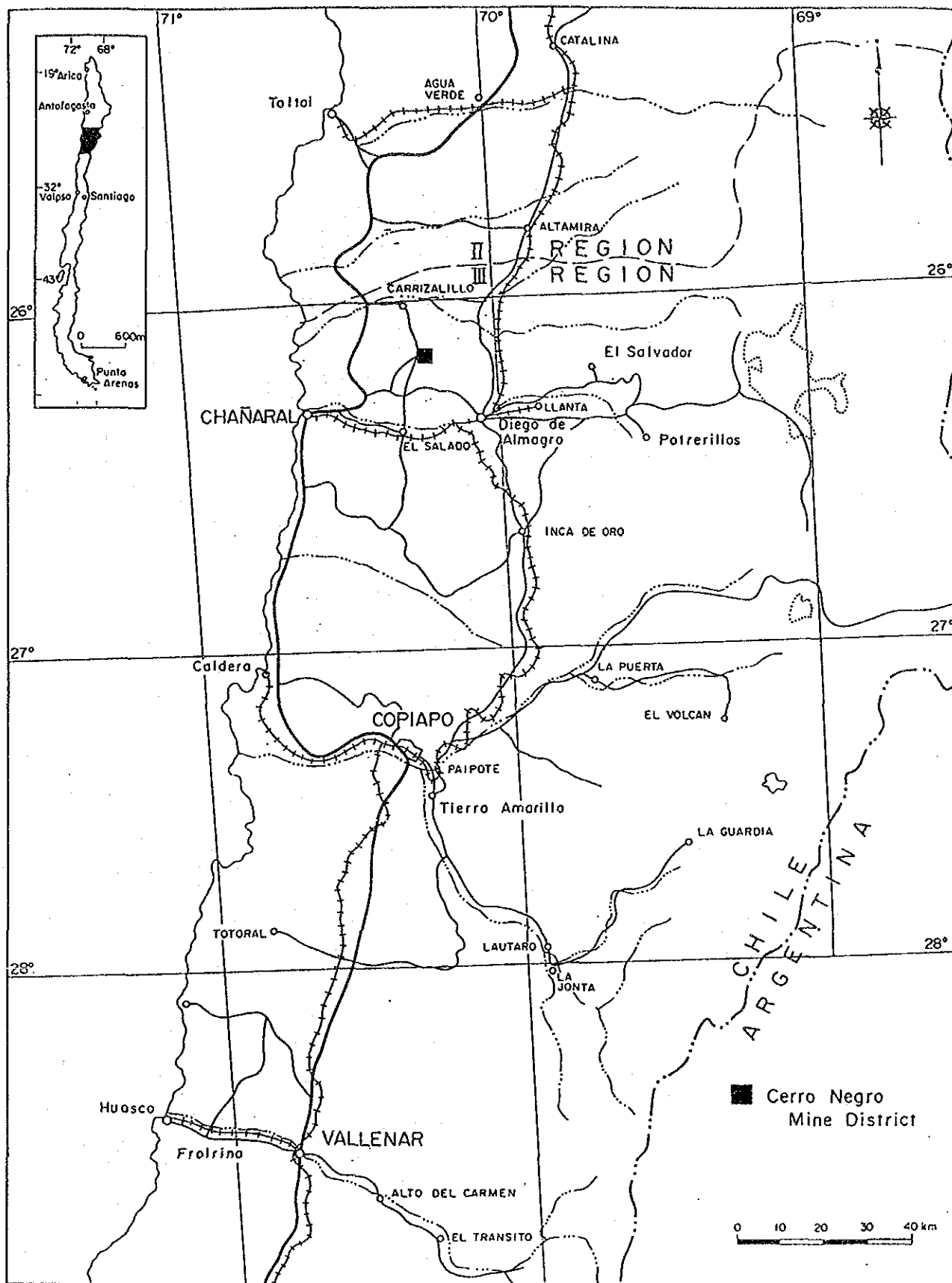
Survey Area (West look)









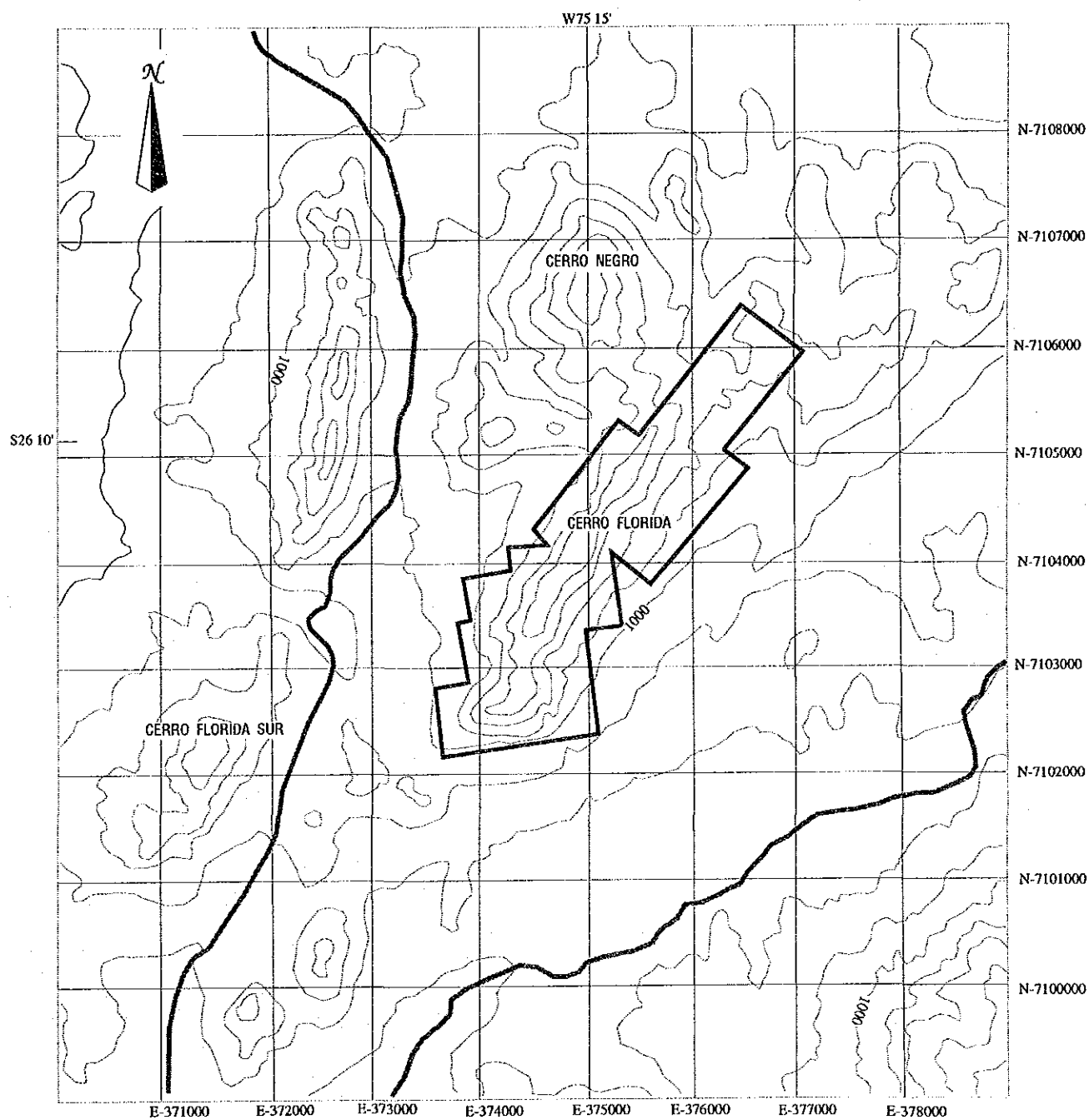


調査地域位置図

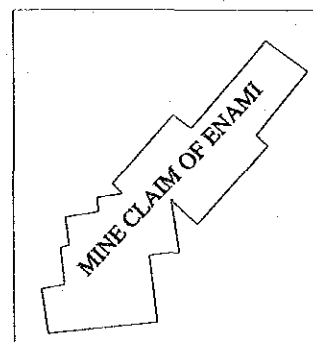








0 1 2km



調査範囲図







## 要 約

本地域の調査は1992年より1993年の2年間にわたり実施された。実施された試錐は53孔、総掘進長10,028m (80m~500m/hole) である。ENAMIによる基礎調査結果に基づいて計画された試錐の結果、主として酸化銅鉱よりなる上部鉱体に関する概要を把握する事ができた。また、周辺探鉱を目的とした試錐により下部、西部及び東部に存在する硫化銅鉱よりなる鉱体の一部を捕捉した。しかし、後者に対する試錐調査はまだ不十分であるため、その結果を鉱量計算及び企業化調査に十分に反映させることが出来なかった。

物理探査については初年度にIP検層(10孔)、試錐岩芯の物性測定(424サンプルについてのIP特性と比抵抗値、458サンプルの磁化率測定)、既存地表IP資料と磁気調査資料の再解析を実施した。その結果、上部の酸化銅鉱体の母岩である“熱水角礫岩”が高磁気異常帯と良く一致する事、また高IP、低比抵抗帯が下部の硫化銅鉱体の分布と良く一致する事が判明した。従ってポテンシャルティの高いと予想される下部鉱体の調査にはCSAMT法が有効であろうと示唆した。

選鉱試験をチリ及び日本で実施しその結果、酸化銅鉱に対しては浸出-SX-EW法が、硫化銅鉱に対しては浮遊選鉱法が適している事を明らかにしそのフローシートを提案した。また酸化銅鉱と硫化銅鉱の混合物にたいしてはその量比によっていずれかの方法を採用すれば良い事も明らかにした。

試錐資料を基に鉱量計算を実施した。その方法は地球統計学的手法の採用を試みたがバリオグラムが非現実的であったため、距離の逆自乗法によった。その結果、埋蔵鉱量として87,692,000t, To-Cu 0.53% (Cut-off grade 0.4%), 可採鉱量(設計されたオープンピット内の鉱量)として33,787,120t, To-Cu 0.61% (Cut-off grade 0.4%)を見込んだ。

上述の調査結果に種々の仮定を加えてDCF法で利益率を計算した。その結果、銅価90¢の場合の利益率(金利前)は-6.411%, 利益率(金利前)をゼロ及び15%とする銅価を逆算すると104.3¢及び165.7¢となる。利益率が良くないのは鉱石品位が低いためであり、銅価90¢で利益率(金利前)をゼロ及び15%とする鉱石品位を逆算すると0.70%及び1.13% (いずれもTo-Cu)となる。

硫化銅鉱を主とする下部鉱体は、その深度のため露天採掘法に不適であり、そのため可採鉱量中にはほとんど含まれていない。また酸化銅鉱は品位アップを計るとその鉱量が大きく減少するのに対し、硫化銅鉱は品位アップを計ってもその鉱量がほとんど減少しない。従って今後は探鉱余地があり、かつ硫化銅鉱としての可採鉱量の増大が見込まれる下部、東部及び西部を主たる探鉱対象とすべきと考える。







## 目 次

はしがき	
グラビア写真	
調査地域位置図及び調査範囲図	
要約	

### 第 1 部 総 論

第 1 章 序論	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 第 1 年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第 1 年次調査の結論	1
1-2-2 第 1 年次調査の提言	1
1-3 第 2 年次調査の概要	2
1-3-1 調査地域	2
1-3-2 調査目的	2
1-3-3 調査方法	2
1-3-4 調査団の編成	8
1-3-5 調査期間	9
第 2 章 調査地域の地理	12
2-1 地形及び水系	12
2-2 気候及び植生	12
第 3 章 一般地質	13
3-1 アンデス山脈の地質構造	13
3-2 セロネグロ鉱床地域の地質	13
3-3 調査地域周辺の金属鉱床	16
第 4 章 調査結果の総合検討	19
4-1 地質構造と鉱化作用について	19
4-2 鉱床について	21
4-3 物理探査結果について	25
4-4 選鉱試験結果について	15
4-5 鉱量計算結果について	31
4-6 企業化調査結果について	31
第 5 章 結論及び提言	35
5-1 結論	35
5-2 将来への提言	35



## 第Ⅱ部 各 論

第1章 ボーリング調査	37
1-1 目的	37
1-2 作業状況	37
1-3 調査結果	37
1-3-1 地質・層序について	40
1-3-2 地質構造について	42
1-3-3 銅鉱床について	43
1-3-4 前年度結果のレビュー	46
1-3-5 各孔別地質記載	48
1-4 考察	65
第2章 選鉱試験	68
2-1 目的	68
2-2 試験方法	68
2-3 選鉱試験結果	69
2-4 日本国内での確認試験	78
2-5 考察	81
第3章 鉱量計算	82
3-1 鉱量計算方法	82
3-2 鉱量計算結果	91
3-3 考察	91
第4章 企業化調査	93
4-1 方法及び前提条件	93
4-2 開発計画（投資計画）	93
4-3 操業計画	98
4-4 収支計画	98
4-5 考察	115

## 第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結論	117
1-1 ボーリング調査	117
1-2 物理探査	117
1-3 選鉱試験	121
1-4 鉱量計算	121



1-5	企業化調査	122
第2章	将来への提言	123
2-1	ボーリング調査	123
2-2	物理探査	123
2-3	選鉱試験	123
2-4	鉱量計算	123
2-5	企業化調査	124
2-6	総合的提言	124
	参考文献	125



## 添付図表類一覧

第Ⅰ-1-3-1図	試錐位置図	3
第Ⅰ-3-2-1図	広域地質図	14
第Ⅰ-4-1-1図	地質図・断面図	20
第Ⅰ-4-2-1図	鉱体分布図	23
第Ⅰ-4-4-1図	選鉱試験工程図	29
第Ⅰ-4-4-2図	鉱石処理フローシート	29
第Ⅰ-4-5-1図	露天掘設計図	32
第Ⅱ-2-2-1図	選鉱試験フローシート	68
第Ⅱ-2-3-1図	浮選フローシート	76
第Ⅱ-2-5-1図	鉱石処理フローシート	81
第Ⅱ-3-1-1図	溶解銅比ヒストグラム	83
第Ⅱ-3-1-2(1)&(2)図	試錐品位断面図(1m毎&10m毎)	85
第Ⅱ-3-1-3(1)&(2)図	ブロック別鉱体及び品位断面図	87
第Ⅱ-3-1-4図	ブロック品位平面図	89
第Ⅱ-4-2-1図	鉱山施設全体配置図	99
第Ⅱ-4-3-1図	採掘計画図	101
第Ⅱ-4-3-2図	鉱石処理フローシート	103
第Ⅲ-1-1-1図	調査結果図	119
第Ⅲ-1-3-1図	鉱石処理フローシート	121
第Ⅰ-1-3-1表	試錐作業量一覧表	4
第Ⅰ-1-3-2(1)&(2)表	室内試験サンプル一覧表	6
第Ⅰ-1-3-3表	第2年次調査工程表	11
第Ⅰ-3-2-1表	広域地質層序表	15
第Ⅰ-3-3-1表	周辺鉱床一覧表	17
第Ⅰ-4-2-1(1)&(2)表	孔別鉱化帯品位一覧表	26
第Ⅰ-4-4-1表	選鉱試験結果表	30
第Ⅰ-4-5-1表	鉱量計算結果表	33
第Ⅱ-1-2-1表	掘進工程表及び使用機器一覧表	38
第Ⅱ-1-2-2表	掘進実績一覧表	39
第Ⅱ-1-3-1(1)&(2)表	検鏡結果一覧表	66
第Ⅱ-2-3-1表	選鉱試験原鉱分析値表	70
第Ⅱ-2-3-2表	陰極銅分析値表	71
第Ⅱ-2-3-3表	銅精鉱分析値表	73
第Ⅱ-2-3-4表	選鉱試験結果表	77
第Ⅱ-2-4-1表	選鉱試験結果比較表	78
第Ⅱ-2-4-2表	原鉱分析値比較表	79
第Ⅱ-2-4-3表	銅精鉱分析値比較表	80



第Ⅱ-3-2-1表	可採鉍量計算結果表	-----	92
第Ⅱ-4-2-1表	採掘部門投資計画表	-----	96
第Ⅱ-4-3-1表	人員計画表	-----	104
第Ⅱ-4-3-2表	操業費一覧表	-----	105
第Ⅱ-4-4-1(1)～(3)表	D C F 計算結果表	-----	109～113

#### 付録 (Appendix)

A	:地質柱状図(1/1,000)
B	:分析結果グラフ
C	:分析結果一覧表
D	:研磨片・薄片鑑定結果一覧表
E	:真比重一覧表
F	:仕事指数一覧表
G	:原鉍完全分析結果一覧表
H(1～2)	:顕微鏡観察結果一覧表
I	:X線回折結果一覧表
J(1～7)	:浸出-SX-EW試験結果一覧表
K(1～12)	:浮遊選鉍試験結果一覧表
L	:浮遊選鉍試験フローシート
M	:総合フローシート
N(1～3)	:確認試験結果一覧表
O	:試験装置一覧表

#### 付図 (Plate)

Plate I	地質図
Plate II	地質断面図

#### 付帯資料

- ・ボーリング調査  
岩石及び鉍石サンプル, 岩石薄片, 鉍石研磨片, 孔別作業状況記録写真, 全コアカラー写真, 柱状図(1/200)
- ・選鉍試験  
鉍石研磨片, 作業状況写真
- ・鉍量計算  
計算結果図
- ・企業化調査  
調査資料







## 第 I 部 總 論







## 第1章 序論

### 1-1 調査の経緯

本調査は、チリ共和国セロネグロ地域において、既知鉱床の存在の確認とその鉱量増加を図り、さらに鉱山評価を行う事を目的として平成4年度から2年間の計画として開始された。従って2年目に当たる本年は最終年度となる。なお相手機関はチリ共和国鉱山公社(EMPRESA NACIONAL DE MINERIA:略称ENAMI)である。

### 1-2 第1年次調査の結論と提言

#### 1-2-1 第1年次調査の結論

物理探査については、既存の地表IPと磁気調査結果の再解析、IP検層と物性データの測定・検討を実施し、その結果磁鉄鉱と黄銅鉱から成るとされる鉱化帯を捕捉すると同時にその分布範囲の大略が明かとなった。

ボーリング調査については既存ボーリング結果、地表地質調査結果、物理探査結果を基に合計30孔、総掘進長6,424m(深度:160m~500m/孔)のボーリング調査を実施した。その結果、予想した通りほとんどのボーリング孔において程度の差はあるものの、酸化銅鉱及び硫化銅鉱を捕捉した。これらの銅鉱化帯の母岩はLos Cerros Floridas層の安山岩類及び“熱水角礫岩”類であることが多く、しばしば優勢な銅鉱化帯を胚胎する。一般に優勢な酸化銅鉱帯は深度60m以浅の地表付近に賦存することが多く、逆に優勢な硫化銅鉱帯は深度50m以深に賦存することが多い。そして酸化銅鉱帯と硫化銅鉱帯の間にはしばしば中間帯が存在する。また銅鉱化帯の胚胎母岩の基質部には、酸化鉄鉱物(磁鉄鉱、赤鉄鉱、鏡鉄鉱)が多量に認められ準鉄鉱石と呼べるものも多い。

選鉱に関しては第2年次に行う選鉱試験の発注先を決める参考とするため、選鉱精錬研究所及び大鉱山の選鉱場の能力調査を行った。

鉱量計算については地球統計的手法を利用するためにバリオグラムを描いたがレンジを求めることができなかった。これは品位のばらつきがボーリング間隔より狭い範囲で生じていることを意味する。従って第1年次は距離の逆二乗法で品位の割り付けを行った後、鉱量計算を実施した。その結果、埋蔵鉱量としてカットオフ0.3%(total Cu)の場合は6,700万トン(平均銅品位0.43%)、カットオフ0.4%の場合は2,500万トン(平均品位0.57%)を見込むことができた。

#### 1-2-2 第1年次調査の提言

物理探査については、深部にまで有効なCSAMT法の実施が望ましい。

ボーリング調査についての提言は3点ある。

- ①優勢な銅鉱化帯(MJCC-7,10付近)周辺で精密ボーリングを実施する。
- ②Los Cerros Floridas層の安山岩及び“熱水角礫岩”類の分布と銅鉱化帯及びアタカマ断層帯との関係をさらに詳細に検討する。
- ③経済的評価を含めた鉱量計算のためにはさらに30~40孔のボーリングデータが必要である。

選鉱試験については、鉱物学的研究、浮選に関する基礎試験、リーチングテスト、選鉱



フローシートの作成が必要である。

鉱量計算については、地質構造・鉱床形態に基づき異方性を考慮した鉱床品位分布モデル化が必要であり、高能力のコンピュータ及び各種周辺機器の十分な使用も必要となるであろう。

さらにボーリング調査結果、選鉱試験結果、鉱量計算結果を基にしてPre-F/Sを実施する。

### 1-3 第2年次調査の概要

#### 1-3-1 調査地域

本地域は巻頭の調査地域位置図に示されるごとく、チリ共和国北部の第Ⅲ州に含まれ、首都サンチャゴからは北へ約900kmに位置し、州都コピアポ市からは直線距離約90km、道路距離約220kmの所に位置する。これは第1年次調査地域と全く同じである。なお、コピアポ市からは陸路カルデラ、チャニャラル、エルサラド経由で到達でき、交通至便の地である。

#### 1-3-2 調査目的

今年度調査は、チリ共和国セロネグロ地域において第1年次調査で確認した鉱床の鉱量増とより詳細な資料取得を目的とした試錐調査を実施する。また選鉱試験も実施し、しかる後に鉱量計算とPre F/Sを実施する。

#### 1-3-3 調査方法

##### (1) ボーリング調査

##### ① 重点課題

第1年次調査の結果、想定される主採掘範囲（MJCC-10 & 29周辺部）の外部において試錐を実施し鉱量の増加を図ると共に、想定される主採掘範囲内においても若干の試錐を実施しより詳細な資料を取得する。

##### ② 現地調査

1) ボーリング位置及び作業量は第I-1-3-1図及び第I-1-3-1表に示した通りであり、第1年次は30孔（MJCC 01～MJCC 30）、掘進長6,424m、第2年次は23孔（MJCC31～MJCC53）、掘進長3,604mである。

2) ボーリング機械の能力は、予定深度が延長されても十分に対応出来るように、予定深度に対して十分な掘進能力のあるものをを用いる。

3) ケーシングパイプは最小口径で予定深度の60%以上を準備する。

4) コアの最小口径は、BQ以上とする。

5) コアの採取とその採取率

イ) 表土を除き、全コア採取を原則とする。

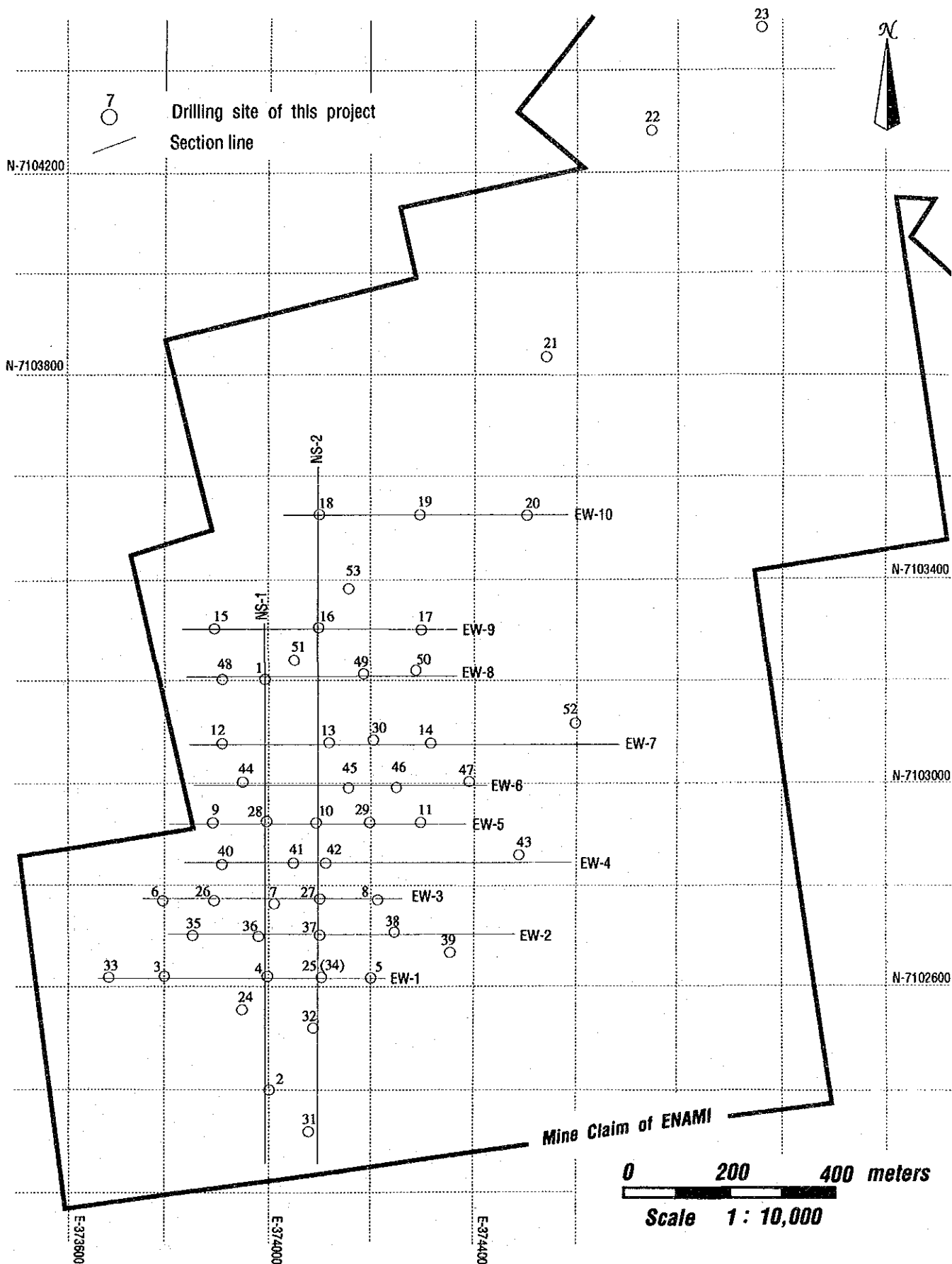
ロ) 全コア採取が困難な場合でも、採取率は80%以上とする。特に、鉱徴部、孔底部及び岩石の境界部などについては全コア採取に努める。

6) コアの取扱

イ) 採取したコアは、上下を明確にしてコア箱に収納し、乾燥した場所に保管する。

ロ) コアに代わるスライムは、透明なビニール袋に入れ、コアに準じてコア箱に保





第 I - 1 - 3 - 1 図 試錐位置図



第 I—1—3—1 表 試錐作業量一覽表

DRILL HOLE NO.	L O C A T I O N		ELEVATION(m)	DIR. (°)	DIP(°)	D E P T H (m)	
	X	Y				Plan	Result
MJCC- 1	E=374,000.010	N=7,103,200.270	1,081.920	0	-90	160.00	222.00
MJCC- 2	373,999.820	7,102,400.810	1,082.923	0	-90	185.00	164.00
MJCC- 3	373,999.970	7,102,620.040	1,081.724	0	-90	180.00	165.00
MJCC- 4	373,999.990	7,102,620.000	1,142.899	0	-90	240.00	191.00
MJCC- 5	374,199.780	7,102,619.680	1,188.662	0	-90	240.00	191.00
MJCC- 6	373,799.280	7,102,770.310	1,057.857	0	-90	160.00	161.00
MJCC- 7	373,995.120	7,102,770.440	1,110.415	0	-90	200.00	200.00
MJCC- 8	374,199.880	7,102,771.620	1,151.261	0	-90	150.00	190.00
MJCC- 9	373,899.990	7,102,920.000	1,056.995	0	-90	160.00	215.00
MJCC-10	374,088.680	7,102,920.690	1,090.641	0	-90	190.00	160.00
MJCC-11	374,298.810	7,102,917.180	1,166.160	0	-90	160.00	192.00
MJCC-12	373,899.450	7,103,070.580	1,052.067	0	-90	150.00	169.00
MJCC-13	374,099.280	7,103,072.740	1,090.695	0	-90	190.00	240.00
MJCC-14	374,309.220	7,103,080.400	1,166.735	0	-90	170.00	205.00
MJCC-15	373,900.000	7,103,300.050	1,060.970	0	-90	160.00	200.00
MJCC-16	374,098.680	7,103,301.680	1,120.487	0	-90	215.00	217.00
MJCC-17	374,294.630	7,103,307.190	1,173.925	0	-90	180.00	160.00
MJCC-18	374,100.290	7,103,520.250	1,101.050	0	-90	200.00	185.00
MJCC-19	374,300.010	7,103,520.000	1,151.730	0	-90	150.00	165.00
MJCC-20	374,501.390	7,103,518.490	1,231.980	0	-90	220.00	188.00
MJCC-21	374,552.310	7,103,831.550	1,195.650	122	-50	250.00	300.00
MJCC-22	374,760.020	7,104,299.980	1,143.930	122	-50	250.00	165.00
MJCC-23	374,984.870	7,104,500.030	1,163.940	122	-60	250.00	165.00
MJCC-24	373,954.150	7,102,538.730	1,113.558	0	-90	210.00	388.00
MJCC-25	374,090.930	7,102,620.000	1,181.415	0	-90	220.00	226.00
MJCC-26	373,910.360	7,102,770.120	1,082.425	0	-90	180.00	184.00
MJCC-27	374,099.985	7,102,770.000	1,126.569	0	-90	280.00	500.00
MJCC-28	374,000.061	7,102,920.000	1,070.737	0	-90	180.00	199.00
MJCC-29	374,199.960	7,102,920.000	1,130.809	0	-90	330.00	230.00
MJCC-30	374,200.100	7,103,075.060	1,144.762	0	-90	340.00	298.00
MJCC-31	374,079.770	7,102,320.648	1,056.597	0	-90	160.00	160.00
MJCC-32	374,095.882	7,102,505.728	1,133.906	0	-90	170.00	160.00
MJCC-33	373,700.767	7,102,619.679	1,053.375	0	-90	130.00	130.00
MJCC-34	374,097.606	7,102,625.744	1,181.105	145	-75	170.00	160.00
MJCC-35	373,860.044	7,102,700.806	1,082.637	110	-80	130.00	141.95
MJCC-36	373,983.598	7,102,699.232	1,114.297	110	-80	150.00	145.00
MJCC-37	374,107.737	7,102,701.826	1,151.558	110	-80	150.00	150.00
MJCC-38	374,249.487	7,102,698.238	1,187.992	150	-80	130.00	130.00
MJCC-39	374,348.851	7,102,667.133	1,192.791	160	-75	180.00	195.15
MJCC-40	373,918.390	7,102,839.820	1,071.604	110	-80	190.00	190.00
MJCC-41	374,056.513	7,102,844.340	1,093.266	110	-80	250.00	250.00
MJCC-42	374,121.915	7,102,838.278	1,127.008	110	-80	150.00	150.00
MJCC-43	374,501.900	7,102,839.588	1,163.186	105	-75	170.00	170.00
MJCC-44	373,960.145	7,102,999.801	1,059.360	125	-65	150.00	165.00
MJCC-45	374,156.646	7,102,999.549	1,128.378	110	-80	140.00	140.00
MJCC-46	374,247.789	7,103,001.136	1,131.684	110	-80	140.00	140.00
MJCC-47	374,398.019	7,102,999.944	1,182.294	95	-80	180.00	175.00
MJCC-48	373,911.740	7,103,199.720	1,060.57	110	-80	170.00	165.00
MJCC-49	374,199.560	7,103,200.280	1,135.175	0	-90	90.00	90.00
MJCC-50	374,301.917	7,103,201.625	1,187.763	0	-90	80.00	80.00
MJCC-51	374,059.946	7,103,229.970	1,103.266	140	-80	150.00	150.00
MJCC-52	374,619.448	7,103,093.336	1,109.301	70	-60	210.00	210.00
MJCC-53	374,170.397	7,103,370.201	1,137.753	140	-75	160.00	156.90



管する。

ハ) コア及びスライムの採取深度は、コア箱の内部及び外部に正確に表示する。

ニ) 掘進完了の際は、相手国機関の指定した場所に保管する。

#### 7) コア鑑定及び分析

イ) コアを詳細に鑑定し、縮尺200分の1の柱状図を作成する。

ロ) 必要に応じてコアの顕微鏡観察を行う。

ハ) コアは着鉱した部分ごとに化学分析を行う。

ニ) 必要に応じ、地表露頭の調査を行い、着鉱部との精密な対比を行う。

ホ) 室内試験試料の数量は、第 I -1-3-2(1)&(2)表に示した通りである。

#### (2) 物理探査

第1年次は試錐孔における物理検層と試錐岩芯の物性測定を行い、母岩と鉱床の物性を把握した。また既存の地表IP資料と磁気調査資料の再解析も実施し参考とした。その結果、下部に存在する硫化鉱をCSAMT法で確認する事を提言しているが、2年間の調査では下部試錐探鉱が不十分のままで終了すると予想されたため今年度は物理探査を実施しなかった。

#### (3) 選鉱試験

##### ① 重点課題

今年度の選鉱試験の重点課題は、セロネグロ鉱床を企業化する場合の最適処理フローシートを開発し、全体の選鉱成績を推定すると共に、選鉱場設計のための諸元を得る事である。そのため第1年次調査によって得られたボーリングコアの分析試料の残試料を使用して、現地チリ共和国の研究所で選鉱試験を行うと共に、確認のための選鉱試験を日本国内で実施する。

##### ② 現地試験

チリ共和国内の選鉱試験は、第1年次の現地調査結果に基づき、サンチャゴ市内のCENTRO DE INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA (略称; CIMM) で行い、監督のために日本人選鉱技術者を試験開始から主要な試験が終了する1994年1月末までの間、最低1名(通常2名)派遣する。

選鉱試験に使用する鉱石試料は、第1年次地質調査結果に基づいて、上部鉱体の酸化鉱石(略称; OX1)、硫化鉱石(略称; SC1)、混合鉱石(略称; MC1)及び西部鉱体の硫化鉱石(略称; SW2)と混合鉱石(略称; MW2)の合計5種類とする。試験内容及び日程は、日本側、チリ共和国カウンターパート(ENAMI)、CIMMの協議に基づくPROPOSICION DE TRABAJO DMET 26/93 MODIFICACION 3に示す、SC1、MC1、SW2、MW2の浮選試験、OX1、MC1、MW2の浸出-溶媒抽出(略称; SX)-電解採取(略称; EW)試験を中心とする合計9ヶ月間に及ぶものとする。

##### ③ 国内試験

日本国内での確認試験は、現地試験に使用する試料のうち量的に十分ある硫化鉱石2種(SC1、SW2)についての浮選試験を行い、CIMMの技術能力の確認に供する事を目的とする。確認試験用試料はCIMMに受け入れた鉱石試料を調整混合した後必要量



第 I — 1 — 3 — 2 (1) 表 室内試験サンプル一覧表

(TS:Thin section)

Sample No.	Drill No.	Depth(m)	Rock Name
TS- 1	MJCC- 1	28.10	Hb Porphyrite
TS- 2	MJCC- 2	58.20	Sp-Cc-Qz Vein
TS- 3	MJCC- 3	88.00	Sp Ore
TS- 4	MJCC- 4	186.40	Brecciate Andesite
TS- 5	MJCC- 5	64.70	Banded Sp Ore
TS- 6	MJCC- 6	120.70	Mt bearing Hb-Andesite
TS- 7	MJCC- 7	138.70	Cp-Py-Sp-Mt Ore
TS- 8	MJCC- 8	186.50	Mt Andesite
TS- 9	MJCC-10	37.70	Sp-Mtt Ore
TS-10	"	69.00	Mt-Hm-Cp-Py Ore
TS-11	MJCC-14	90.05	Sp Ore
TS-12	MJCC-15	145.00	Silic. Hornblend Andesite
TS-13	MJCC-19	53.85	Sp-Mtt Ore
TS-14	MJCC-21	137.10	Py-Cv-Qz-Ch Vein
TS-15	"	268.60	Cp-Py Ore(Mt, Hm)
TS-16	MJCC-24	94.80	Py-Cp-Cv-Cc-Sp Ore
TS-17	"	280.10	Hornblend Andesite
TS-18	"	280.10	Mt bearing Andesite
TS-19	MJCC-25	35.40	Mt Andesite
TS-20	"	211.50	Sp-Mt-Py-Qz assemblage
TS-21	MJCC-26	155.50	Cp-Py, Sp Veinlet
TS-22	MJCC-27	121.70	Sp-Mt-Ge-Qz-Ox Ch Ore
TS-23	"	234.60	Cp-Py Vein in Sp-Mt Ore
TS-24	MJCC-28	117.40	Mt Andesite
TS-25	MJCC-29	37.75	Sp-Go-To-Qz in Andesite
TS-26	"	54.30	Py vein in Sp-Ore
TS-27	"	113.00	Cp-Cv-Py Vein
TS-28	"	151.00	Cp-Py, Sp vein in Mt Andesite
TS-29	MJCC-30	84.00	Sp-Mtt Ore
TS-30	"	94.60	Sp-Qz Ore in Mtt Andesite
TS-31	"	226.30	Py-Cp-Mt in Mt Andesite
TS-32	MJCC-35	132.20	Sp-Mt-Py-Qz Ore in Andesite
TS-33	MJCC-40	6.20	Meta-Andesite
TS-34	MJCC-41	245.50	Mt Ad. with Py-Cp
TS-35	MJCC-42	74.40	Andesitic Tuff
TS-36	MJCC-43	47.55	Hm-Mt Ore in Brecciate Ad.
TS-37	"	52.00	Meta Ad. with Mt ball
TS-38	MJCC-44	164.40	Py-Mt-Hm Vein in Meta Ad.
TS-39	MJCC-45	10.30	Hm-Qz Ore in Mt Andesite
TS-40	"	25.90	Sp Ore in Meta Andesite
TS-41	MJCC-47	32.70	Brecciate Meta Andesite
TS-42	"	122.80	Brecciate Meta Andesite
TS-43	MJCC-53	156.00	Meta Andesite



第 I — 1 — 3 — 2 (2) 表 室内試験サンプル一覧表

(PS:Polish section)

Sample No.	Drill No.	Depth(m)	Rock Name
PS- 1	MJCC- 1	91.55	Cp-Py-Mt Ore
PS- 2	"	196.80	Sp-Cc-Qz Vein
PS- 3	MJCC- 2	58.20	Sp-Cc-Qz Vein
PS- 4	MJCC- 3	88.00	Sp Ore
PS- 5	MJCC- 4	2.60	Sp Ore
PS- 6	MJCC- 5	64.70	Banded Sp Ore
PS- 7	MJCC- 7	20.50	Sp-Martite Ore
PS- 8	"	60.90	Stratiform Sp Ore
PS- 9	"	138.70	Cp-Py-Sp-Mt Ore
PS-10	MJCC- 8	186.50	Mt Andesite
PS-11	MJCC-10	37.70	Sp-Martite Ore
PS-12	"	69.00	Mt-Hm-Cp-Py Ore
PS-13	MJCC-14	90.05	Sp Ore
PS-14	MCCC-19	53.85	Sp-Martite Ore
PS-15	MJCC-21	137.10	Py-Cv-Qz-Ch Vein
PS-16	"	268.60	Cp-Py Ore(Mt, Hm)
PS-17	MJCC-24	94.80	Py-Cp-Cv-Cc-Sp Ore
PS-18	MJCC-25	35.40	Mt Andesite
PS-19	"	211.50	Sp-Mt-Py-Qz assemblage
PS-20	MJCC-26	155.50	Cp-Py, Sp Veinlet
PS-21	MJCC-27	121.70	Sp-Mt-Ge-Qz-Ox Ch Ore
PS-22	"	234.60	Cp-Py Vein in Sp-Mt Ore
PS-23	MJCC-28	71.30	Mt Ore
PS-24	"	117.40	Amg-Mt Andesite
PS-25	MJCC-29	37.75	Sp-Go-To-Qz in Andesite frg.
PS-26	"	54.30	Py vein in Sp-Ore
PS-27	"	113.00	Cp-Cv-Py Vein
PS-28	"	136.10	Cp-Py-Sp Ore
PS-29	"	151.00	Cp-Py, Sp vein in Mt Andesite
PS-30	MJCC-30	84.00	Sp-Mtt Ore
PS-31	"	94.60	Sp-Qz Ore in Mtt Andesite
PS-32	"	226.30	Py-Cp-Mt in Mt Andesite
PS-33	MJCC-35	132.20	Sp-Mt-Py-Qz Ore in Andesite
PS-34	"	79.20	Py-Hm-Cv-Mt Ore in Tuff
PS-35	MJCC-41	153.70	Py-Sp-Mt Ore
PS-36	"	245.50	Mt Andesite with Py-Cp
PS-37	MJCC-42	43.20	Mt-Sp-Qz Ore in Tuff
PS-38	MJCC-43	47.55	Hm-Mt Ore in Bre. Andesite
PS-39	"	52.00	Meta Ad. with Mt ball
PS-40	MJCC-44	164.40	Py-Mt-Hm Vein in Meta Ad.
PS-41	"	25.90	Sp Ore in Meta Andesite
PS-42	MJCC-47	32.70	Brecciate Meta Andesite



を分取して、日本に送付した。

#### (4) 鉍量計算

##### ① 重点課題

第1年次及び第2年次で得られたボーリング調査資料に基づき地球統計的手法で、  
またもし同手法の利用が不可能な場合は距離の逆二乗法を用いて鉍量の推定を行う。

##### ② 国内試験

###### 1) 鉍量計算

- イ) 25m×25m (平面) × 10m (深さ) を単位ブロックとして品位を割り付ける。
- ロ) 品位を割り付ける方法は地球統計的手法による。但し同手法の利用が困難な場合は、高試験密度帯において3本以上の試験データを取り込めるような取り込み球を基にした距離の逆二乗法によるものとする。
- ハ) 品位はtotal Cuとsoluble Cu, insoluble Cuの3種類について割り付ける。
- ニ) 埋蔵鉍量の計算を実施する。

###### 2) オープンピットの設計

- イ) 上記鉍量及び想定されるコストに基づきオープンピットの設計を行う。
- ロ) ピット内の鉍量 (可採鉍量) の計算を実施する。

#### (5) 企業化試験

##### ① 重点課題

本鉍床の企業化が可能か否かをDCF法を用いて検討する。

##### ② 現地調査

- イ) DCF法実施に先立ち、その与件値推定のため探査、採鉍、選鉍、事務の各専門家による現地調査を実施する。但し、探査と選鉍についてはボーリング調査と選鉍試験に際して専門家を派遣しているので、企業化調査のための専門家からは除く。
- ロ) 内部利益率を求め、さらに若干の感度分析を行うことにより企業化の可能性を論ずる。

#### 1-3-4 調査団の編成

本調査推進のため、調査計画、協定の折衝及び調査に参加したメンバーは次の通りである。

##### 調査計画及び折衝 (日本国側、第1年次)

野口 晏男	金属鉍業事業団
森川 市参	金属鉍業事業団
両角 春寿	金属鉍業事業団
佐藤 健一	金属鉍業事業団

##### 調査計画及び折衝 (日本国側、第2年次)

逆瀬川敏夫	金属鉍業事業団
猪口 相	通商産業省



鈴木 薫	国際協力事業団
両角 春寿	金属鉱業事業団
水沢 誠一	金属鉱業事業団
調査計画及び折衝（相手国側，第1年次）	
Gaston Fernandez M.	チリ鉱山公社
Silvio Girardi Morales	チリ鉱山公社
Julio Chazarro Ortiz	チリ鉱山公社
Mario Serrano Cavieres	チリ鉱山公社
Pedro Ilabaca Ugarte	チリ鉱山公社
調査計画及び折衝（相手国側，第2年次）	
Julio Chazarro Ortiz	チリ鉱山公社
Pedro Ilabaca Ugarte	チリ鉱山公社
現地調査団（第1年次）	
和田富美雄（団長）	同和工営株式会社
芳沢 浩文〔ボーリング（地質）〕	同和工営株式会社
菊地 豊〔ボーリング（地質）〕	同和工営株式会社
内山 幸二〔ボーリング（地質）〕	同和工営株式会社
棚橋 道郎（物理探査）	同和工営株式会社
椿田 利家（物理探査）	同和工営株式会社
狩野 嘉昭（物理探査）	同和工営株式会社
久恒 政幸〔既存データ解析（選鉱）〕	同和工営株式会社
現地調査団（第2年次）	
神谷 太郎	金属鉱業事業団
伊達 二郎（団長）	同和工営株式会社
芳沢 浩文〔ボーリング（地質）〕	同和工営株式会社
須崎 俊秋〔ボーリング（地質）〕	同和工営株式会社
久恒 政幸（選鉱試験）	同和工営株式会社
小高 竹男（選鉱試験）	同和工営株式会社
田中 宏史（選鉱試験）	同和工営株式会社
井上 千秋（選鉱試験）	同和工営株式会社
水間 洋治（企業化調査）	同和工営株式会社
江口 宗敬（企業化調査）	同和工営株式会社

### 1-3-5 調査期間

第1年次調査は下記のごとく実施された。

国内準備	平成4年10月30日～平成4年11月06日	8日間
現地調査（ボーリング）	平成4年11月07日～平成5年03月08日	122日間
現地調査（物理探査）	平成4年11月28日～平成5年01月27日	61日間
現地調査（既存データ解析・選鉱）	平成5年01月05日～平成5年01月24日	20日間
解析報告書作成	平成5年01月25日～平成5年03月11日	46日間



全調査期間 平成4年10月30日～平成5年03月11日 133日間

第2年次調査は第I-1-3-3表の如く実施された。項目別に見ると次のようになる。

国内準備	平成5年08月20日～平成5年08月22日	3日間
現地試験（選鉱試験）	平成5年08月23日～平成6年01月29日	160日間
国内選鉱試験	平成5年10月18日～平成6年01月15日	90日間
現地調査（ボーリング）	平成5年10月01日～平成5年12月08日	69日間
現地調査（企業化調査）	平成5年11月15日～平成5年12月04日	20日間
鉱量計算	平成5年11月01日～平成5年01月25日	86日間
解析報告書作成	平成5年12月18日～平成6年02月25日	70日間
全調査期間	平成5年08月20日～平成6年02月25日	190日間



第 I - 1 - 3 - 3 表 2 年次調査工程表

項 目	調査員名	調 査 量	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
総 括	伊 選		08/23				12/08			
I	芳 須	3,000 m ± α			10/15 10/15		12/03 12/03			
II	技師 A 技師 B 技師 C	7-クインツ*ガラス測定 浮選試験等			10/18 10/18 10/18				01/15 01/15 01/15	
	恒 中 久 田	7-クインツ*ガラス測定	08/23 08/23		10/10 09/25					
	小 井 久 田	浮選試験 リ-クインツ*試験		10/05 10/05		11/01	11/20		01/29	
III	技師 A 技師 B 技師 C				11/15 11/15			12/22		
IV	水 間 (久 恒) (伊 選) 江 口				11/15			12/04		
	PRE - F/S				11/15			12/04		

注 ; PRE-F/Sの選鉱技師は選鉱試験 (於チリ) の選鉱技師 A が、地質主任技師は総括主任技師が兼ねる。



## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 地形及び水系

調査地域はチリ共和国北部の第Ⅲ州に含まれ、首都サンチャゴからは北へ約900km、州都コピアポからは北へ直線距離約90kmに位置する（巻頭：調査地域位置図，調査範囲図参照）。

調査地域周辺の第Ⅲ州北部及び第Ⅱ州では、地形は海岸側（西側）から順に、

- ① La Cordillera de la Costa （海岸山脈）
- ② La Depresion Central （中央低地）
- ③ La Cordillera de Domeyko （ドメイコ山脈）

から成り、N S系の特徴的な帯状地形に分類されている。

セロネグロ鉱山地域周辺の山系はLos Cerros Floridasと呼ばれており、上記①の海岸山脈の中に位置し、広域的なN S系の地形構造とはやや斜交して、NNE - SSW系の連なりをしている。この山系は安山岩質溶岩類を主体としてやや急峻な地形を呈し、その標高は950～1250mであるが、調査範囲の北には花崗岩類を主体とした標高1316mのCerro Negro山が隣接している。

一方、調査地域周辺の水系は、上記の帯状地形及び山系に大きく支配されており、上流部（東部）ではNNE - SSW系であるが、中・下流部（中・西部）では大きく西に流れを変え、太平洋へと注いでいる。通常、これらの水系には地表水は流れておらず、数年に1度の流水が有る程度であるが、大きな河川では伏流水が確認されている。

### 2-2 気候及び植生

調査地域周辺では、南米大陸の太平洋沿岸を南極から北上するフンボルト海流（寒流）の影響を受け、典型的な沿海性砂漠気候を示す。その特徴は下記の通りである。

- ① 晴天日数が極めて多く、  
年間を通じて殆ど降水が見られず、  
低湿度であるが、  
夜間・早朝に濃霧の発生が多い。
- ② 陸風・海風が強く、  
1日の寒暖の差が激しい。

夏期（12月～2月）の気温は、最高27℃、最低20℃程度であり快適であるが、冬期は最低気温2～5℃に低下する。降雨は、約5年間に1回程度（約20mm）であるが、寒流による沿岸性濃霧によって水分が供給され、植物生態にとって極めて重要な要因と成っている。

植物は、20～30cm以下の丈の低い雑草及びサボテン類が、伏流水や濃霧からの給水の恩恵を受けて、河川跡や山稜に僅かに繁茂しているのみである。

動物は殆ど生息しておらず、トカゲやサソリが稀に観察されるのみである。但し、ドメイコ山脈に近づくにつれて植物が多くなり、これらの植物を食料とする草食性のguanaco（リャマの一種）やキツネが僅かに生息しており、出会う機会も稀にある様である。



### 第3章 一般地質

#### 3-1 アンデス山脈の地質構造

調査地域は、南米大陸の太平洋側を南北に連続する広義のアンデス山脈の中に位置している。この広義のアンデス山脈(Andean Cordillera)は、太平洋側(西側)から順に、

- ① Cordillera de la Costa
- ② Cordillera de los Andes
- ③ Precordillera

の並走する3帯に分類され、この中の①に調査地域のセロネグロ鉱床は位置している。

アンデス山脈は、南米大陸の西縁に連なる南北約9,500km、幅300~700kmの規模を有する褶曲山脈であり、新生代初期に隆起したと考えられている。最高峰のAconcaguaは上記のCordillera de los Andes にあり、その標高は7,021mに達する。

アンデス山脈に関して従来考えられてきた地質構造史は、古生代以降に起こった最低2回の大造山運動により形成されたとする比較的単純なものであり下記の通りである。

- ① カンブリア紀末~デボン紀中期に現在のアンデス山脈の東側にプリ・アンデス沈降帯が生じ、その厚さ10kmにも及ぶ海成層を堆積し、二畳紀中期に隆起・陸化した。
- ② これに引き続き三畳紀末から、その西側に活発な火山活動を伴ったアンデス沈降帯が生じた。この地向斜は白亜紀~古第三紀に花崗閃緑岩を主体とするアンデス・パソリスの侵入を受けて、鮮新世以降は急激に上昇し陸化した。
- ③ 一方、Cordillera de la Costa は horst-graben による標高の低い山脈であり、主としてプリカンブリア紀~古生代の地層を基盤とし、古生代に2回の造山運動を蒙った。
- ④ 鮮新世~第四紀には、アンデス山脈全体にカルクアルカリ岩系の角閃石安山岩を主体とする火成活動が生じ、現在に至る。

しかし、近年の精力的な研究においては、地質構造の詳しい解析がなされており、さらに複雑な地質構造形成史が明かとなってきている。例えば、Mpodozis & Ramos (1989) では、プレートテクトニクスによる大陸の移動・結合、サブダクション帯、付加プリズム帯、マグマ活動、走向移動断層等による明快な説明が試みられている。

#### 3-2 セロネグロ鉱床地域の地質

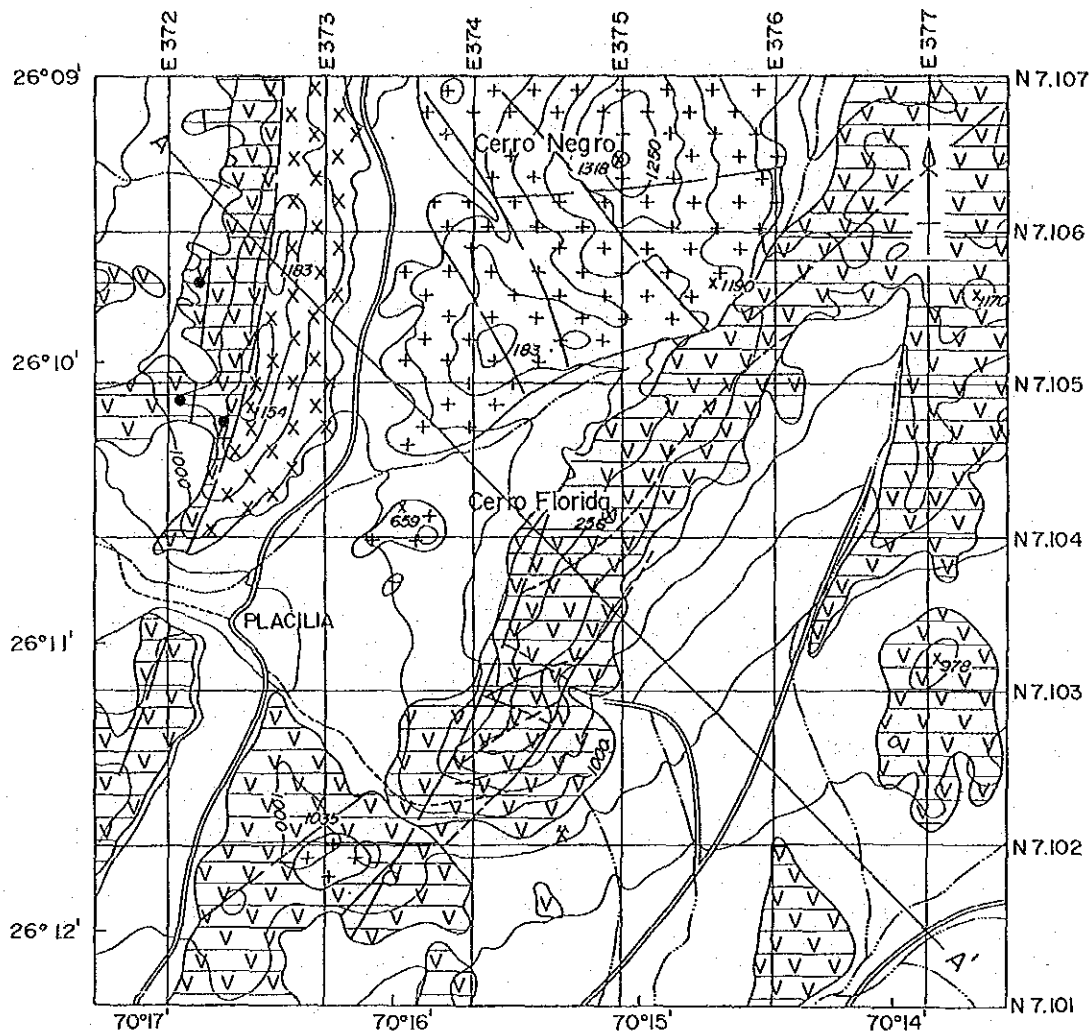
セロネグロ鉱床地域周辺には、古生代~第四紀の地層が分布しており、その概略は次の通りである(第I-3-2-1図、第I-3-2-1表を参照)。

- |                        |               |             |
|------------------------|---------------|-------------|
| ① 沖積層                  | (第四紀)         | 泥流堆積物・崖錐堆積物 |
| ② Atacama砂礫層           | (新第三紀)        | 崖錐堆積物・礫・砂礫層 |
| ③ Los Cerros Floridas層 | (白亜紀前期)       | 安山岩・火山碎屑岩類  |
| ④ La Negra層            | (ジュラ紀後期)      | 安山岩・陸成堆積物   |
| ⑤ Pan de Azucar層       | (ジュラ紀前期)      | 石灰岩・礫岩      |
| ⑥ 基盤変成堆積岩類             | (オルドビス紀~デボン紀) | 珪岩・千枚岩・変石灰岩 |

さらに、深成岩類として以下の3種の貫入複合岩体が認められる。

- ① Sierra Pastenes Batholith (白亜紀前期)






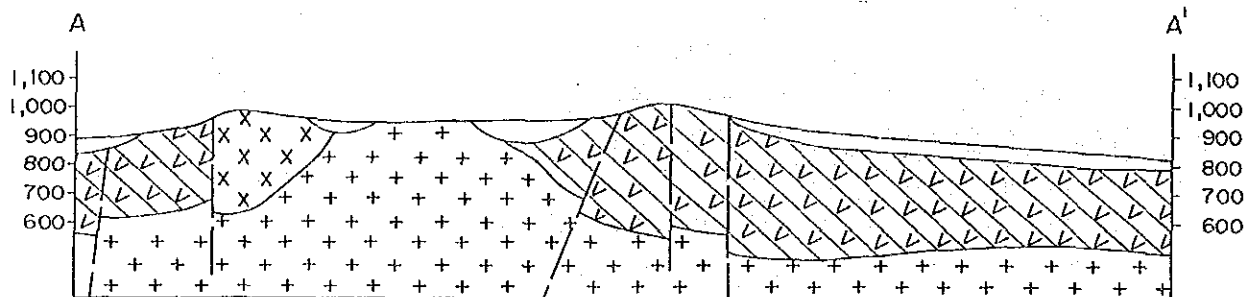
## Regional Geologic Map

### Legend

Quaternary		Alluvial Deposit
Neocomian	Hauterivian	+ + + Sierra Pastenes Batholith (Pegmatitic monzogranite with tourmaline)
	Valanginian	v v v Los Cerros Floridas Formation (Andesite with intercalation of limestone)
Upper Paleozoic	Permian	x x x Cerro del Vetado Batholith (Pegmatitic monzogranite with tourmaline)

### Symbols

 Structural system of the Atacama fault, indicating sunken blocks



第 1 - 3 - 2 - 1 図 広域地質図 After Naranjo (1978)



第 1 - 3 - 2 - 1 表 広域地質層序表

AGE	FORMATION	INTRUSIVES	EVENT
CENOZOIC Quaternary  Tertiary	ALLUVIAL DEPOSITS(Qal) Mud flow & terrace deposits		Uplift of Cordillera Mountains
	TERRACE DEPOSITS(TTt) Terrace deposits with 15-20m thickness		
MESOZOIC Cretaceous  Jurassic  Triassic	LOS CERROS FLORIDAS FORMATION(Kcf) Principally andesitic lava and volcanic sediments	SIERRA PASTENES BATHOLITH(Jksp) Diorite-gabbro and granodiorite	Cordillera Mountains building Volcanism(=Granitic) (Andes batholith) Volcanism(=Andesitic)
	LA NEGRA FORMATION(Jim) Principally andesitic lava and continental sediments in its lowest part	SIERRA MINELLAS BATHOLITH(Jksm) Diorite, granodiorite, monzonite and tonalite	Volcanism(=Granitic) Volcanism(=Andesitic)
	PAN DE AZUCAR FORMATION (Jap) Principally fossiliferous limestone, conglomerate in its lowest part		Sedimentary basin (Andes geosyncline)
PALEOZOIC	BASEMENTS(Pzms) Principally quartzite, phyllite and slate	CERRO DEL VETADO BATHOLITH(Pzsv) Granite	Volcanism(=Granitic)

After Carta Geologia de Chile Zona(1978)



花崗閃緑岩質・斑れい岩質・モンゾニ閃緑岩質・トータル岩質の岩相を伴い、Los Cerros Floridas層に貫入する。

② Sierra Minillas Batholith (ジュラ紀～白亜紀)

閃緑岩質・花崗閃緑岩質及びトータル岩質の岩相を伴い、La Negra層に貫入する。

③ Cerros del Vetado Batholith (二疊紀)

花崗岩を主体とし、トータル岩質・花崗閃緑岩質・アダメライト質の岩相を伴い、基盤の変成岩類に貫入する。

上記の各層は広く Cordillera de la Costa を構成しているが、その中で鉱床生成に大きく関与したと考えられる安山岩質の火成活動は La Negra層とLos Cerros Floridas層に認められ、その概略は以下の通りである。

① La Negra層は、概ねN-S走向で東傾斜を示す。

安山岩及び同質の火山碎屑岩類とそれらに挟在される砂岩で構成される。

安山岩は斑状・暗褐色～暗赤色で溶岩流の構造を認め難い塊状の産状を呈する。

全般的な変質は、斜長石の粘土化・絹雲母化、苦鉄鉱物の不透明鉱物化である。

砂岩は褐色～赤色を呈し、5～20mの単層から構成されている。

層厚は3,000mに達すると推定され、Pan de Azucar 層を整合的に覆う。

② Los Cerros Floridas 層は、セロネグロ鉱床の鉱床母岩である。

走向・傾斜は下位層と類似し、20°Eの単斜構造を示す。

緑色～灰色の斑状安山岩及び角礫状安山岩から構成される。

Cerro Florida の南東には 5～10m の層厚の石灰岩層が分布している。

全般的な変質は、斜長石の絹雲母化、苦鉄鉱物の不透明鉱物化である。

層厚は2,000mに達すると推定され、不整合的にLa Negra層を被覆する。

一方、セロネグロ鉱床地域の特徴としては、アタカマ断層(Falla Atacama)の断層帯の中に存在する事が挙げられる。このアタカマ断層は、南北 700km以上にわたって連続し、地殻深部にまで達する大構造線であると考えられている。その分布は、北はAntofagasta (S24°)から始まり、Copiapo地域を經由して、南はCoquimbo(S30°)に達する。全体としては左横ズレを示すが、局所的及び派生断層では上下運動や右横ズレ傾向を示す場合も認められる。断層帯の幅は、極めて変化に富むが、平均して3～4kmである。その活動は、白亜紀前期には既に開始しており、第四紀に至るまで連続しており、数多くの派生断層を生じている。セロネグロ鉱床地域では、La Negra層、Los Cerros Floridas層及びBatholithに変位を与えており、鉱床地域の各所で横ズレすべり面を確認する事が出来る。セロネグロ鉱床の生成に係わる胚胎の場や関係火成岩は、この大構造線が大きく関与している事が予想される。

### 3-3 調査地域周辺の金属鉱床

調査地域の周辺には多数の鉱徴地及び鉱山(または休鉱山)の分布が知られている。これらは主として Los Cerros Floridas層及び La Negra層の火山岩類を胚胎母岩とした銅鉱床、鉄鉱床及び銅鉄鉱床であり、その形態は脈状、角礫状及び不規則型に分類されている。セロネグロ鉱床地帯が含まれるCarta Geologica de Chile(26°00'-26°20')の範囲約925km<sup>2</sup>内の鉱床を別表に示した(第I-3-3-1表)。



第 1 - 3 - 3 - 1 表 周辺鉱床一覧表

NAME OF MINE	LOCATION	FORM/ORIENTATION	COUNTRY ROCK	TYPE OF ORE MINERALS
ROSARIO	26° 01.0' 70° 15.5'	vein /20° E/90°	diorite	Cu oxides
CARRZALILLO DE LA BOMBAS	26° 01.6' 70° 19.0'	brecciated chimney	monzonite	Cu sulphides Cu/Fe oxides
TONA	26° 05.7' 70° 24.6'	vein /20° W/90°	metaandesite	Fe oxides
ELIANA	26° 05.8' 70° 15.5'	vein /20° E/80° E	metaandesite -granite	Cu sulphides Fe oxides
LA SUERTE	26° 10.0' 70° 15.5'	vein /65° E/90°	metaandesite	Cu oxides/sulphides
DISTRITO MINERO CERRO NEGRO	26° 10.0' 70° 15.2'	veins with various orientation	andesite	Cu oxides/sulphides Fe oxides
DANNY SUR	26° 10.5' 70° 15.5'	irregular form with extension to N/E	metaandesite	Fe oxides
ESPANOLITA	26° 10.7' 70° 18.0'	irregular form with extension to N/S	andesite	Fe oxides
FRESIA	26° 13.5' 70° 17.2'	irregular form	limestone/ andesite	Cu/Fe oxides
COMPADRE	26° 18.3' 70° 16.5'	irregular form	andesite	Fe oxides



この地域で最も重要な鉱床である Carrizalillo de Las Bonbas 鉱山（調査地域の北方）は、1950年代から現在まで小規模採掘（約10人／方）を続けている。その埋蔵鉱量は、銅量で20,000～200,000トンの潜在的規模と評されているが、これまでの出鉱量について信頼できる記録は残されていない。その他の鉱山は総じて小規模であるために記録を止めていない事が多く、ほとんどの鉱山については鉱床規模・採掘期間・出鉱量等の詳細は不明である。

調査地域であるセロネグロ鉱床地帯では、零細採掘業者（ピルキネロ）により、1930年代から断続的に地表部の酸化銅鉱を対象に小規模採掘が行われてきた。一部の鉱区（Cerro Florida 山体の南斜面及び南東斜面）では、硫化鉱を対象とした採掘も行われてきた。近年では、地表下数10mから100m程度の坑内で硫化鉱を対象として稼行している部分もある。しかし、稼行実績に関する詳細な記録は報告されていない。



## 第4章 調査結果の総合検討

### 4-1 地質構造と鉱化作用について

(周辺地質について)

本調査地域には白亜紀・前期のLos Cerros Floridas層が広く分布しており構成岩相としては上位から概ね石灰岩、泥質岩、安山岩質火山碎屑岩、安山岩溶岩の順で認められる。安山岩溶岩は4層のフローユニットが確認できたが、上位2層の溶岩中には泥質岩や安山岩質火砕岩が挟在される事があるため、上位2層の安山岩溶岩とその上位を上部 Los Cerros Floridas層、下位2層の安山岩溶岩を下部Los Cerros Floridas層とした。

Los Cerros Floridas層生成後にアタカマ断層が発生しそれに平行するNNE-SSW方向の断層が本地域内にも発生した。これがNNE-SSW系断層(Los Cerros Floridas W. Fault & Los Cerros Floridas E. Fault)であり、さらにそれと同時かやや後にNW-SEとNE-SWの2方向の派生断層が発生した。これら断層活動の発生時期は鉄鉱化作用及び銅鉱化作用の前と考えられるが、これら鉱化帯が断層で移動したような現象も見られるのでその終了時期はかなり後期という可能性がある。なお西側のNNE-SSW系断層(Los Cerros Floridas W. Fault)に伴って断層破碎帯が生成された。

“熱水角礫岩”の成因となった角礫化作用が、断層活動開始と同時またはその後に発生したと思われる。何故なら“熱水角礫岩”の分布は断層に規制されており、断層が錯綜する場所に卓越しているから。“熱水角礫岩”の原岩は上部Los Cerros Floridas層の安山岩等を主とし、深度150m以浅に広く分布するが、その形状は不規則でかつ層理面と斜交する。また深部に存在する下部Los Cerros Floridas層中に層状及び脈状に“熱水角礫岩”が認められる場合もわずかながらある。

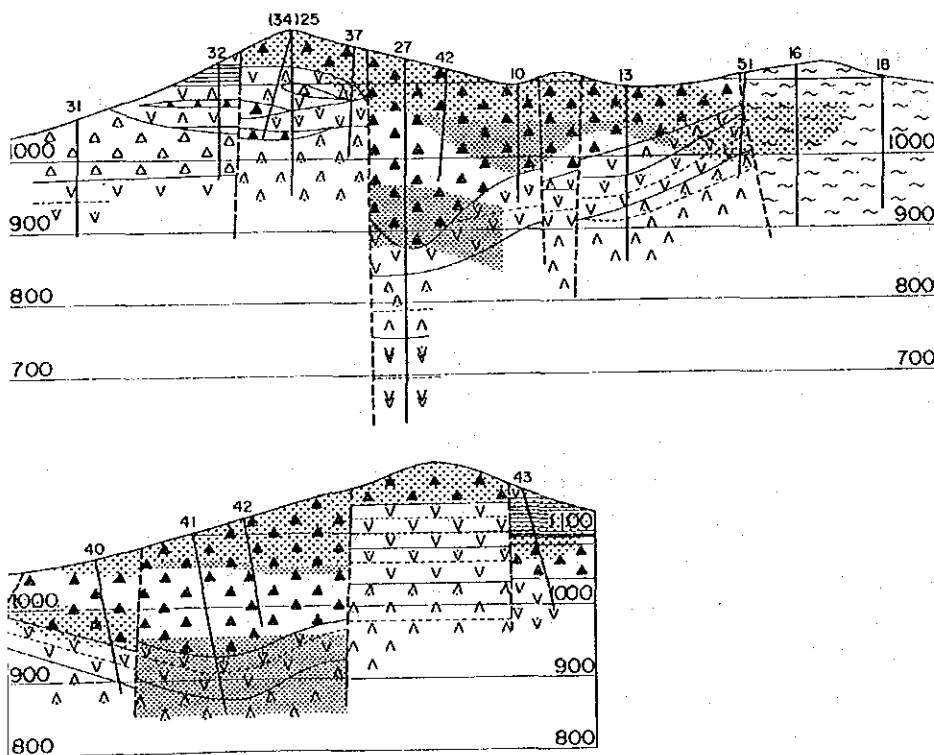
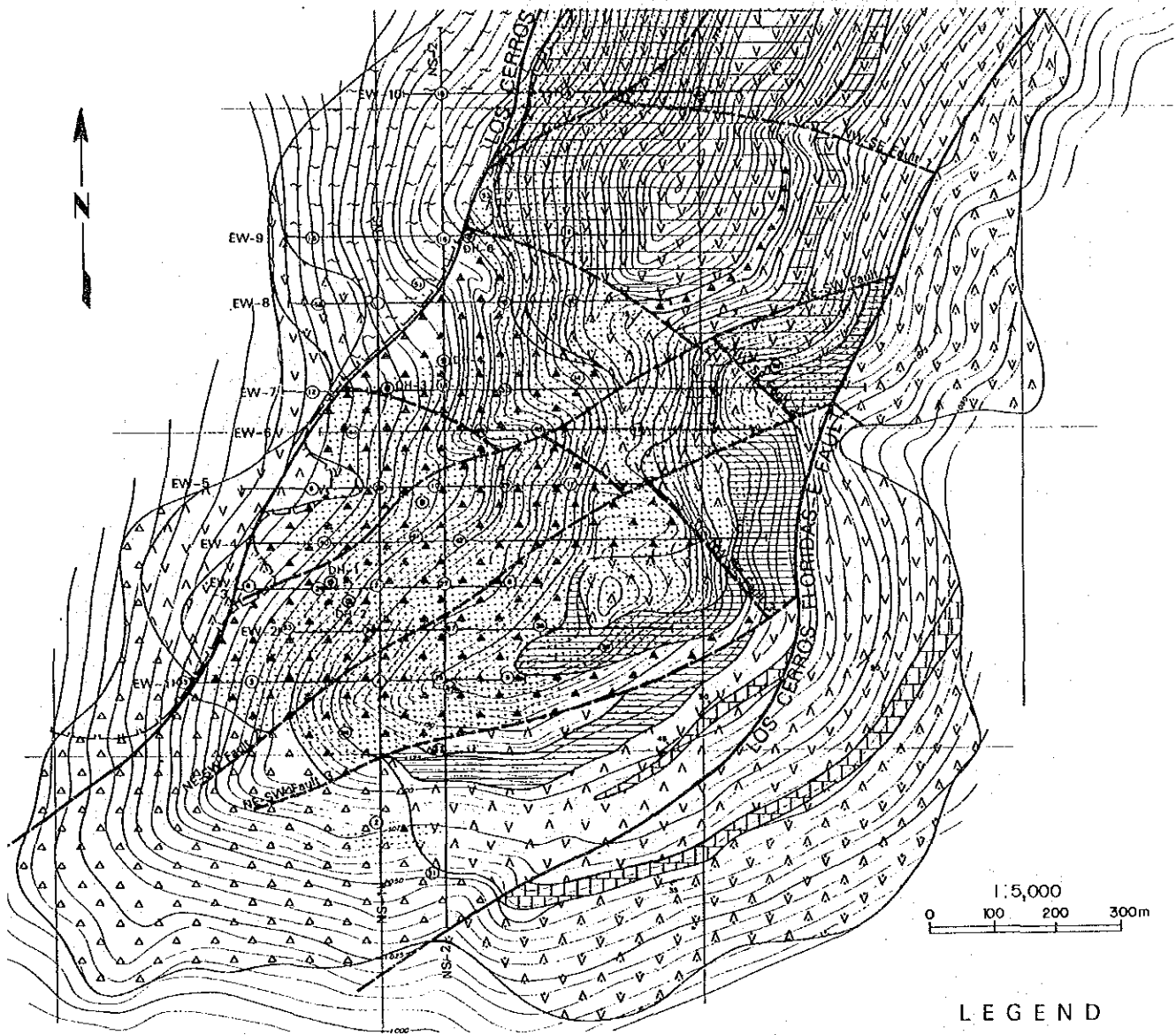
“熱水角礫岩”の生成と同時かそれ以降に磁鉄鉱、鏡鉄鉱を主とする鉄鉱化作用が発生した。“熱水角礫岩”の中心部では角礫の基質部を埋めるような形状で鉄鉱石が存在するが、周辺部では安山岩中の鉄鉱石脈のような形状を呈する。

鉄鉱化作用の後に黄銅鉱、黄鉄鉱を主とする銅鉱化作用が発生した。鉄鉱物と銅鉱物間に共生組織が認められない事、及び鉄鉱物に富む部分を硫化鉱物が脈状に切る現象が認められるがその逆は見られない事から銅鉱化時期の方が鉄鉱化時期より後と考える。さらにこれら銅鉱物や鉄鉱物が酸化作用を蒙り酸化銅鉱床が生成された。以上の状況を第I-4-1-1図(周辺地質図及び断面図)として示す。

(地質構造について)

前述の如く白亜期末期のアタカマ断層と同時にNNE-SSW系のLos Cerros Floridas断層が形成された。Los Cerros Floridas W.断層周辺部には最大幅200m以上の破碎帯が生じこれら破碎帯は方解石、石膏、少量の絹雲母やカオリンのため白色を呈する。垂直方向の断層落差は約100mで東側が落ちているようである。走向方向のずれは相当ありそうであるが詳細は不明である。Los Cerros Floridas E.断層も東落としてその垂直落差は100m以上、走向方向のずれは不明である。Los Cerros Floridas W.断層のみ破碎帯を伴いかつ変質鉱物が認められるのは、その西側近傍に同じく白亜紀であるがLos Cerros Floridas層よりやや後期の花崗岩質岩が進入しているためかもしれない。





## LEGEND

- Silicified rock and Cataclaste
- "Hydrothermal Breccia" (Brecciated Andesite abundant in Magnetite, Hematite and Specularite Ore)

- Plagioclase phenocryst-rich andesite lava
- Aphyric andesite lava
- Intercalated beds
  - Mudstone, Sandstone and Tuff
  - Brecciated andesite (Volcanic and Tuff Breccia)
  - Lapilli Tuff, Tuff Breccia and Andesite lava

## LOS CERRILLOS FLORIDAS FORMATION

### Upper Unit

#### Andesite 4

- Plagioclase phenocryst-rich andesite lava
- Aphyric andesite lava

#### Andesite 3

- Plagioclase phenocryst-rich andesite lava
- Aphyric andesite lava

#### Andesite 2

- Plagioclase phenocryst-rich andesite lava
- Aphyric andesite lava

#### Andesite 1

- Plagioclase phenocryst-rich andesite lava
- Aphyric andesite lava

### Lower Unit

#### Andesite 1

#### Andesite 2

#### Andesite 3

#### Andesite 4

#### Andesite 5

#### Andesite 6

#### Andesite 7

#### Andesite 8

#### Andesite 9

#### Andesite 10

#### Andesite 11

#### Andesite 12

#### Andesite 13

#### Andesite 14

#### Andesite 15

#### Andesite 16

#### Andesite 17

#### Andesite 18

#### Andesite 19

#### Andesite 20

#### Andesite 21

#### Andesite 22

#### Andesite 23

#### Andesite 24

#### Andesite 25

#### Andesite 26

#### Andesite 27

#### Andesite 28

#### Andesite 29

#### Andesite 30

#### Andesite 31

#### Andesite 32

#### Andesite 33

#### Andesite 34

#### Andesite 35

#### Andesite 36

#### Andesite 37

#### Andesite 38

#### Andesite 39

#### Andesite 40

#### Andesite 41

#### Andesite 42

#### Andesite 43

#### Andesite 44

#### Andesite 45

#### Andesite 46

#### Andesite 47

#### Andesite 48

#### Andesite 49

#### Andesite 50

#### Andesite 51

#### Andesite 52

#### Andesite 53

#### Andesite 54

#### Andesite 55

#### Andesite 56

#### Andesite 57

#### Andesite 58

#### Andesite 59

#### Andesite 60

#### Andesite 61

#### Andesite 62

#### Andesite 63

#### Andesite 64

#### Andesite 65

#### Andesite 66

#### Andesite 67

#### Andesite 68

#### Andesite 69

#### Andesite 70

#### Andesite 71

#### Andesite 72

#### Andesite 73

#### Andesite 74

#### Andesite 75

#### Andesite 76

#### Andesite 77

#### Andesite 78

#### Andesite 79

#### Andesite 80

#### Andesite 81

#### Andesite 82

#### Andesite 83

#### Andesite 84

#### Andesite 85

#### Andesite 86

#### Andesite 87

#### Andesite 88

#### Andesite 89

#### Andesite 90

#### Andesite 91

#### Andesite 92

#### Andesite 93

#### Andesite 94

#### Andesite 95

#### Andesite 96

#### Andesite 97

#### Andesite 98

#### Andesite 99

#### Andesite 100

#### Andesite 101

#### Andesite 102

#### Andesite 103

#### Andesite 104

#### Andesite 105

#### Andesite 106

#### Andesite 107

#### Andesite 108

#### Andesite 109

#### Andesite 110

#### Andesite 111

#### Andesite 112

#### Andesite 113

#### Andesite 114

#### Andesite 115

#### Andesite 116

#### Andesite 117

#### Andesite 118

#### Andesite 119

#### Andesite 120

#### Andesite 121

#### Andesite 122

#### Andesite 123

#### Andesite 124

#### Andesite 125

#### Andesite 126

#### Andesite 127

#### Andesite 128

#### Andesite 129

#### Andesite 130

#### Andesite 131

#### Andesite 132

#### Andesite 133

#### Andesite 134

#### Andesite 135

#### Andesite 136

#### Andesite 137

#### Andesite 138

#### Andesite 139

#### Andesite 140

#### Andesite 141

#### Andesite 142

#### Andesite 143

#### Andesite 144

#### Andesite 145

#### Andesite 146

#### Andesite 147

#### Andesite 148

#### Andesite 149

#### Andesite 150

#### Andesite 151

#### Andesite 152

#### Andesite 153

#### Andesite 154

#### Andesite 155

#### Andesite 156

#### Andesite 157

#### Andesite 158

#### Andesite 159

#### Andesite 160

#### Andesite 161

#### Andesite 162

#### Andesite 163

#### Andesite 164

#### Andesite 165

#### Andesite 166

#### Andesite 167

#### Andesite 168

#### Andesite 169

#### Andesite 170

#### Andesite 171

#### Andesite 172

#### Andesite 173

#### Andesite 174

#### Andesite 175

#### Andesite 176

#### Andesite 177

#### Andesite 178

#### Andesite 179

#### Andesite 180

#### Andesite 181

#### Andesite 182

#### Andesite 183

#### Andesite 184

#### Andesite 185

#### Andesite 186

#### Andesite 187

#### Andesite 188

#### Andesite 189

#### Andesite 190

#### Andesite 191

#### Andesite 192

#### Andesite 193

#### Andesite 194

#### Andesite 195

#### Andesite 196

#### Andesite 197

#### Andesite 198

#### Andesite 199

#### Andesite 200

#### Andesite 201

#### Andesite 202

#### Andesite 203

#### Andesite 204

#### Andesite 205

#### Andesite 206

#### Andesite 207

#### Andesite 208

#### Andesite 209

#### Andesite 210

#### Andesite 211

#### Andesite 212

#### Andesite 213

#### Andesite 214

#### Andesite 215

#### Andesite 216

#### Andesite 217

#### Andesite 218

#### Andesite 219

#### Andesite 220

#### Andesite 221



NNE-SSW系と同時かそれ以降にNW-SE方向の派生断層が生じその多くは南側落としてであるが詳細は付録の断面図を参照されたい。またNE-SW方向の左横ずれ断層もNW-SE方向の派生断層とほとんど同時かその直後に発生し、その多くは西側落としてである。派生断層の垂直方向の落差は数十m以下である。走向方向のずれは断層が錯綜しているため詳細は不明である。

要約すると本地域の東西両側にNNE-SSW系のLos Cerros Floridas断層が2本走り、いずれの場合も断層の東側が落ちた形状を示している。そしてこれら2本の断層間にNE-SWとNW-SEの2系列の断層群が認められる。

#### （“熱水角礫岩”と鉄鉱化作用について）

“熱水角礫岩”は断層の錯綜した場所を中心として浅所に広く分布し、その広がりは一西約700m、南北約800m、垂直方向約150m程度を示すが地層の層理面を切っており、詳細には複雑な形状を示す。安山岩の径数cmから十数cmの角礫の間を磁鉄鉱や鏡鉄鉱、少量の石英等が埋めたような組織が特徴的である。磁鉄鉱や鏡鉄鉱に囲まれた安山岩礫の外縁部が厚さ数mmにわたって白色変質を蒙っている現象もしばしば認められた。“熱水角礫岩”の分布と鉄鉱化作用の及んだ範囲は概ね一致するが周辺部では鉄鉱物量がやや減少し、石英が増加する傾向がある。“熱水角礫岩”の角礫化の原因は明かではないが鉄鉱化作用に先立つ揮発性物質の放出で角礫化されたのではないだろうか。その後鏡鉄鉱・磁鉄鉱を主とする熱水作用により鉄鉱化作用がもたらされたものと推定する。

#### （銅鉱化作用について）

銅鉱化作用は鉄鉱化作用の後、母岩中にもたらされたと考えられる。なぜならば銅鉱物と鉄鉱物の共生組織が見られない事及び銅鉱脈が鉄鉱物帯を切る現象が見られる事による。

銅鉱物に富む鉱体は見かけ上、2～3層準存在するように見えるが、その産状から考えて生成時期は母岩より後と思われる。従って母岩より後にもたらされた銅鉱化作用が母岩中に選択的に沈澱し見かけ上、2～3層の鉱体を形成したと考える。

### 4-2 鉱床について

#### （鉱体の分布について）

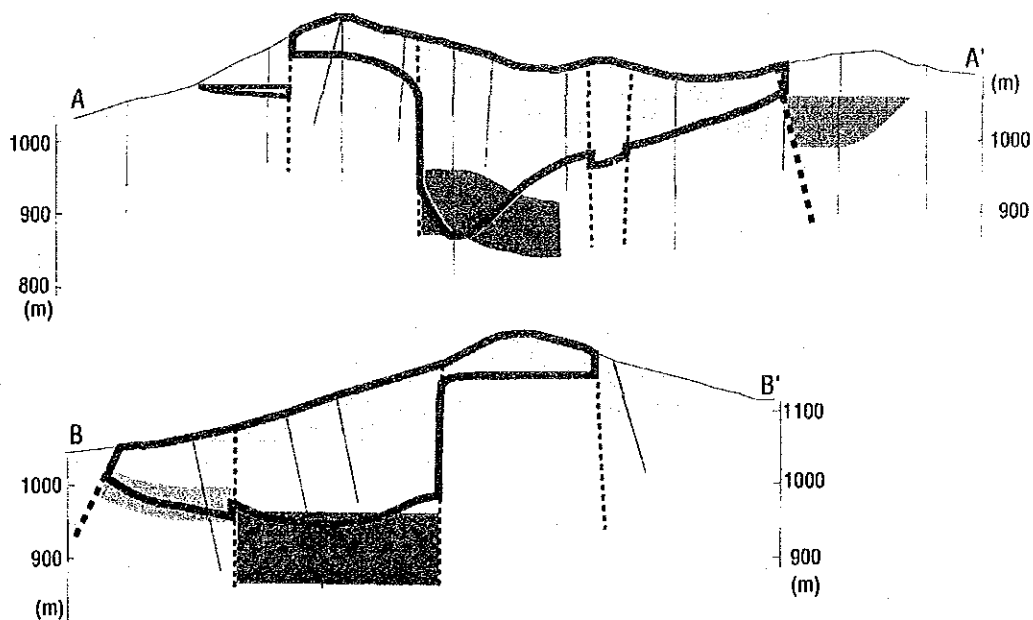
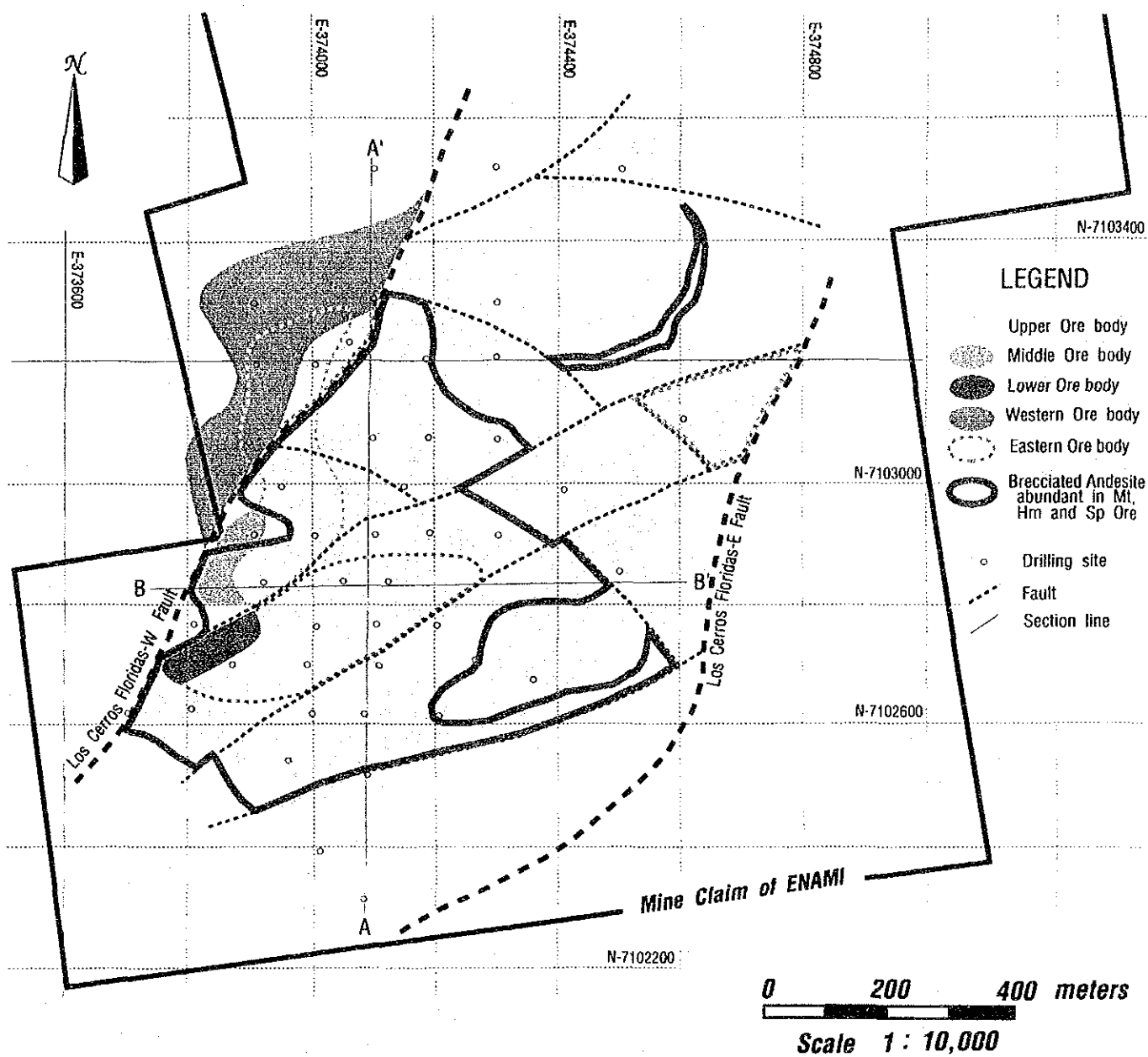
銅鉱化作用は調査地域内の上部を広く覆うように分布する上部鉱体、上部鉱体の中心部付近下位に厚さ20～80mの不毛部を挟んで下部鉱体が存在する。2本のLos Cerros Floridas断層間北西部の上部鉱体下部に存在する鉱体は層準的にも鉱質的にも下部鉱体と若干異なるため中部鉱体とした。Los Cerros Floridas W.断層の西部に存在する鉱体を西部鉱体、MJCC-52号下部で捕捉した鉱体を東部鉱体としたが、両者とも層準的にも鉱質的にも下部鉱体に類似している。しかし下部鉱体とは平面的にやや距離があるためそれぞれ西部鉱体、東部鉱体とした。これら各鉱体の位置関係を図示したのが第I-4-2-1図である。

上部鉱体の母岩の大部分は“熱水角礫岩”と呼ばれる物であるが、上部Los Cerros Floridas層の一部もその母岩としている。中部鉱体と下部鉱体はいずれも“熱水角礫岩”と上部Los Cerros Floridas層の下部安山岩を主たる母岩とするが、付録の断面図から明かなように層準がやや異なるし、後述の如く鉱質も若干異なるため別鉱体とした。東部鉱体









第 1 - 4 - 2 - 1 图 鉍体分布图







は平面的にやや離れているため独立鉱体としたが、層準的にも鉱質的にも下部鉱体と同一と考える。西部鉱体もやはり下部鉱体、東部鉱体と同一と思われるが、実際の母岩はLos Cerros Floridas W.断層に伴われる破碎帯である。破碎帯の原岩は判然としないが、上部Los Cerros Floridas層であろう。

地質図上の断層パターンと各鉱体の分布形状との間に明瞭な関係は認められないが、調査地域内中央部の断層が錯綜した部分に量的にも品位的にも優勢な鉱床が存在するので、やはり断層による構造規制を受けていると思われる。従って断層の形成開始時期は鉱床生成時期より以前であるが、鉱体が断層により変位している現象が断面図上で見られる。これは断層の活動が1時期のみでなく、断続的に長期間継続した可能性を示唆するものである。

#### (鉱石の産状について)

上部鉱体は浅所に広く分布するがその上部では銅鉱物の多くが酸化作用を受けた酸化鉱帯が、その下部には酸化銅鉱物と硫化銅鉱物の混在する混合鉱帯や硫化鉱物の卓越する硫化鉱帯が存在する。

中部鉱体、下部鉱体、西部鉱体、東部鉱体は一般的には硫化鉱物の卓越する硫化鉱帯のみから成る場合が多いが、これら鉱帯と断層の交差点近辺に酸化鉱帯の見られる事がある。従って酸化鉱帯にはこのような構造的酸化鉱帯と地表からの影響による通常の酸化鉱帯の2種に分類可能である。中部鉱体は硫化鉱物に富むとは言うものの混合鉱帯や酸化鉱帯の挟在も多く下部鉱体、西部鉱体、東部鉱体とは様相をやや異にする。

各孔別の品位要約表を参考までに第I-4-2-1(1)&(2)表として示す。

酸化鉱帯中の主たる銅鉱物はアタカマ鉱(atacamite)、孔雀石(malachite)と胆ばん(chalcanthite)でありその他に少量の珪孔雀石(chrysocolla)、藍銅鉱(azurite)、輝銅鉱(chalcocite)、銅藍(Covellite)が存在する。いずれも多くの場合は薄膜状を呈するが、アタカマ鉱と胆ばんは自形結晶として認められる事もある。共存する鉄鉱物も多くの場合は酸化作用のため赤鉄鉱や褐鉄鉱であるが鏡鉄鉱や磁鉄鉱が残存している場合も多い。

硫化鉱帯では黄鉄鉱・黄銅鉱が母岩中に鉱染状・網状に、時には幅30cm程の脈状に認められる。また輝銅鉱を伴う場合もある。共存する鉄鉱物は鏡鉄鉱・磁鉄鉱である。混合鉱帯ではこれらの酸化鉱物と硫化鉱物が密接に共存している。但し混合鉱帯は酸化鉱帯と錯綜して存在するため独自のゾーンとしての表示は困難である。脈石鉱物としてはいずれも石英が主であり方解石の認められる事もある。

#### 4-3 物理探査結果について

試錐孔を利用したIP検層、試錐岩芯の物性測定(IP特性、比抵抗値、磁化率)及びそれらを基に既存の地表IP調査資料と磁気調査資料の再解析を1年次を実施した。その結果次の諸点が明かとなった。

- ①高IP・低抵抗異常の原因は、MJCC-7号試錐を中心とした黄銅鉱と黄鉄鉱の濃集した鉱化帯の存在による。
- ②高磁気異常の原因は磁鉄鉱の濃集に起因したものであり、MJCC-10 & 13を中心として上記銅鉱化帯の周辺に分布する鉄鉱化帯に対応する。鉄鉱化帯中に硫化鉱物が含まれるか



第1—4—2—1(1)表 各孔別品位一覽表 (MJCC-1~30)

MJCC No.	Mineralized Zone	Depth(m)	Thick. (m)	T-Cu (%)	S-Cu (%)	I-Cu (%)	S/I	Type of Mineralization	Ore bodies
1	A	84 ~ 98	15	0.66	0.11	0.55	0.20	Sulfide Zone	Upper C.
"	B	171 ~ 198	28	0.85	0.00	0.85	0.00	Sulfide Zone	Middle C.
2	A	4 ~ 13	10	0.46	0.19	0.27	0.70	Mixed Zone	Upper C.
"	B	25 ~ 35	11	0.50	0.18	0.32	0.56	Mixed Zone	"
3	A	15 ~ 28	14	0.68	0.24	0.44	0.55	Mixed Zone	Upper C.
"	B	55 ~ 95	41	0.84	0.63	0.21	3.00	Oxide Zone	"
"	C	116 ~ 125	10	0.53	0.16	0.37	0.43	Sulfide Zone	"
4	A	1 ~ 10	10	0.49	0.35	0.14	2.50	Oxide Zone	Upper C.
"	B	50 ~ 59	10	0.76	0.45	0.31	1.45	Mixed Zone	"
5	A	27 ~ 36	10	0.45	0.36	0.09	4.00	Oxide Zone	Upper C.
"	B	42 ~ 52	11	1.84	1.73	0.11	15.73	Oxide Zone	"
"	C	63 ~ 72	10	0.68	0.57	0.11	5.18	Oxide Zone	"
"	D	159 ~ 168	10	0.64	0.02	0.62	0.03	Sulfide Zone	Other(Lower C. ?)
7	A	1 ~ 38	38	0.89	0.77	0.12	6.42	Oxide Zone	Upper C.
"	B	47 ~ 59	13	0.54	0.37	0.17	2.18	Oxide Zone	"
"	C	77 ~ 86	10	0.53	0.13	0.40	0.33	Sulfide Zone	Lower C.
"	D	127 ~ 152	26	1.09	0.05	1.04	0.05	Sulfide Zone	"
10	A	1 ~ 11	11	0.59	0.40	0.19	2.11	Oxide Zone	Upper C.
"	B	17 ~ 33	17	0.86	0.49	0.37	1.32	Mixed Zone	"
"	C	37 ~ 50	14	1.09	0.81	0.28	2.89	Oxide Zone	"
"	D	54 ~ 102	49	0.72	0.04	0.68	0.06	Sulfide Zone	"
12	A	80 ~ 89	10	0.61	0.03	0.58	0.05	Sulfide Zone	West. W.
"	B	116 ~ 148	33	0.71	0.01	0.70	0.01	Sulfide Zone	Middle C.
16	A	50 ~ 59	10	0.93	0.45	0.48	0.94	Mixed Zone	Middle C.
"	B	85 ~ 94	10	0.67	0.35	0.32	1.09	Mixed Zone	"
"	C	101 ~ 111	11	0.46	0.01	0.45	0.02	Sulfide Zone	"
17	A	12 ~ 21	10	0.54	0.27	0.27	1.00	Mixed Zone	Upper C.
"	B	41 ~ 55	15	0.89	0.56	0.33	1.70	Oxide Zone	"
19	A	12 ~ 22	11	0.50	0.20	0.30	0.67	Mixed Zone	Upper C.
"	B	27 ~ 38	12	0.49	0.22	0.27	0.81	Mixed Zone	"
"	C	54 ~ 70	17	1.00	0.59	0.41	1.44	Mixed Zone	"
20	A	1 ~ 18	18	0.59	0.36	0.23	1.57	Oxide Zone	Upper C.
"	B	117 ~ 126	10	0.60	0.43	0.17	2.53	Oxide Zone	"
21	A	185 ~ 194	10	0.61	0.10	0.51	0.20	Sulfide Zone	Other(Lower C. ?)
24	A	31 ~ 40	10	0.84	0.60	0.24	2.50	Oxide Zone	Upper C.
25	A	3 ~ 21	19	0.52	0.30	0.22	1.36	Mixed Zone	Upper C.
26	A	110 ~ 119	10	1.24	0.04	1.20	0.03	Sulfide Zone	Lower C.
27	A	11 ~ 20	10	0.47	0.16	0.31	0.52	Mixed Zone	Upper C.
"	B	32 ~ 45	14	0.93	0.73	0.20	3.65	Oxide Zone	"
"	C	51 ~ 72	22	0.57	0.26	0.31	0.84	Mixed Zone	"
"	D	195 ~ 210	16	0.53	0.04	0.49	0.08	Sulfide Zone	Lower C.
"	E	231 ~ 242	12	1.60	0.08	1.52	0.05	Sulfide Zone	"
28	A	44 ~ 53	10	0.51	0.26	0.25	1.04	Mixed Zone	Upper C.
"	B	69 ~ 78	10	0.61	0.39	0.22	1.77	Oxide Zone	"
29	A	3 ~ 12	10	0.73	0.46	0.27	1.70	Oxide Zone	Upper C.
"	B	38 ~ 64	27	0.85	0.49	0.36	1.36	Mixed Zone	"
"	C	84 ~ 101	18	0.59	0.05	0.54	0.09	Sulfide Zone	"
"	D	110 ~ 119	10	3.13	0.26	2.87	0.09	Sulfide Zone	"
"	E	133 ~ 156	24	3.80	0.04	3.76	0.01	Sulfide Zone	"
30	A	32 ~ 42	11	0.54	0.26	0.28	0.93	Mixed Zone	Upper C.
"	B	56 ~ 66	11	0.67	0.04	0.63	0.06	Sulfide Zone	"
"	C	70 ~ 96	27	0.65	0.30	0.35	0.86	Mixed Zone	"

Upper C. : Upper Ore bodies in the Central block  
 Middle C. : Middle Ore bodies in the Central block  
 Lower C. : Lower Ore bodies in the Central block  
 East. C. : Eastern Ore bodies in the Central block  
 West. W. : Western Ore bodies in the Western block



第 I—4—2—1(2)表 各孔別品位一覽表 (MJCC-31~53)

MJCC No.	Mineralized Zone	Depth(m)	Thick. (m)	T-Cu (%)	S-Cu (%)	I-Cu (%)	S/I	Type of Mineralization	Ore bodies
34	A	7 ~ 34	28	0.75	0.45	0.30	1.50	Oxide Zone	Upper C.
35	A	1 ~ 10	10	1.54	1.33	0.21	6.33	Oxide Zone	Upper C.
"	B	66 ~ 80	15	1.68	1.49	0.19	7.84	Oxide Zone	Middle C.
"	C	107 ~ 122	16	0.73	0.51	0.22	2.32	Oxide Zone	"
"	D	126 ~ 139	14	0.55	0.15	0.40	0.37	Sulfide Zone	"
36	A	31 ~ 44	14	0.60	0.26	0.34	0.76	Mixed Zone	Upper C.
"	B	118 ~ 127	10	0.64	0.27	0.37	0.73	Mixed Zone	Middle C.
37	A	1 ~ 10	10	0.84	0.43	0.41	1.05	Mixed Zone	Upper C.
"	B	19 ~ 38	20	0.76	0.50	0.26	1.92	Oxide Zone	"
"	C	61 ~ 70	10	0.69	0.32	0.37	0.86	Mixed Zone	"
38	A	25 ~ 34	10	1.01	0.86	0.15	5.73	Oxide Zone	Upper C.
"	B	41 ~ 52	12	0.71	0.50	0.21	2.38	Oxide Zone	"
39	A	29 ~ 57	29	0.55	0.21	0.34	0.62	Mixed Zone	Upper C.
"	B	98 ~ 109	12	0.44	0.20	0.24	0.83	Mixed Zone	"
40	A	1 ~ 10	10	0.99	0.59	0.40	1.48	Mixed Zone	Upper C.
"	B	33 ~ 42	10	0.44	0.09	0.35	0.26	Sulfide Zone	Other(Upper C. ?)
"	C	74 ~ 84	11	0.69	0.30	0.39	0.77	Mixed Zone	Middle C.
"	D	120 ~ 129	10	0.43	0.03	0.40	0.08	Sulfide Zone	"
41	A	13 ~ 26	14	0.66	0.48	0.18	2.67	Oxide Zone	Upper C.
"	B	151 ~ 160	10	2.03	0.14	1.89	0.07	Sulfide Zone	Lower C.
"	C	172 ~ 190	19	0.50	0.01	0.49	0.02	Sulfide Zone	"
"	D	220 ~ 229	10	1.07	0.01	1.06	0.01	Sulfide Zone	"
"	E	239 ~ 250	12	1.55	0.03	1.52	0.02	Sulfide Zone	"
42	A	1 ~ 13	13	0.65	0.43	0.22	1.95	Oxide Zone	Upper C.
"	B	21 ~ 38	18	0.77	0.56	0.21	2.67	Oxide Zone	"
"	C	52 ~ 67	16	0.94	0.49	0.45	1.09	Mixed Zone	"
"	D	80 ~ 89	10	0.47	0.11	0.36	0.31	Sulfide Zone	"
43	A	2 ~ 19	18	0.45	0.42	0.03	14.00	Oxide Zone	Upper C.
"	B	34 ~ 51	18	0.81	0.62	0.19	3.26	Oxide Zone	"
"	C	66 ~ 81	16	0.44	0.22	0.22	1.00	Mixed Zone	"
44	A	63 ~ 72	10	0.60	0.07	0.53	0.13	Sulfide Zone	Middle C.
"	B	153 ~ 162	10	0.65	0.15	0.50	0.30	Sulfide Zone	"
45	A	1 ~ 11	11	0.79	0.59	0.20	2.95	Oxide Zone	Upper C.
"	B	50 ~ 60	11	0.65	0.05	0.60	0.08	Sulfide Zone	"
46	A	14 ~ 24	11	0.80	0.55	0.25	2.20	Oxide Zone	Upper C.
"	B	55 ~ 70	16	0.61	0.16	0.45	0.36	Sulfide Zone	"
47	A	26 ~ 35	10	0.92	0.68	0.24	2.83	Oxide Zone	Upper C.
"	B	79 ~ 88	10	2.22	1.92	0.30	6.40	Oxide Zone	"
48	A	119 ~ 147	29	0.57	0.00	0.57	0.00	Sulfide Zone	Middle C.
49	A	11 ~ 31	21	0.82	0.46	0.36	1.28	Mixed Zone	Upper C.
"	B	34 ~ 45	12	0.47	0.18	0.29	0.62	Mixed Zone	"
"	C	51 ~ 61	11	0.60	0.40	0.20	2.00	Oxide Zone	"
50	A	2 ~ 31	30	0.52	0.26	0.26	1.00	Mixed Zone	Upper C.
"	B	39 ~ 49	11	0.64	0.39	0.25	1.56	Oxide Zone	"
"	C	70 ~ 79	10	0.59	0.48	0.11	4.36	Oxide Zone	"
51	A	113 ~ 122	10	0.34	0.02	0.32	0.06	Sulfide Zone	Upper C.
52	A	7 ~ 36	30	0.56	0.33	0.23	1.43	Mixed Zone	Upper C.
"	B	54 ~ 63	10	0.46	0.14	0.32	0.44	Sulfide Zone	Other(Upper C. ?)
"	C	140 ~ 151	12	1.48	0.06	1.42	0.04	Sulfide Zone	East. C.
"	D	190 ~ 199	10	0.97	0.16	0.81	0.20	Sulfide Zone	"
53	A	17 ~ 28	12	1.58	1.21	0.37	3.27	Oxide Zone	Upper C.

Upper C. : Upper Ore bodies in the Central block

Middle C. : Middle Ore bodies in the Central block

Lower C. : Lower Ore bodies in the Central block

East. C. : Eastern Ore bodies in the Central block

West. W. : Western Ore bodies in the Western block



否かは比抵抗値で判断が可能である。すなわち硫化鉱物が含まれる場合は比抵抗値が低下する。

第2年次への提言として深部及び側方への探査を提案しているが、前述のような理由により第2年次は物理探査を実施しなかった。

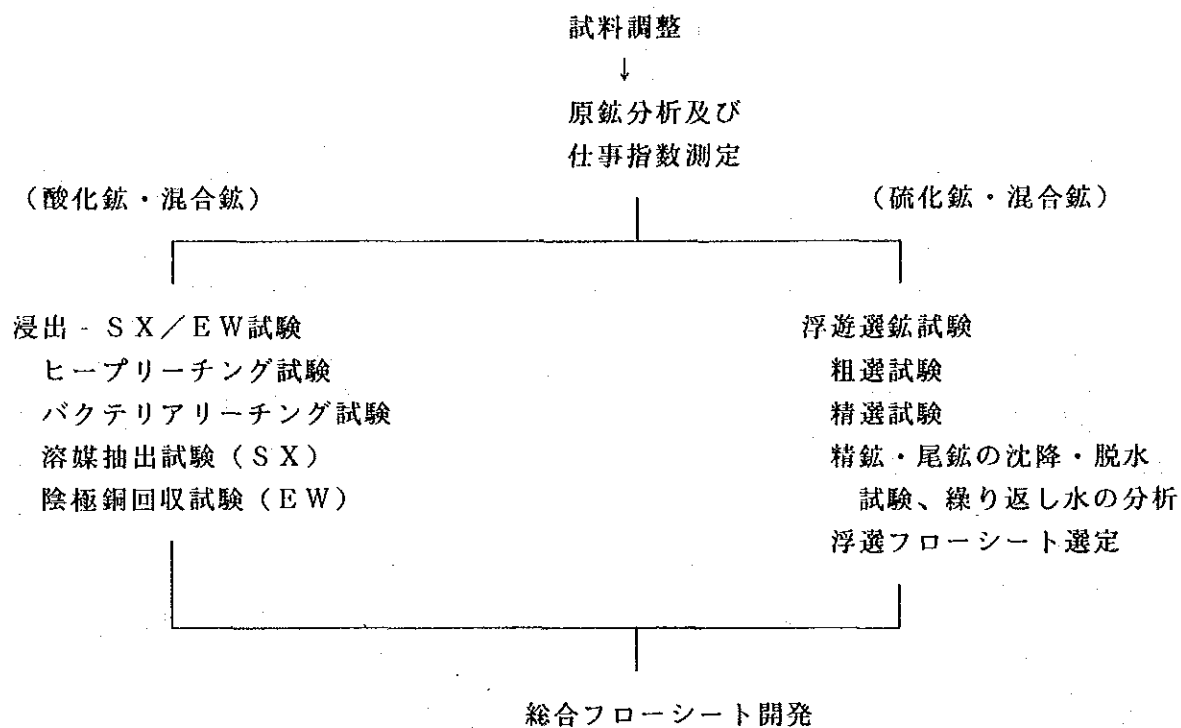
#### 4-4 選鉱試験結果について

セロネグロ鉱床を企業化する場合の最適処理フローシートを開発し、全体の選鉱成績を推定すると共に、選鉱場設計のための諸元を得るため、現地チリ共和国のCENTRO DE INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA (略称; C I M M) に試験を委託した。サンプルは1992年度に実施した試錐で得られたコアを用い、上部鉱体の酸化鉱石1種(略称; O X - 1), 上部鉱体と西部鉱体の混合鉱石2種(略称; M C - 1、M W - 2), 上部鉱体と西部鉱体の硫化鉱石2種(略称; S C - 1, S W - 2), 合計5種の鉱石に対する浮遊選鉱試験、及びヒープリーチング・S X / E Wなどの選鉱試験を行った。その結果、上部鉱体の酸化鉱石と西部鉱体の混合鉱石(いずれもSol. Cu/Total Cuの比率が50%程度)の処理にはヒープリーチング(バクテリアリーチングを含む)・S X / E Wによる方法が適しており、その浸出率は約76%であると見込まれた。上部鉱体の混合鉱石(Sol. Cu/Total Cuの比率が20%以下)と全体の硫化鉱石には、従来の浮遊選鉱による方法が適しており、その実収率は約90%(ただし混合鉱石は77%程度)と見込まれた。選鉱試験の結果得られた銅精鉱及び尾鉱、並びに陰極銅を調査分析し各種設計与件を得た結果、販売上及び環境上問題となる不純物などは検出されなかった。

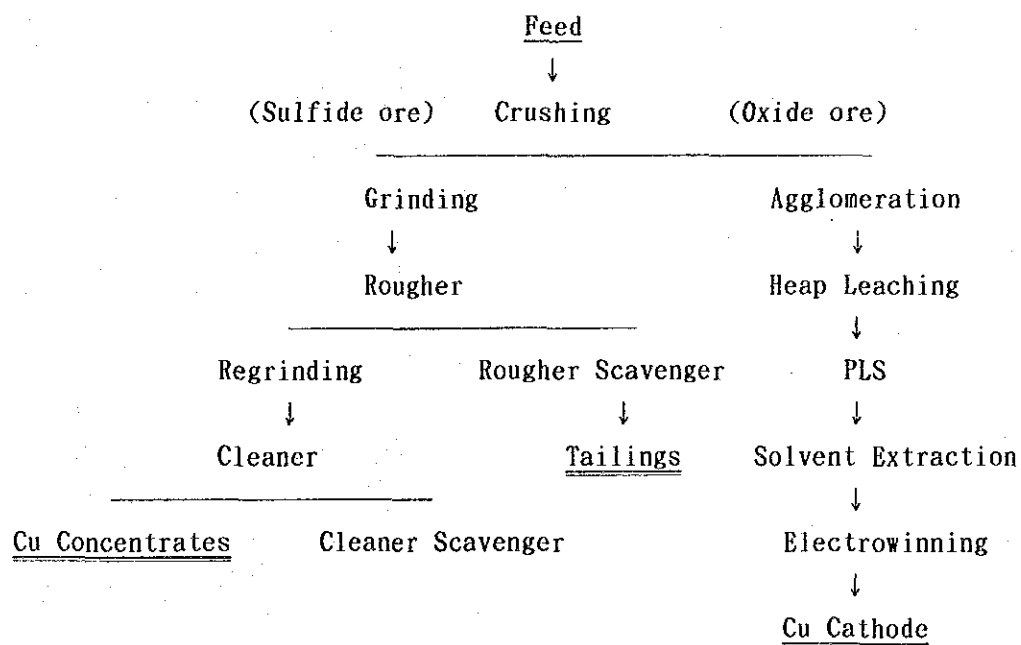
地質学的見地から同じ混合鉱石と分類された上部鉱体と西部鉱体の2試料は、そのSol. Cu/Total Cuの比率が違ふことから、Sol. Cu/Total Cuの比率が20%以下の試料は浮遊処理に適しており、一方Sol. Cu/Total Cuの比率が50%以上の試料はリーチング・S X / E Wによる方法が適していることが判明した。従って鉱石処理の見地からみると、混合鉱石という分類は不要であり、Sol. Cu/Total Cuの比率によって酸化鉱石と硫化鉱石に分類して出鉱計画をつくり検討すれば良いと考えられた。但し経済性の検討に当たっては、混合鉱石部分の成績の低下とコストの増加を考慮する必要がある。

選鉱試験の工程を第I-4-4-1図に、また得られた主要な選鉱成績と設計諸元を、第I-4-4-1表に示す。第I-4-4-2図に、選鉱試験結果に基づいて想定されるセロネグロ鉱石の処理フローシートを示す。





第 I -4-4-1図 選鉱試験工程図



第 I -4-4-2図 鉱石処理フローシート



第 I -4-4-1表 選鉍試驗結果表

Sample	SC-1	SW-2	OX-1	MC-1	MW-2
Bond's Work Index (kWh/st)	13.62	17.65	14.45	13.90	16.90
Recovery by Flotation (%)	93.05	87.12	NA	76.60	55.53
Cu Grade of Cu Concentrates (%)	38.75	32.87	NA	33.40	26.63
Extraction by Leaching (%)	NA	NA	75.5	51.8	80.8
Consumption of Sulfuric Acid kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t ore)	NA	NA	30.3	51.9	124.2
kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /kg Cu)	NA	NA	5.10	10.8	14.0
Unit Area of Conc. Thickener (m <sup>2</sup> /tpd)	0.177	0.202	NA	0.108	0.614
Unit Area of Tail. Thickener (m <sup>2</sup> /tpd)	0.106	1.084	NA	0.541	1.490
Unit Area of Conc. Filter (m <sup>2</sup> /tpd)	0.028	0.047	NA	0.032	0.099



#### 4-5 鉱量計算結果について

鉱量計算の手法は次の通り。

- ① 鉱床を5個の鉱体（上部，中部，下部，西部，東部各鉱体）に分類する。
- ② 各試錐岩芯1m毎の化学分析を実施しているため，各孔の深度方向に10m間の平均値を算出しそれを品位割付に供した。
- ③ 25m×25m（平面）×10m（深さ）を単位ブロックとして各鉱体別に品位を割り付ける。鉱体外部についても同様に品位を割り付ける。品位を割り付ける方法は地球統計的手法によって描いたバリオグラムが非現実的であるため，距離の逆自乗法によった。
- ④ 品位割付のための取り込み範囲は半径400mの球体とした。その理由は平面上でNE-SW方向のバリオグラムを描いたところ，400m地点が影響範囲(range of influence)とかわらうじて読み取れたからである。しかしこの取り込み範囲についてはさらに検討が必要と考える。
- ⑤ 割付品位はtotal Cu, soluble Cu, insoluble Cuの3種類である。比重は安全を見込んで2.7を採用した。

その結果，埋蔵鉱量は87,692,000t, To-Cu 0.54%(Cut-off grade 0.4%)を見込む事ができる。なお鉱量を見込んだ最下底レベルは海拔820mLである。全ブロック別の割付品位は付帯資料中の平面ブロック品位図（色刷り）を参照願いたい。

さらに次のような仮定の基にMoving Cone Methodを用いてオープンピットの設計を行った。

- ① Cut-off gradeを0.4%(Total Cu)とする。
- ② 全回収率を80%とする。
- ③ 銅価を1.05\$/ポンドとする。この価格は実勢よりやや高めであるがオープンピットはやや大きめに設定した方が良いと思われるからである。
- ④ 採掘・選鉱・精錬コスト，販売費，船賃等の総経費を鉱石トン当たり6.91\$とする。
- ⑤ Pit slopeを45度，Pit内道路幅20m，道路勾配10%とする。

その結果を第I-4-5-1図に示した。

設計されたオープンピット内の鉱量が可採鉱量と考えられ，Cut-off品位を0.4%(To-Cu)とした場合33,787,120t(To-Cu品位 0.61%)を見込む事が出来る。この場合の最下底レベルは海拔960mLである。

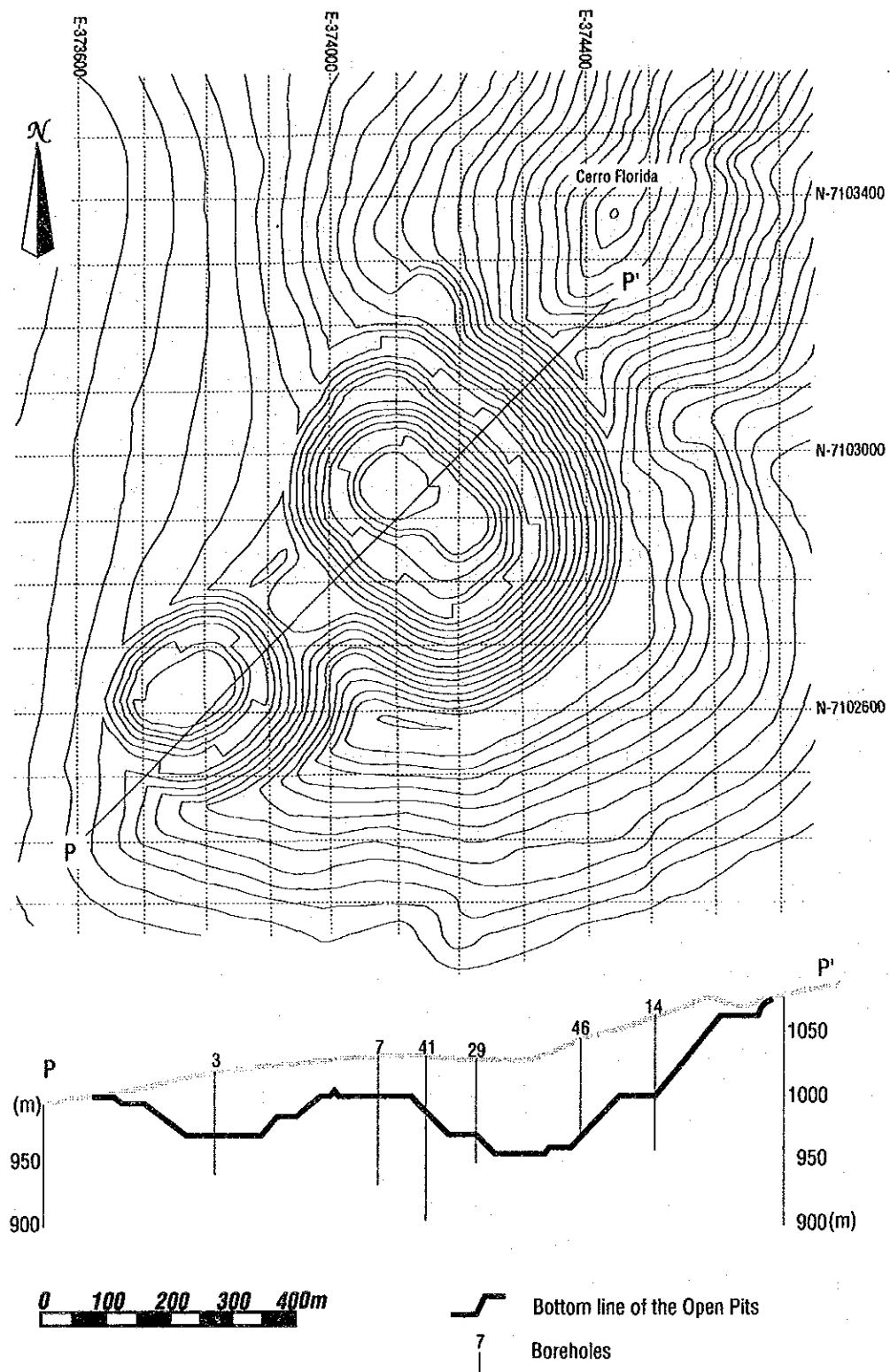
埋蔵鉱量，可採鉱量の要約を一覧表としたのが第I-4-5-1表である。

#### 4-6 企業化調査結果について

本鉱床開発が可能か否かを検討するため，第2年次に専門家を派遣して必要資料の収集を行った。それに先立ちオープンピットの設計と可採鉱量の算出，選鉱試験の結果に基づく鉱石処理フローシートの提案がなされたので，これらの諸試験結果と収集資料を合わせてDCF法により開発に関する検討を行った。主要前提条件を下記する。

- ① 可採鉱量：33,787千トン, To-Cu 0.613%(Cut-off grade 0.4%)





第 I - 4 - 5 - 1 図 露天掘設計図



第 I — 4 — 5 — 1 表 鉍量計算結果表

Ore Reserves

Cut-off grade (To-Cu %)	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000
Ores (×1,000t)	175,572	87,258	18,588	5,298	3,578
Average grade (To-Cu %)	0.428	0.541	0.820	1.199	1.350

Minable Ore Reserves (Ore Reserves in the proposed open pits)

Cut-off grade (To-Cu %)	0.0000	0.2000	0.3000	0.4000	0.5000	0.6000	0.7000	0.8000
Ores (t)	75,062,804	56,607,024	45,413,876	33,787,120	19,763,740	9,438,694	5,479,144	4,556,588
Volume (cubic meters)	27,800,856	20,965,564	16,819,954	12,513,749	7,319,904	3,495,812	2,029,312	1,687,625
Average grade (To-Cu %)	0.374	0.487	0.545	0.613	0.729	0.932	1.145	1.228



内訳；酸化鉱 24,170千トン，To-Cu 0.522%

硫化鉱 9,611千トン，To-Cu 0.842%

（他にずり 41,280千トン）

これを露天掘り法，10年間で採掘する。

## ②生産物

酸化銅鉱（実収率72%）→陰極銅9,110トン/年（Cu 99.99%），銅量 9,109トン

硫化銅鉱（実収率93%）→銅精鉱21,500トン/年（Cu 35.0%），銅量 7,525トン

鉱石処理フローシートについては第Ⅰ-4-4-2図及び第Ⅱ-4-3-2図に示すが，酸化鉱処理においてはSX-EW法を採用する。

## ③生産期間

税制上の優遇措置である特別償却期間が長いもので8年であるので，生産期間を10年とした。但し生産準備期間を3年間とした。

## ④販売条件

日本における精錬所の標準的買鉱条件に合致させた。

## ⑤銅価

90¢/lbを基準とし110¢,130¢についても考慮した。

上記条件によりDCF法で利益率（金利前）を計算した結果，銅価90¢の場合は-6.411%，110¢の場合は1.937%，130¢の場合は7.357%となった。利益率をゼロとする銅価を逆算したところ104.3¢となった。通常，金利前利益率は15%以上が必要と言われているが利益率15%となる銅価を逆算すると165.7¢となる。

銅価90¢で他の条件を変化させずに金利前利益率をゼロとするには出鉱品位として0.70%(To-Cu)（酸化鉱 0.61%，硫化鉱 0.97%），利益率を15%とするには出鉱品位として1.13%（酸化鉱 0.97%，硫化鉱 1.54%）が必要となる。

DCF計算結果は第Ⅱ-4-4-1(1),(2)&(3)表として示した。



## 第5章 結論及び提言

### 5-1 結論

試錐調査結果に基づき鉱量計算を行った。その手順は先ず埋蔵鉱量を算出し、その後 Moving Cone法によりオープンピットの設計を行い、さらにそのオープンピット内の鉱量を可採鉱量として算出した。Cut-off gradeを0.4%とした場合、埋蔵鉱量としては87,692,000t(To-Cu 0.54%),可採鉱量としては33,787,120t(To-Cu 0.61%)を見込む事ができるが、詳細は第I-4-5-1表及び第II-3-2-1表を参照されたい。

物理探査としては第1年次にIP検層と試錐岩芯の物性測定、さらに既存の地表IP調査資料と磁気調査資料の再解析を実施した。その結果、高磁気異常帯は浅所にある“熱水角礫岩(酸化鉱の母岩となる場合が多い)”と、また高IP・低比抵抗帯は下部に存在する硫化鉱体と良い対応を示す事が判明した。

選鉱試験については上部鉱体と西部鉱体より酸化鉱、硫化鉱、両者の混合した混合鉱を計5種(西部鉱体には酸化鉱が少量しか存在しないため試験対象とせず)について、浮遊選鉱試験、ヒープリーチング・SX・EW試験等を実施、当鉱山における最適鉱石処理フローシートを作成した。フローシートは第I-4-4-2図、第II-2-3-1図、第II-2-5-1図に示した。

鉱量計算結果と選鉱試験結果を基にしてDCF法で企業化した場合の利益率を試算した。その結果、銅価90¢の場合は利益率(金利前)-6.411%、銅価110¢の場合は1.937%、銅価130¢の場合は7.537%となった。ちなみに利益率ゼロの場合の銅価を逆算すると104.3¢となる。また通常、企業化には金利前利益率15%以上が必要と言われているが、利益率15%となる銅価を逆算すると165.7¢となる。利益率を企業化が可能となるまでアップさせるには非現実的な銅価を期待しなければならない。これは鉱石品位が低いためであり、鉱石品位をどの程度アップさせれば良いか試算してみた。すなわち銅価90¢で利益率ゼロとするには全体出鉱品位0.70%(To-Cu)、酸化鉱0.61%(To-Cu)、硫化鉱0.97%(To-Cu)が、また利益率15%とするには全体出鉱品位1.13%(To-Cu)、酸化鉱0.97%(To-Cu)、硫化鉱1.54%(To-Cu)が必要となる。

### 5-2 将来への提言

今回の調査は主として酸化鉱よりなる上部鉱体がその調査対象であった。そして酸化鉱はその品位をアップさせると鉱量が大きく減少する事が判明した。すなわち高品位部を小規模に採掘すべきであろう。高品位部の存在個所については付帯資料中のブロック別平面品位図を参照されたい。

硫化鉱よりなる下部鉱体は今回の調査対象ではなかったのでその詳細は不明であるし、かつ深部にあるため露天掘りに適しておらず可採鉱量中にもほとんど含まれていない。また今回の調査で硫化鉱に関する鉱量はその品位をアップさせても鉱量は僅かしか減少しない事も判明したので、今後は硫化鉱よりなる西部鉱体、下部鉱体、東部鉱体及びそれらの延長を狙った探鉱を実施し、坑内掘りをも考慮した開発計画を検討すべきと考える。

探鉱方法として周辺地質調査、地化探(指示元素または指示鉱物の検討必要)、構造試錐、物理探査(主としてCSAMT法)を駆使して、下部及び側方(特に東西方向)へ調



査範囲を拡大すべきと考える。探鉱作業と平行して選鉱に関するパイロットテストと、開発に必要な用水・電力・資材等に関する調査を実施しより高精度の開発計画を作成すべきであろう。



## 第Ⅱ部 各論







## 第1章 ボーリング調査

### 1-1 目的

初年度ボーリング調査は、Cerro Florida 山体の西翼部を中心とした地域において、露頭調査による地表鉱徴及び物理探査による深部IP異常域を調査対象として実施され、その結果として地表付近に酸化銅鉱体、深部に硫化銅鉱体を確認した。

本年度の調査では、初年度ボーリング調査・解析結果並びに他の既存調査資料の総合解析結果から、銅鉱床賦存の可能性が高い地区において、コアリングボーリング調査を実施し、硫化銅鉱床及び酸化銅鉱床の連続性・規模・品位並びに地質構造を把握し、鉱量計算・F/Sに有効な資料を供する事を目的とした。

ボーリング座の位置は、初年度実施及びENAMI実施のものと併せて、ボーリング位置図（第I-1-3-1図）に示した。また、掘進実績については、位置・方向・傾斜・深度を一覧表として示した（第I-1-3-1表）。

### 1-2 作業状況

ボーリング調査の現地調査期間は、平成5年10月1日より11月26日である。そのうち掘削作業期間は平成5年10月1日より11月18日であった。掘進工程表及び掘進実績表をII-1-2-1表およびII-1-2-2表にそれぞれ示した。

ボーリング工事は、掘進実績表に示したように、孔径NXで実施され、表土・崖錐も含めて92.33%~100.00%（平均98.26%）のコア採取率が達成された。掘進能率は、地質状況とくに破碎帯・断裂系付近での逸水・コア詰まりにより大きく変動し、孔別の平均掘進能率は、11.82m~28.00m/作業方数であり、全孔平均では18.58m/作業方数であった。

### 1-3 調査結果

作業状況の項で示したようにボーリング掘進によるコアの採取率は極めて良好であった。これらの採取されたコアについては、全コアのカラー写真撮影・採取率測定・RQD(Rock Quality Designation)測定及び肉眼鑑定を実施したうえで、鉱石分析用の試料採取を行った。試料採取後の残試料（半割状態）は4mごと（HWサイズは3mごと）に蓋付き木箱に収納し現地倉庫に保存した。また、粗破碎状態の分析残試料は1mごとにビニール袋に収納し現地倉庫に保存した。

ボーリングコアの肉眼鑑定では、縮尺1/200のボーリング柱状図を作成した。さらにその要約として縮尺1/1,000のボーリング柱状図を作成した（付録A）。各孔の地質状況、鉱化変質状況に付いては孔別記載の項で詳細を述べる。

ボーリングコアの観察に際しては、必要と思われる鉱石及び岩石試料を採取し、薄片及び研磨片観察を行う事により、ボーリング柱状図並びにボーリング断面図の解析の参考とした（付録D）。また、特徴的な鉱石並びに岩石については接写カラー写真を撮影し、その状態を記録した。

鉱石分析に際しては、採取された全コアを1m単位で半砕し（縦半割）片方を分析試料とし、もう一方を保存試料とした。分析結果の一覧表は、孔別深度順にRQD測定結果と併せて作成し、さらに孔別の分析結果グラフ作成した（付録B, C）。



第Ⅱ-1-2-1表 掘進工程表及び使用機器一覽表

Drilling Machine		Nov. 1993	
LY-38	MJCC-44	01020304050607080910111213141516171819202122232425262728293031101203040506070809101112131415161718	
	MJCC-48		
	MJCC-35		
	MJCC-40		
	MJCC-36		
	MJCC-42		
	MJCC-32		
	MJCC-38		
	MJCC-47		
LY-44	MJCC-53		
	MJCC-51		
	MJCC-31		
	MJCC-41		
	MJCC-33		
	MJCC-37		
	MJCC-34		
ONRAM -1000	MJCC-45		
	MJCC-46		
	MJCC-39		
	MJCC-49		
	MJCC-50		
	MJCC-43		
	MJCC-52		



第Ⅱ-1-2-2表 掘進実績一覧表

Drill Hole Number	Drilling Period			No. of Days		No. of Workers	Depth of Drilling			Core Length (meter)	Core Recov. (meter)	Drilling Speed (m/turn)	
	Start Date	Turn	Finish Date	Total Days	Working Days		Planned (meter)	Drilled (meter)	Over Burden (meter)				
MJCC-31	93/10/17	1	93/10/19	2	3.0	3.0	18	160	160.00	3.85	156.15	97.59	26.67
MJCC-32	93/10/29	2	93/11/02	2	4.5	4.5	27	170	160.00	0.00	155.15	96.97	17.78
MJCC-33	93/10/25	2	93/10/28	1	3.0	3.0	18	130	130.00	1.00	128.30	98.69	21.67
MJCC-34	93/11/02	1	93/11/07	2	5.5	5.5	36	170	160.00	0.00	159.85	99.91	14.55
MJCC-35	93/10/11	1	93/10/15	1	4.5	4.5	27	130	141.95	0.00	139.65	98.38	15.77
MJCC-36	93/10/21	1	93/10/24	2	4.0	4.0	24	150	145.00	0.00	139.85	96.45	18.13
MJCC-37	93/10/28	2	93/11/01	2	4.5	4.5	27	150	150.00	0.00	149.40	99.60	16.67
MJCC-38	93/11/03	1	93/11/08	1	5.5	5.5	34	130	130.00	0.00	124.80	96.00	11.82
MJCC-39	93/11/01	1	93/11/05	2	5.0	5.0	20	180	195.15	1.25	193.90	99.36	19.52
MJCC-40	93/10/15	2	93/10/20	2	5.5	5.5	33	190	190.00	0.00	187.65	98.76	17.27
MJCC-41	93/10/20	1	93/10/25	1	5.5	5.5	33	250	250.00	0.00	249.25	99.70	22.73
MJCC-42	93/10/25	1	93/10/29	1	4.5	4.5	27	150	150.00	0.00	138.50	92.33	16.67
MJCC-43	93/11/10	1	93/11/13	2	4.0	4.0	16	170	170.00	0.00	170.00	100.00	21.25
MJCC-44	93/10/01	1	93/10/06	2	6.0	6.0	40	150	165.00	3.05	155.77	94.41	13.75
MJCC-45	93/10/25	1	93/10/29	1	4.5	3.5	16	140	140.00	0.00	139.15	99.39	20.00
MJCC-46	93/10/29	2	93/10/31	2	2.5	2.5	10	140	140.00	1.05	137.90	98.50	28.00
MJCC-47	93/11/08	2	93/11/14	2	6.5	6.5	39	180	175.00	0.00	174.35	99.63	13.46
MJCC-48	93/10/07	1	93/10/10	2	4.0	4.0	27	170	165.00	0.00	164.05	99.42	20.63
MJCC-49	93/11/06	1	93/11/07	2	2.0	2.0	8	90	90.00	0.00	89.25	99.17	22.50
MJCC-50	93/11/08	1	93/11/09	2	2.0	2.0	8	80	80.00	0.00	79.00	98.75	20.00
MJCC-51	93/10/13	2	93/10/16	2	3.5	3.5	21	150	150.00	0.00	148.40	98.93	21.43
MJCC-52	93/11/14	1	93/11/18	1	4.5	4.5	18	210	210.00	0.00	208.20	99.14	23.33
MJCC-53	93/10/10	1	93/10/13	1	3.5	3.5	20	160	156.90	2.15	152.90	97.45	22.41
Total	93/10/01	1	93/11/18	1	98.0	97.0	547	3600	3604.00	12.35	3541.42	98.26	18.58



各孔の分析値の中で銅鉱化の顕著な箇所については、第I部（総論）の中で孔別鉱化帯品位一覧表（第I-4-2-1表）として示した。

### 1-3-1 地質・層序について

試錐調査並びに地表調査で観察される岩石は、基本的には第四紀層、白亜紀Los Cerros Floridas層（安山岩質火山岩類、一部に石灰質岩）、岩脈類、鉱化変質岩類及び構造運動による破碎岩類に区分される。以下には各岩相について特徴的な産状の概略を述べる。各孔別の詳細な記載は、各孔別地質記載の項及び孔別地質柱状図（付録A）に示した。なお地表地質図は第I部および巻末に示した（第I-4-1-1図、付図 Plate-I）。

#### 1) 第四紀層

##### ①崩落層

本層は山腹の緩斜面に分布し、地表部に5mから10mの層厚を有する。本層には山腹の急斜面に由来する赤鉄鉱小礫及び磁鉄鉱小礫が多数含まれ、一般的には赤鉄鉱小礫が卓越する。

#### 2) 白亜紀 Los Cerros Floridas層

本層は安山岩溶岩及び同質火砕岩を主としており、そのフローユニットの解析から4層が確認されたので上位から安山岩第4層(Ad.4)→安山岩第1層(Ad.1)とした。安山岩第4及び第3層は無斑晶質安山岩に富み凝灰岩類や石灰質岩の挟在物を有する事がある。安山岩第2及び第1層は斜長石斑状安山岩に富み凝灰岩類の挟在物は極めて乏しい。

##### ①安山岩質凝灰岩類

本岩類は、Los Cerros Floridas山体の山頂付近に分布し、Los Cerros Floridas層の上部に卓越して出現する。緑灰色～灰色～赤褐色を呈し、中粒～細粒の凝灰岩～凝灰質砂岩及び火山礫凝灰岩から構成され、一部では縞状構造や級化構造を示すことがある。細粒塊状の部分では、無斑晶質安山岩質溶岩と類似した岩相を示すが、凝灰岩類では磁性が非常に弱いので、未変質の部分では肉眼的に識別可能である。

凝灰岩中の火山礫は黒色呈し初生的と思われる石基に磁鉄鉱を多量に含有する事が特徴的である。細粒凝灰岩の一部では、鏡鉄鉱を多量に含有し、その含有量比による縞状組織が観察される。また、天水による酸化溶解の進んでいない箇所では自形の黄鉄鉱、や褐鉄鉱化した黄鉄鉱が観察される。

##### ②無斑晶質安山岩

本岩は灰色～暗灰色の無斑晶質の安山岩溶岩であり、Los Cerros Floridas層の上部に卓越して出現する。一般には塊状緻密の構造を示さないが、各単位溶岩流の境界部ではアミグダル組織や自破碎組織を呈する事があり、地質構造を解釈する上での鍵となっている。鉄鉱化作用を受けていない箇所では、全鉄含有量（酸化第2鉄として）は、10%以下である。

熱水変質を被った部分では、粘土化作用により脱色および脱磁性が進んでおり、肉眼的には塊状の凝灰岩との識別が困難な場合がある。“熱水角礫岩”帯の付近では鏡鉄鉱細脈を多数有する。また熱水の通路と考えられる小孔の付近では、熱水変質を被っている。

##### ③斜長石斑状玄武岩質安山岩

本岩は暗灰色塊状溶岩であり、斜長石斑晶(1x3mm～2x4mm)を多数伴う。一般には各単位



溶岩流の中心部では塊状緻密質であるが、境界付近ではアミグダル組織を有する事が多く、さらに自破碎構造を示す事も稀ではない。また同一の単位溶岩流の中でも斑晶質から無斑晶質に漸移する事が度々観察されるが、本岩体はLos Cerros Floridas層の下部に産する事が多い。斜長石の斑晶は長柱状であるが、その伸びの方向に関する定向性配列は認められない。石基には多量の磁鉄鉱を伴い、強い磁性を示す事が特徴的であるが、熱水の通路と考えられる小孔付近では磁性を示さない。化学分析結果では、鉄鉱化作用を受けていない箇所でも15%以上の全鉄含有量（酸化第2鉄として）示しているもので、命名上は玄武岩と呼ぶべきものであるかもしれない。

#### ④凝灰角礫岩

本岩は凝灰岩および斜長石斑状安山岩の角礫で構成され、変質岩として産することが多い。“熱水角礫岩”に分類されている強変質岩にも本岩相が多数含まれているものと推定される。

#### ⑤ハイアロクラスタイト

本岩は溶岩流の境界部に1m前後の黒色～緑灰色薄層として出現し、自破碎溶岩に漸移する事もある。磁性は溶岩類とは対象的に極めて微弱である。地質図・断面図上で表現出来る程大量には出現しない。

#### ⑥石灰質岩

本岩は試錐によっては確認されていないが、Los Cerros Floridas山体の南東部に薄層として露出・分布している。部分的には白色結晶質石灰岩が存在するものの、一般的には凝灰質不純物の多い黒色石灰質岩である。

### 3) 岩脈類

#### ①閃緑ひん岩質岩脈類

本岩類はMJCC-12孔およびMJCC-18孔に産し、走向移動断層による圧砕作用により安山岩類と混在する事が多い。岩相は変化に富み、中粒～細粒および中～優白色の産状を呈する。また本岩と同質のマグマに起因すると考えられる珪長質脈を伴う事が多い。

#### ②安山岩質岩脈類

本岩は無斑晶質または長石斑晶を伴う灰色安山岩であり、磁性が弱い事が特徴的である。

### 4) その他

#### ①“熱水角礫岩”類

本岩はLos Cerros Floridas層の各種岩石を石質角礫とし、角礫の間隙を酸化鉄鉱物が網状脈～細脈状に充填する産状を呈する。本調査地区では、既往調査により野外呼称岩石名として、“Hydrothermal Breccia”と呼ばれているものである。本報告書も既往報告書に従って便宜上この名称を用いた。

試錐調査では、西端付近の試錐孔を除いたほとんどの試錐孔で確認された。その分布は、安山岩類の各岩相の分布とは不調和的である。石質角礫は無斑晶質安山岩、斜長石斑状安山岩、凝灰岩等の角礫状岩片であるが、1種類の安山岩のみから構成される場合と各種の安山岩類を有する場合がみられる。石質角礫の粒度は変化に富み、巨礫(Boulder)から細礫(Granule)までの角礫が混在する。またジグソーパズル状を呈し、付近の角礫の破断面が合致する事が多くみられる。

本岩類を構成する酸化鉄鉱物は、葉片状赤鉄鉱（鏡鉄鉱）、塊状赤鉄鉱、磁鉄鉱及び磁



赤鉄鉱である。本岩類の酸化鉄鉱物と石質角礫との量比は変化に富み、緻密質鉄鉱石状のものから酸化鉄鉱物細脈帯まで漸移する。化学分析結果では、全鉄含有量（酸化第2鉄として）は、40%程度が一般的であるが、70%以上を示すものも稀ではない。

#### ②剪断破碎岩類

本岩類は走向移動断層帯に産する原岩不明のカタクラスティックな破碎岩である。局部的には原岩組織を残留している事があるが、一般的には圧碎岩様の組織を呈する。試錐調査範囲の西端付近の各試錐孔（MJCC-1, 6, 9, 12, 16, 18, 48, 51）に連続して出現する。この岩石では鉄含有量が少なく、全鉄含有量（酸化第2鉄として）で7%以下である事が普通である。

以上の各岩相の分布をまとめると、試錐範囲における一般的な層序は上位から次の様になると考えられるが、断層運動及び“熱水角礫岩”化作用により破壊され細部に渡る層序対比は困難である。

#### 第四紀；崩落層

白亜紀（Los Cerros Floridas層）

；凝灰岩～凝灰質砂岩類卓越、石灰質岩夾在（含“熱水角礫岩”）

無斑晶質安山岩質溶岩・凝灰角礫岩卓越（含“熱水角礫岩”）

後述の安山岩第4層及び第3層に相当。

斜長石斑状玄武岩質安山岩質溶岩卓越（“熱水角礫岩”を僅かに含む）

後述の安山岩第2層及び第1層に相当。

#### 1-3-2 地質構造について

試錐調査並びに地表調査で把握した破碎帯や急激な岩相変化などからいくつかの断層系を確認または推定する事が出来た。これらの断層系は、本調査地域を幾つかの地質ブロックに分断しており、銅鉱床の形態・品位を解析する上で重要な要因の一つとなっている。

一方、いわゆる“熱水角礫岩”は、試錐調査範囲に広く出現し、しかも銅鉱化帯の胚胎母岩ともなっているので、その分布形態や鉱物組成も銅鉱床の形態・品位を解析する上での重要な要因である。

以下に主要な構造について述べる。なお代表的な地質図・断面図は第I部及び巻末に示した（第I-4-1-1図、付図 Plate-I & II）。

#### ①一般走向・傾斜

本調査地域では、岩相変化に乏しく、さらに“熱水角礫岩”化作用により初生構造が破壊されている箇所が多いので、層序対比を行う事による地層の一般走向・傾斜の確認は、充分行う事が出来なかった。

安山岩質溶岩中の斜長石の形状や含有量及びアミグダル構造を鍵として対比を行った場合には西へ20～30°の一般傾斜が推定される。また山体頂部付近に僅かに見られる凝灰岩類の縞状構造からも、北西へ20～30°程度の緩傾斜が推定される。一方山体の南部及び東部では垂直に近い南東傾斜を示す箇所も確認された。

#### ②Los Cerros Floridas-W 断層破碎帯

試錐調査範囲の西端付近の試錐孔（MJCC-1, 6, 9, 12, 16, 18, 48, 51）では、断層による破碎



岩が観察され、MJCC-19孔付近の地表部に観察される走向移動断層の延長部と考えられる。各孔における産状及び出現位置から推定すると、約N30°E、50°NWの走向傾斜を示し幅50m～100mの破碎帯を有する走向移動断層であるものと推定される。

#### ③ Los Cerros Floridas-E 断層

山体の東には地表調査により断層が推定された。この断層は前述のLos Cerros Floridas-W断層とほぼ平行な断層であると推定される。

#### ④ NE系断層

隣り合った試錐孔において急激に岩相が変化する箇所を追跡する事により、4本のNE系断層が存在する事が推定された。NE-1断層はMJCC-19孔付近、NE-2断層はMJCC-6, 40, 10, 46孔付近、NE-3断層はMJCC-24, 37, 8孔付近、NE-4断層はMJCC-32孔付近に存在するものと思われ、何れも約N60°Eの走向を示し急傾斜であると推定される。特にNE-2断層とNE-3断層は調査範囲を横断しており、構造解析を行う上では重要である。

#### ⑤ NW系断層

試錐孔の岩相変化や沢地形の検討から、2本のNW系断層が推定された。NW-1断層はMJCC-50, 52孔付近、NW-2断層はMJCC-45, 11, 43孔付近に存在し、何れも約N55°Wの走向を示し急傾斜であると推定される。特にNW-1断層では沢地形の左横ズレがあることからNE-2断層により切られている事が推定される。

さらに、NE-2断層とNE-3断層の間にはNW系の平行する6本の沢地形が確認でき、これらも同系統の小断層または断裂系であると考えられる。

#### ⑥ “熱水角礫岩”

地表部と同様に“熱水角礫岩”は試錐コアでも観察されるが、試錐コアの“熱水角礫岩”は様々な産状を呈し、その分布形態も複雑である。試錐調査により最も深部で確認されたのは、MJCC-41孔の約850mLであり、その周辺では約900mL以浅で出現している。全体としては、南西方向がより深くなる形状を示す。しかし、その傾向は前述のNE-3断層を境に南北で不連続となり南側では深部には出現しなくなる。大略的にはMJCC-41付近を中心として、深部ではパイプ状または上に開いたラッパ状、上部では地層と調和的に広がった形状を推定できそうである。

### 1-3-3 銅鉱床について

調査地域内の銅鉱床をその3次元的分布から上部鉱体、中部鉱体、下部鉱体、東部鉱体、西部鉱体の5鉱体に分類し、その分布状況は第I-4-2-1図で示した通りである。上部鉱体は主として酸化鉱よりなるが下部の一部に硫化鉱及び酸化鉱と硫化鉱の共存した混合鉱を示す部分がある。他の鉱体はすべて硫化鉱を主とするが部分的に酸化鉱や混合鉱の卓越した部分もある。これらの各鉱種の特徴は次の通りである。

◎ 酸化銅鉱帯 : 孔雀石・緑塩銅鉱・胆ばんを主とし珪孔雀石・藍銅鉱・輝銅鉱を伴う

◎ 混合帯(中間帯) : 酸化銅鉱帯と硫化銅鉱帯の混在部

◎ 硫化銅鉱帯 : 黄銅鉱を主とする硫化銅鉱

本年度の試錐調査では、これらの各銅鉱化帯の空間的広がり及びその品位分布を比較的詳細に把握する事ができた。各試錐孔において捕捉された鉱化帯は鉱種別に一覧表として



示した(第1-4-2-1表)。

以下には、各鉱種別にその特徴をまとめた。

#### 1) 酸化銅鉱帯

酸化銅鉱帯は、試錐調査範囲のうち西端付近を除いたほぼ全ての試錐孔において捕捉された。酸化銅鉱帯は、一般には地表下50m~100m以浅に分布しており、10m~15m周期で1%SCu以上の高品位部が繰り返す。局所的には10%SCu以上の箇所(例えばMJCC-5孔の50m付近)も見られるがその連続性は良くない。酸化銅鉱物としては、緑塩銅鉱・孔雀石を主体とし、珪孔雀石・藍銅鉱・胆礬を少量ともなう。

この鉱化帯は、酸化銅鉱物の起源を考慮する事により更に細分する事ができ、その産状や分布形態は次のような特徴を示す。

##### ①Oxides[1]:(exotic type)

本鉱種は、鉱石が何らかの理由で移動して現位置に持ち来たらされた後に酸化されたものであり孔雀石・緑塩銅鉱・胆礬を主としている。本調査範囲内では周囲に関連した硫化銅鉱を欠いている。代表例としてはMJCC-7号の浅部が挙げられる。

##### ②Oxides[2]:(in situ type)

本鉱種は、下位に混合帯及び硫化銅鉱帯を伴うものであり、硫化銅鉱中の硫化銅鉱物が天水などの作用により酸化され、現位置または近傍において沈澱したものと考えられる。一般に未酸化の残存硫化銅鉱を少量伴う事が普通である。上部鉱体の大部分はこの分類に含まれる。

##### ③Oxides[3]:(tectonic type)

本鉱種は、酸化銅鉱が破碎帯(断層)と調和的に出現するものであり、酸化銅鉱の生成に構造運動が係わっているものと考えられる。一般的に酸化銅鉱の品位は低く、破碎帯内部のみにおける局所的な酸化作用であった事が推定される。MJCC-20号の120m付近が本鉱化帯を代表している。

#### 2) 混合帯(中間帯)

酸化銅鉱帯の中には、硫化銅鉱が未酸化状態で残存している事がある。そのような部分を特に混合帯(中間帯)と呼んでいる。上述の酸化銅鉱帯の高品位部は殆ど酸化銅鉱から構成されているが、高品位部間に存するTo-Cu1%以下の部分の多くでは、酸化銅鉱と同量程度の残存硫化銅鉱を有している。また、上位の酸化銅鉱帯から下位の硫化銅鉱帯への漸移帯として混合帯が出現する事がある。しかし、何れの場合も独立したゾーンとして表現する事はその形状が複雑過ぎて困難である。

この鉱化帯は、銅鉱物の起源を考慮する事により更に細分する事ができ、その産状や分布形態は次のような特徴を示す。

##### ①Transition[1]:(exotic type)

理論的には初生の硫化銅鉱物と上記oxides[1]のいずれもが産出する混合帯を考える事が出来るが、これまでのところ本調査地域では確認されていない。

##### ②Transition[2]:(in situ type)

本鉱種は、下位に硫化銅鉱帯が連続することが特徴であり、酸化銅鉱と硫化銅鉱の両者が産出する。酸化銅鉱は近傍の硫化銅鉱に起因し、天水などの作用により現位置で生成さ



れたが、酸化作用が不十分なため硫化銅鉱が残留しているものと考えられる。MJCC-29号の50m付近とMJCC-42号の60m付近が代表例である。上部鉱体の中部付近、他の鉱体の上部付近に良く見られる。

### ③Transition[3]:(tectonic type)

基本的にはoxides[3]と同様であるが、酸化銅鉱に加えて硫化銅鉱も出現する。これは酸化銅鉱化が不十分であったため硫化銅鉱が残留したものと考えられ、本調査地域に深度に関係なく産するものである。このことは本調査地域が多数の断層により構造運動を被っており、多数の構造ブロックに分断されている事と調和的である。代表例としてMJCC-20号の120m付近が挙げられる。

## 3) 硫化銅鉱帯

硫化銅鉱帯は、調査範囲内の多くの試錐孔において捕捉されたが、特に中心付近の試錐孔において高品位の硫化銅鉱帯が確認された。硫化銅鉱帯は、一般に地表下50m~100m以深に出現し、局所的には20%ICu以上の箇所（例えばMJCC-29孔の135m付近）も見られるがその連続性は良くない。硫化銅鉱物としては、黄銅鉱を主体とし輝銅鉱・銅藍を少量ともなう。

本鉱種は、硫化銅鉱物の起源を考慮する事により更に細分する事ができ、その産状や分布形態は次のような特徴を示す。

### ①Sulfides[1]:(exotic type)

本鉱種は、外来起源の硫化銅鉱物を有する鉱化帯を意味するが、本調査地域では確認されなかった。

### ②Sulfides[2]:(in situ type)

本鉱種は、銅鉱物として鉱化作用による初生的な硫化銅鉱物のみを有する鉱化帯であり、胚胎母岩の性質により以下の様に細分される。

#### Sulfides[2-1]:(in situ HTB type)

本鉱種は、硫化銅鉱の産状が“熱水角礫岩”の存在に密接に関係している鉱種であり、本調査地域の主要鉱化帯を形成している。鉱化帯の形状は“熱水角礫岩”中心部で“ストック”状、周辺部で水平的な広がりを持つ“マント状”の形状を示すものと推定される。銅鉱帯を構成する硫化銅鉱は黄銅鉱を主体とする鉱染状鉱及び細脈状鉱であり、“熱水角礫岩”中の酸化鉄鉱物（鏡鉄鉱・磁鉄鉱）及び硫化鉄鉱物（黄鉄鉱）と共存する。本鉱種が各鉱体の硫化銅の主体をなしている。MJCC-40号の40m付近とMJCC-42号の80m付近が代表例として挙げられる。

#### Sulfides[2-2]:(in situ vertical type)

本鉱種は、安山岩類を母岩とした硫化銅鉱帯であり、アミグダル溶岩等の原岩組織と調和的に水平的な広がりを持つことから一種のマント型鉱床を形成しているとする事もできる。鉱化帯を構成する硫化銅鉱は黄銅鉱と黄鉄鉱が共生する鉱染状鉱である。一般には“熱水角礫岩”の下部に存する安山岩中に水平的な広がりを持って比較的広範囲に分布する。本鉱種も[2-1]と共に各鉱化体の硫化銅の主体をなしている。MJCC-27号の200m付近とMJCC-41号の150m以下が本鉱種を代表している。

#### Sulfides[2-3]:(in situ fault type)

Los Cerros Floridas-W 断層破碎帯（NNE-SSW系）中のミロナイト化安山岩類を母岩とす



る硫化銅鉱帯であり、構成硫化鉱物として黄銅鉱>黄鉄鉱が産するものの、鉱化変質作用の規模は軽微であり、銅品位も中程度に留まる。(MJCC-12号, 16号他)

#### Sulfides[2-4]:(in situ vein type)

このタイプは、小規模の脈状鉱体と見る事のできるものであり、上記のマント型鉱化帯の下部に存在し、マント型鉱化帯形成時の鉱液供給通路とも解釈できるものである。[2-1] type及び[2-2] typeの下部延長に相当するものと考ええる。塊状の黄鉄鉱・黄銅鉱鉱石であり、非常に高品位である(20%Cu以上)。現在のところは、MJCC-29孔(135m付近)、MJCC-41孔(250m付近)、MJCC-52孔(145m付近)、MJCC-39孔南方の坑内採掘切羽で確認されているが、その鉱脈の延長方向は坑内を除いて確認されていない。銅品位は高いので、その他の条件によっては稼行対象となるかも知れない。

#### ③Sulfides[3]:(tectonic type)

理論的には硫化銅鉱帯が構造運動に支配されて形成される事も考えられるが、現段階では本調査地域には存在していないと考えられる。

### 1-3-4 前年度結果レビュー

前年度の試錐調査は、既存調査結果を検討し銅鉱床の賦存ポテンシャルの高いと考えられる範囲において、合計30孔、総掘進長 6,424.00m(深度:160.00~500.00m/孔)の調査を実施した。各試錐孔の実施位置の選定には以下の項目に注目した。

- ①地表調査で確認されている鉱床・鉱化変質帯
- ②物理探査(IP法)による高IP異常域
- ③物理探査(IP法)による低比抵抗異常域
- ④物理探査(磁気探査)による中~高異常域
- ⑤既存試錐調査による鉱化帯

これらの選定理由に基づき実施した試錐調査の結果、予想された通りほとんどの試錐孔において程度の差はあるものの、酸化銅鉱帯及び硫化銅鉱帯が捕捉された。これらの銅鉱化帯の母岩はLos Cerros Floridas層の安山岩類及び“熱水角礫岩”類である事が多く、しばしば優勢な銅鉱化帯を胚胎する事がある。一般に優勢な酸化銅鉱帯は深度60m以浅の地表付近に賦存する事が多く、逆に優勢な硫化銅鉱帯は深度50m以深に賦存する事が多い。また酸化銅鉱帯と硫化銅鉱帯の間にはしばしば中間帯(混合鉱帯)が存在するが、この混合鉱帯の産する形状は複雑でゾーンとしての表現は困難である。。

前年度の実施の30孔のうち詳細なデータが得られていたのは12孔分であり、残りの試錐孔の詳細な記載及び検討は本年度の報告書でおこなうこととなった。

詳細なデータを記載した12孔の中で捕捉された主要な鉱化帯は下記の通りであり、最大規模の鉱化帯は酸化銅鉱帯では深度幅 25m(平均品位 1.023%Cu)、硫化銅鉱帯では深度幅 29m(平均品位 1.021%Cu)である。

試錐孔	深度 範囲	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉱化タイプ
MJCC-07孔	0m- 15m( 15m)	0.673	0.536	0.137	32.23	酸化鉱帯
MJCC-07孔	15m- 40m( 25m)	1.023	0.917	0.106	29.23	酸化鉱帯
MJCC-07孔	46m- 54m( 8m)	0.692	0.492	0.200	31.93	酸化鉱帯
MJCC-07孔	125m-154m( 29m)	1.021	0.046	0.975	34.07	硫化鉱帯



MJCC-08孔	0m- 21m( 21m)	0.458	0.208	0.250	27.12	酸化鉱帯
MJCC-10孔	0m- 45m( 45m)	0.750	0.532	0.218	30.01	酸化鉱帯
MJCC-10孔	45m- 50m( 5m)	0.748	0.218	0.530	38.06	中間帯
MJCC-10孔	50m-105m( 55m)	0.689	0.037	0.652	36.13	硫化鉱帯
MJCC-11孔	30m- 32m( 2m)	1.030	0.945	0.079	32.42	酸化鉱帯
MJCC-11孔	38m- 39m( 1m)	0.910	0.800	0.110	28.44	硫化鉱帯
MJCC-11孔	57m- 59m( 2m)	0.740	0.580	0.160	51.21	中間帯
MJCC-11孔	163m-164m( 1m)	1.750	0.150	1.600	24.63	酸化鉱帯
MJCC-12孔	38m- 40m( 2m)	0.875	0.810	0.065	7.70	酸化鉱帯
MJCC-12孔	57m- 68m( 11m)	0.409	0.294	0.115	7.43	中間帯
MJCC-12孔	79m-107m( 28m)	0.409	0.065	0.344	6.43	硫化鉱帯
MJCC-12孔	115m-148m( 41m)	0.697	0.014	0.683	12.12	硫化鉱帯
MJCC-13孔	9m- 17m( 8m)	1.089	0.848	0.241	23.68	酸化鉱帯
MJCC-13孔	20m- 37m( 17m)	0.744	0.335	0.408	24.13	中間帯
MJCC-13孔	45m- 51m( 6m)	1.168	0.312	0.857	38.10	中間帯
MJCC-13孔	59m- 74m( 15m)	0.472	0.014	0.458	28.78	硫化鉱帯
MJCC-16孔	50m- 93m( 44m)	0.548	0.249	0.299	15.58	中間帯
MJCC-16孔	93m-111m( 18m)	0.451	0.008	0.443	11.83	硫化鉱帯
MJCC-17孔	0m- 8m( 8m)	0.464	0.201	0.263	13.69	酸化鉱帯
MJCC-17孔	11m- 22m( 11m)	0.531	0.253	0.278	20.53	酸化鉱帯
MJCC-17孔	33m- 41m( 8m)	0.464	0.258	0.206	20.21	酸化鉱帯
MJCC-17孔	41m- 55m( 14m)	0.911	0.573	0.338	22.81	酸化鉱帯
MJCC-20孔	6m- 38m( 32m)	0.454	0.208	0.246	21.63	中間帯
MJCC-20孔	55m-126m( 71m)	0.407	0.127	0.281	30.35	硫化鉱帯

以上の銅鉱化帯の胚胎母岩は、何れも酸化鉄鉱物の含有量が非常に多く、“熱水角礫岩”の多くは準鉄鉱石と呼べるものである。この様な酸化鉄鉱物と銅鉱床の関係についての検討が必要である事が指摘された。

一方、本調査地域がチリの大構造線（アタカマ断層帯）に隣接している事から推定される鉱床生成との関連についても、全試錐調査終了待って検討する事が必要と指摘している。