

5192
MPN

グアテマラ共和国西部地区 鉍物資源開発基礎調査報告書

(第Ⅲ年次)

JICA LIBRARY



1052047[6]

1979年2月

国際協力事業団
金属鉍業事業団

鉍計資

CR(2)

79-20

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 4. 10	611
登録No. 03120	66.1
	MPN

は し が き

日本政府はグアテマラ共和国の要請に応え、同国西部の Huehuetenango 州における鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質等の調査を実施することとし、この調査を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、同調査の内容が地質および鉱物資源の調査という専門的な分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に依頼することとした。

同調査は昭和50年度から3カ年間の予定で行われたものであり、その一環として金属鉱業事業団は第3年次の本調査を住鉱コンサルタント㈱に発注し、同社は昭和53年6月6日から10月26日までの間、内田欽介氏を団長とする調査団を現地に派遣した。現地では、グアテマラ共和国の関係政府機関および日本大使館の協力を得て、地質調査および試錐探査をおこなひ、日本国内で調査結果の解析をおこなった。

本報告書は第3年次の調査結果をとりまとめたもので、第1年次および第2年次の調査結果とあわせて、最終報告書の一部となるものである。

なお、同調査の実施にあたって御協力いただいたグアテマラ共和国政府関係機関ならびに通商産業省、外務省および関係各社の方々に衷心より感謝の意を表する次第である。

昭和54年2月

国際協力事業団
総 裁 法 眼 晋 作

金属鉱業事業団
理事長 西 家 正 起

Fig. 1 LOCATION MAP OF LLANO DEL COYOTE PROSPECT



要

約

本プロジェクトの第2年次、第3年次に、それぞれ3孔計830、7m、7孔計1203.0mの試錐が実施された。その結果、第3年次のMJ-9孔において、地表から88.6～98.1mで9.5m間平均12.76%Znの有望な硫化物鉱化に着鉱した。

本地区に見られる鉱化は、スカルン～熱水交代型鉱化で、大量の黄鉄鉱に伴い閃亜鉛鉱、磁鉄鉱、黄銅鉱等が局部的に濃集している。

鉱化作用は、古生代のTactic層およびChicol層の堆積岩類や変成岩(片岩)類中に貫入した白亜紀の花崗岩類と、始新世～暁新世の流紋岩～石英斑岩に関係して起ったと考えられる。鉱化作用には、上記の貫入に対応して少なくとも2回の時相が推定され、Zn、Cu等の有用鉱物の鉱化は、恐らく後者の後火成作用によるものと考えられる。

試錐結果と、第3年次に実施された岩石試料による地化探結果とは非常に良く対応する。すなわち、500ppmZnで定義された異常帯内に行われた4孔の試錐中上記MJ-9を含め、3孔で%代のZn鉱化に着鉱し、残りの1孔も0.1%代の鉱化をつかんでいる。

500ppmZn以上の異常帯は、ほぼベースラインに沿い、W12-E24号線間に3,600m×平均200mの広がりをもっている。

したがって、この範囲には、 $n \times 10^5 \sim n \times 10^6$ Tの可採鉱量が存在する可能性があると考えられる。本地区は立地条件が良いので、もし仮にMJ-9着鉱部位の品位があれば、この位の鉱量でも稼行出来る可能性が強い。

今後上記のZn異常帯に対して、引きつゞき試錐探査を行うことが提言された。

目 次

本 文

は し が き	1
要 約	Ⅲ
1. 序 論	1
1-1 調 査 目 的	1
1-2 本報告書の対象地域と構成	1
1-3 経緯および第2年次までの調査概要	1
1-4 今年次の調査・作業実績	3
1-5 人 員	6
1-6 謝 辞	7
2. 調査地域の一般概況	8
2-1 位 置	8
2-2 交 通	8
2-3 港湾および輸送路	10
2-4 通 信	13
2-5 地勢, 植生, および気候	13
2-6 水利および電力	14
3. 地 質	15
3-1 広域地質上の位置	15
3-2 地 域 地 質	15
3-2-1 概 況	15
3-2-2 非変質帯の堆積岩および変成岩	21
3-2-3 火 成 岩 類	23
3-2-4 鉍化・変質帯内の堆積岩および変成岩	25
3-2-5 地 質 構 造	27



4. 鉍化作用	29
4-1 概況	29
4-2 スカルン中の鉍化	31
4-3 流紋岩～石英斑岩中の鉍化	32
4-4 花崗岩類中の鉍化	33
4-5 変質頁岩・凝灰質頁岩・砂岩中の鉍化	33
4-6 変成岩(片岩)中の鉍化	33
5. 試錐結果	34
5-1 概況	34
5-2 各試錐の地質記載	34
5-2-1 MJ-1	38
5-2-2 MJ-2	38
5-2-3 MJ-3	38
5-2-4 MJ-4 (53-1)	39
5-2-5 MJ-5 (53-3)	39
5-2-6 MJ-6 (53-6)	39
5-2-7 MJ-7 (53-5)	40
5-2-8 MJ-8 (53-4)	40
5-2-9 MJ-9 (53-7)	41
5-2-10 MJ-10 (53-2)	41
6. 考察および提言	43
6-1 地化学探査について	43
6-1-1 土壌地化探異常と試錐結果との対比	43
6-1-2 岩石試料地化探異常と試錐結果との対比	43
6-1-3 地化探結果からみた今後の探鉍対象	46
6-2 物理探査について	46
6-2-1 IPについて	46
6-2-2 磁気探査異常について	46
6-3 鉍化作用	47
6-3-1 鉍化・変質累帯について	47
6-3-2 鉍化順序について	48

6-3-3	母岩の種類と金属鉱物との関係	48
6-3-4	考察	48
6-4	本地区の探鉱ポテンシャルについて	49
6-5	提言	50
7.	主要参考文献	52

付 表 (本文中綴込み)

第 1 表	利用可能港湾一覧	11
第 2 表	主要港湾へのルート一覧	12
第 3 表	試 錐 一 覧	35
第 4 表	試錐結果要約	36
第 5 表	物探-地化探異常地と試錐結果との対比	37

付 図 (本文中綴込み)

F i g . 1	Llano del Coyote 探鉱地位置図	II
F i g . 2	今回プロジェクト-国連プロジェクト探鉱実績図	4
F i g . 3	Llano del Coyote 探鉱地交通図	9
F i g . 4	模式柱状図	17
F i g . 5	模式地質断面図	18
F i g . 6	Llano del Coyote 中心部地質図	19
F i g . 7	Llano del Coyote 中心部地質断面図	20
F i g . 8	MJ-9 試錐着鉱部地質関係図	30
F i g . 9	土壤地化探対岩石試料地化探対比図	44
F i g . 10	地質構造・変質・鉱化関係図	45

付 録 (本文巻末)

- 付録- 1 - 1 試験試料一覧(地表試料)
- 付録- 1 - 2 " (試錐コア)
- 付録- 2 - 1 顕微鏡観察結果一覧(薄片)
- 付録- 2 - 2 顕微鏡写真(薄片)
- 付録- 3 - 1 顕微鏡観察結果一覧(研磨片)
- 付録- 3 - 2 顕微鏡写真(研磨片)
- 付録- 4 X線回折(研磨片)
- 付録- 5 X線回折チャート
- 付録- 6 - 1 化学分析結果一覧(地表試料)
- 付録- 6 - 2 " (試錐コア)
- 付録- 7 試錐作業報告書

- 1. 概 説
- 2. 試錐工法および使用機械
- 3. 試 錐 作 業
 - 3 - 1 設 営 作 業
 - 3 - 2 移 設 作 業
 - 3 - 3 撤 収 作 業
 - 3 - 4 掘 進 作 業

< 付 表 >

- D 1 - 1 使用試錐機：利根 TGM-5 A
- D 1 - 2 " : Boyles BBS-7
- D 2 消耗物品 - 覧
- D 3 - 1 移設作業明細
- D 3 - 2 掘進成績総括
- D 4 - 1 孔別掘進成績 MJ - 4
- D 4 - 2 " MJ - 5
- D 4 - 3 " MJ - 6
- D 4 - 4 " MJ - 7
- D 4 - 5 " MJ - 8

D 4 - 6 孔別掘進成績 MJ - 9
D 4 - 7 " MJ - 10
D 5 - 1 ビット類使用状況
D 5 - 2 ビット類使用書

< 付

図 >

Fig . 1 試錐孔別工程表 MJ - 4
Fig . 2 " MJ - 5
Fig . 3 " MJ - 6
Fig . 4 " MJ - 7
Fig . 5 " MJ 8
Fig . 6 " MJ - 9
Fig . 7 " MJ - 10

•

1 序 論

本報告書は、日本国際協力事業団（JICA）と金属鉱業事業団（MMAJ）が、グアテマラ共和国経済省鉱山局（DGMH）と共同で、昭和51年度から同53年まで、3年次にわたり実施した『グアテマラ共和国西部地区鉱物資源開発基礎調査』のうち、最終年次の作業と結果を記述したものである。

なお、グアテマラ共和国経済省鉱山局は、1978年11月に改組され、大統領直属の『鉱業・炭化水素・核エネルギー庁（La Secretaría de Estado para Minería, Hidrocarburos y Energía Nuclear）』となった。しかし、本報告書では、便宜上旧称DGMHをもって両者を示すこととする。

1-1 調査目的

第2年次迄の調査によってLlano del Coyote（ヤーノ・デル・コヨーテ）探鉱地において把握された鉱徴、地化学探査および物理探査異状の地下における鉱況を試錐により確認し、鉱化と地質構造との関係を知る。さらに、本地区の探鉱ポテンシャルの評価と、今後の探鉱方針を策定する。

1-2 本報告書の対象地域と構成

本プロジェクトの第3年次作業は、第2年次のC地区Llano del Coyote（14 Km²）の中心部約5 Km²に集中された。したがって、本報告の記述する対象地域は主としてこの範囲である。ただし、C地区に対する探鉱作業は、第2年次、3年次を合わせて一つのプロジェクトを構成するので、地質鉱床については、2ヶ年次を総括する形で記述する。

第2年次に実施された地化学探査と物理探査については、本報告書では、試錐結果との対比のみ簡単にふれるにとどめた。したがって、詳細は第2年次報告書（MMAJ/JICA；1978）第3部3-7、および3-8節をそれぞれ参照されたい。

試錐作業は、第2、3年にわたり実施された。試錐結果については、両年次の結果を総合して本報告書に記述したが、試錐作業そのものは、第2年次については、第2年次報告書3-9節に、第3年次については本報告書付録-7に、それぞれとりまとめた。

1-3 経緯および第2年次までの調査概要

本プロジェクト全体の調査経緯は総合報告書（MMAJ/JICA；1979）、1～2頁に記したので省略する。以下当Llano del Coyote探鉱地についての調査経緯と、調査の概要を記す。

国連による調査：

本地区の鉍化は、1966年11月から1967年にかけて国連が実施した河川堆積物による広域地化学探査により捕捉され、Area-II Ⅱ10. Anomaly, Llano del Coyote と呼ばれた (UN. 1968)。

引きついで、国連は1969年から1970年にかけて、上記異常地を含むWNW-ESE 約2.5 - 3.0 Km, NNE-SSW約600 - 1300 mの範囲に追補調査を行った。この調査は次の作業を含んでいる。地質精査(1/2,000)2.5 Km × 0.7 Km, 地化探(岩石片および土壌グリッド・サンプリング, IP24線17.13 line.Km(チェックのため再測を含むと339 line.Km), EMおよび磁探夫々1265 line.Km およびIP異常に対する短尺試錐7孔計751.44 m。この調査により、IPおよび地化探異常が、ほぼ地域の全長(2.5 ~ 3 Km) にわたり存在することが確認され、またⅡ4試錐(以後国連試錐には、UN-と云う記号をつける)では、124.1 m - 129.6 mの5.5 m間にCu 0.38%, Zn 29.6%の硫化物鉍化が捕捉された。なお、その他の国連試錐の大部分は短尺のため、酸化帯中で終り目的を達していない。

国連はこの結果にもとづき、数孔の追加試錐と異常地延長に対する地質調査、地化探、IP等を続行することを提言している。

グアテマラ鉍山局による調査：

その後、鉍山局は、国連提言の試錐のうち、2孔189.7 mの試錐を実施し、DG-Ⅱ9試錐(以後鉍山局実施試錐にはDG-を付ける)の孔底付近で塊状亜鉛鉍に着鉍している。しかし、着鉍部の分析は行われていないようで着脈点付近の実収率も極度に悪い。鉍山局は政策変更のため試錐継続を中止した。

今次プロジェクト第1年次の調査：

1976年11月~12月の日本調査団第1年次地質調査期間中に、国連報告書(UN, 1973)が再検討され、さらに現地踏査および国連、鉍山局の実施した9孔計約941 mの試錐コアが再調査された。その結果、下記の理由から、「本地区には探鉍価値と余地がある」と判断され、第2年次における調査が計画・提案された。

- (1)本地区の地表で見られる鉍化は広範であり、物探、地化探異常ともに両側に開いている。したがって更に範囲外に連続することが予想される。
- (2)国連実施地化探のCu異常値は余り高くないが、本地区には50 ~ 70 mの溶脱帯が存在するので、絶対値は必ずしも信頼出来ぬ。またZn異常値は、十分探鉍の価値ある値を示す。
- (3)国連の試錐はすべてIP異常に対してのみ実施され、地化探異常には一孔も実施されていない。また、大部分の試錐は短尺のため、酸化帯中で終り目的を達していない。
- (4)UN-4で着鉍した鉍化の追跡は行われていない。(以上MMAJ・1976参照)。

今次プロジェクト第2年次の調査：

上記の提案にもとづき、第2年次調査対象地域の一つとして本地区がとりあげられ、『C地区 Llano del Coyote』として下記の作業が実施された。Llano del Coyote 地区 14 Km^2 ($7\text{ Km} \times 2\text{ Km}$) の地域に対して、航空写真図化による $1/10,000$ 地形図の作成、ルート長計 881 line.Km の地質精査、 861 試料の土壌地化探試料グリッド・サンプリングと $3,444$ 成分 (Cu, Pb, Zn, Ag) の分析、 42 line.Km のIP探査、 72 line.Km の地上磁探、および3孔計 830.7 m の試錐が実施された。

この結果、WNW-ESE方向に伸びる約 $5-6\text{ Km}$ 巾 $400-600\text{ m}$ の鉍化・変質帯が存在し、ほぼこれに一致して、地化探および物探異常地が存在することが明らかになった。国連によって発見された異常地はWNW-ESE約 $2.5-30\text{ Km}$ であるので、第2年次の調査によって本地区の異常地の拡らがり、国連調査によるもののほぼ2倍に達することが判明したことになる。また試錐では、経済品位には程遠いが、各孔で鉍徴を確認した (Table-4表)。

この調査結果にもとづき、第3年次探鉍計画が立案され、提案された。この計画は試錐7孔計 $1,200\text{ m}$ と、試錐孔付近の地質精査 5 Km^2 からなる (第2年次報告書3-10表第28表)。

上記の国連調査と今次プロジェクト各年次の調査範囲の位置関係は Fig.2 に示された。

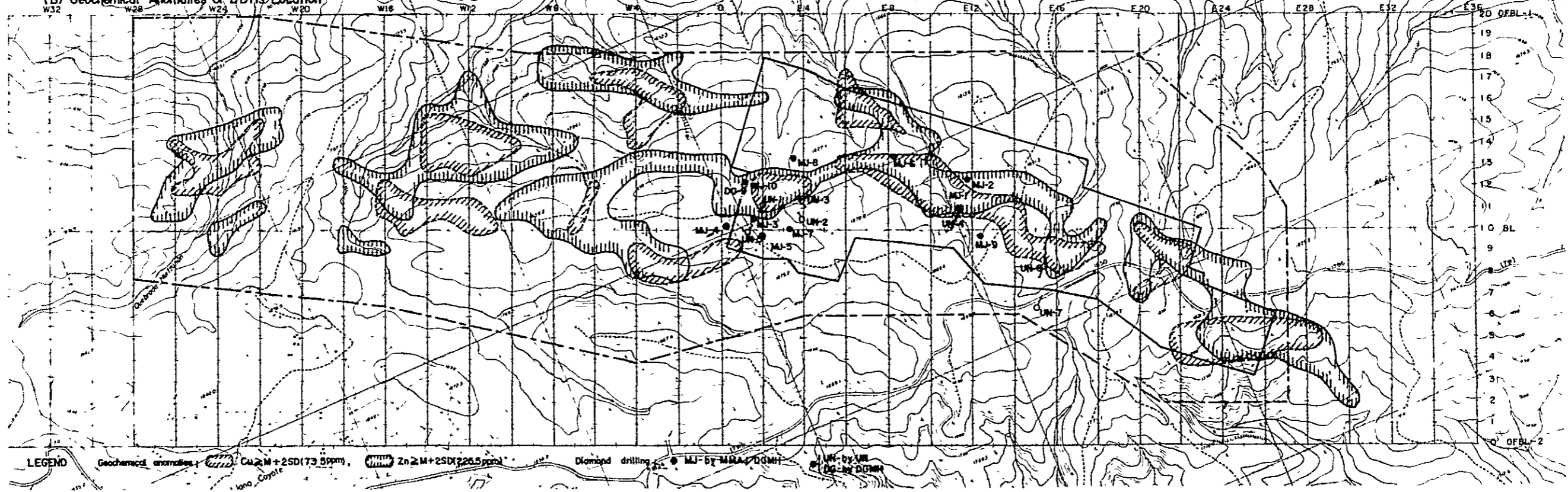
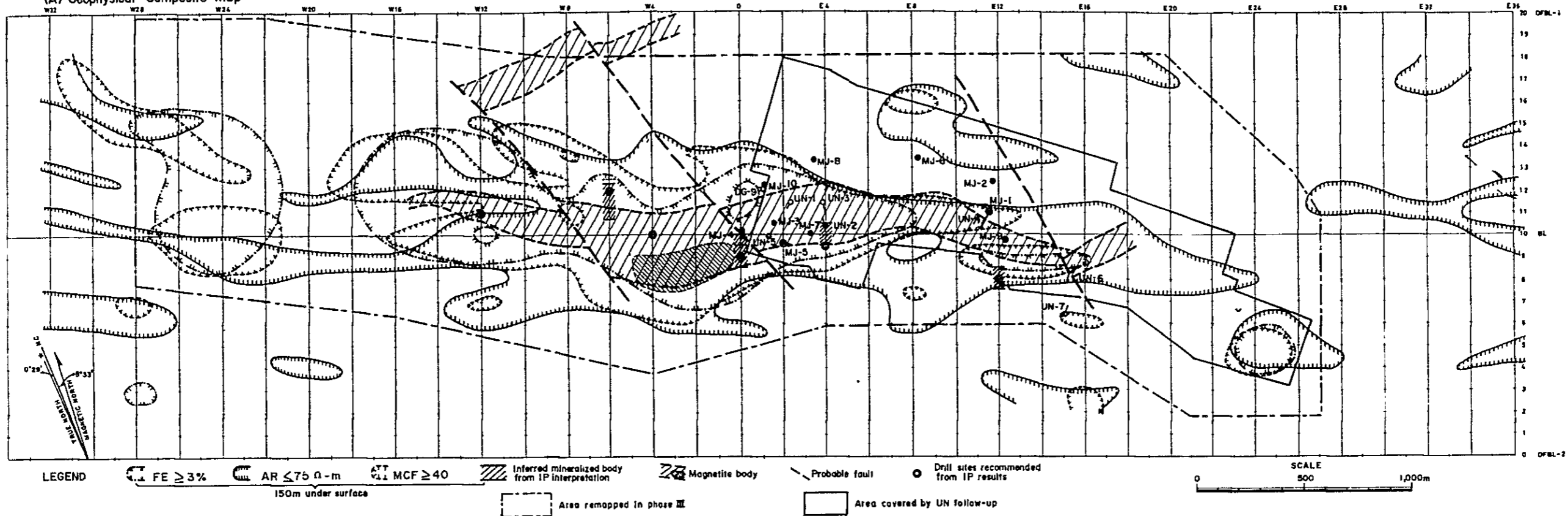
1-4 今年次の調査・作業実績

第2年次に『追捕調査』が実施された6地区 (このうちのB-2地区内にC地区 Llano del Coyote が含まれる) と、前記C地区とが比較検討され、後者が最も有望と判断された。このため、第3年次の現地作業はC地区の中心部に集中され、前節に記した計画にもとづき7孔計 $1,203\text{ m}$ の試錐と、試錐孔を中心とする 5 Km^2 に対する補足的地質精査が実施された。また、試錐作業と平行してコア調査が行われた。さらに調査中に採取されたコアおよび地表の岩石試料に対して顕微鏡観察、X線回折 (粉末法)、化学分析などが行われた。これらの作業実績の内訳は下記の通りである。なお、試験試料には、第2年次報告書に試験が間に合わなかったMJ-1~MJ-3の試錐コアが含まれている。

試錐	試錐番号	錐進長 (m)
	MJ-4 (1)*	150.2
	MJ-5 (3)	151.3
	MJ-6 (6)	150.8
	MJ-7 (5)	300.1
	MJ-8 (4)	150.2

Fig. 2 AREAL RELATIONSHIP : PRESENT PROJECT vs PREVIOUS UN PROJECT

(A) Geophysical Composite Map



MJ-9 (7)	150.2
MJ-10 (2)	150.2
計	1,203.0 m

* 註 () 内の数字は第2年次報告書 Table-28 の計画番号に対応

地質調査	5 Km ²	W 28 ~ E 27
ルート・マップ		1/2,000
地質図および断面図		1/2,000 および 1/5,000
コア調査	1,203.0 m	柱状図 1/500

試験試料数

	顕微鏡観察	X線回折分析	化学分析	
	枚数	試料数	試料数	分析成分
地質調査試料	22	160	129 (15)	(Au), Ag, Cu, Pb, Zn, S, Fe, Mn 2,169 (83)
試錐コア試料	40	78	169 (68)	
合計	62	238 試料	298 (83)	

地質調査は、第2年次にIGN航空写真より図化した縮尺1/10,000地形図を写真延図した1/2,000地形図を使用して行われた。さらに、必要に応じて1/2,000の簡易測量が実施された。調査結果は1/5,000地質図および地質断面図としてまとめられた(PL1-1, 1-2, 2)。また、試錐が行われた地区中心部(W2-E12)に対しては、1/2,000の地質図および断面図が作成された(PL-3, 4)。

試錐は、試錐機2台を使用し、ワイヤーライン工法を採用して実施された。試錐結果の詳細は本報告書5章に、また試錐作業の詳細は付録-7に、それぞれ記した。

コア調査結果は、縮尺1/500の柱状図にまとめられ、第2年次試錐のものとともに別添図として添付された(PL6-0~6-7)。

採取されたコアおよび地表からの岩石試料の試験結果は、巻末に付録として添付されている(付録1~4)。試料採取位置はPL-7に示された。

上記作業の結果、MJ-9試錐の88.60m-98.10mで9.5m間12.76%Znの有望な鉱化に着鉱した。

詳細は本報告書4, 5, 6章に記した。

試錐作業および現地試錐コア調査は1978年6月～1977年10月の112日間に行われ、
 現地地質調査は1977年9月～1977年10月の31日間に実施された。

1-5 人 員

渉外調整

黒子 孟夫	金属鉱業事業団
原田 幸雄	〃 (メキンコ駐在)
沢田 賢治	〃

長畑 貞之	国際協力事業団
-------	---------

表 敬

浜地 忠男	住鉱コンサルタント株式会社
-------	---------------

現地調査団

内田 欽介	団 長	住鉱コンサルタント株式会社
川井 正和	副団長 地質班班長	〃
蛇目 秀雄	団 員 地質班	〃
清野 忠義	〃 〃	〃
智田 明雄	〃 試錐班班長	〃
神成 総二	〃 試錐班	〃
金光 康男	〃 〃	〃
広野 栄	〃 〃	〃
成田 勝栄	〃 〃	〃

グアテマラ側調査団

Fernando R. Santiago M.	団 長	鉱物炭化水素局
J. Antonio González C.	副団長	〃
Hugo Lucero	地質班	
Armand Castellanos	〃	
Armand Rivera	試錐班	
Felipe Galvez	〃	
Obdulio Calderon	〃	

Julio Valdez	試錐班
Gonzalo Morataya	〃
Fredy D. Recines	〃
Calos Medrano	測量班
Marco Antonio Kopp M.	化学分析班
Jorge Mario Ruano	〃
Flor de María Cintora R.	〃
Pedro Valencia	〃

1-6 謝 辞

御協力を戴いたグアテマラ鉱業・炭化水素・核エネルギー庁 (Secretaria de Minería, Hidrocarburos y Energía Nuclear) Lic. Jorge Luis Monzon Juarez 長官はじめ、同庁の関係各位に対し、深く感謝の意を表す。

また、種々御援助を賜った駐グアテマラ日本大使館原富士男大使、重光甫彦一等書記官および館員の皆様に対し、心から感謝の意を表す。

2 調査地域の一般概況

2-1 位置

今年次の調査範囲は、首都グアテマラ市の北西、直距約110Km、第2年次C地区 Llano del Coyote 内に位置する。本調査範囲は、行政上はウエウエテナンゴ県 (Departamento de Huehuetenango), アグアカタン町 (Municipalidad de Aguacatán) に属する。(Fig-1)。この範囲の主要部分はIGN 1/50000地形図サカプラス (Sacapulas; 1961-1) によりカバーされる。

なお、第2年次C地区は、下記4点に囲まれ、N66°30'W-S66°30'E方向に7Km, N23°30'E-S23°30'W方向に2Km, 面積14Km²の矩形状地域である。

	1	2	3	4
北	15° 20' 15"	15° 18' 46"	15° 17' 45"	15° 19' 15"
西	19° 15' 00"	91° 11' 47"	91° 12' 14"	91° 15' 49"

この範囲は、当国国土地理院 (IGN) の1/50,000地形図 Sacapulas (1961-1), Nebaj (1962-2), Huehuetenango (1961-4) および Chiantla (1962-3) の4枚の図巾によりカバーされる。

2-2 交通

首都グアテマラ市から調査地区には、国道CA-1 (汎米ハイウエー) 経由で同名の県の県庁所在地 (Cabecera departamental) Huehuetenango 市に至り、ここから国道9N号-7W号経由で到達される。この間の道路距離は約291~297Km, 所要時間は車行約5~7時間である。国道7W号はC地区南縁付近を走る。したがって本地区は、グアテマラとしては交通の便利な所に位置する (Fig.1)。ちなみに、MJ-9試錐着床点は国道から直距約280mに位置する。以下に主要地点間ごとに道路状況を記す。

Guatemala-Huehuetenango 間

首都Guatemala市から、Huehuetenango市までの交通 (道路距離261Km) は比較的便利である。すなわち、アスファルト舗装された2車線国道CA-1が、後者の南西約4Kmを通過し、首都から車行約4~6時間で到達出来る。両市を結ぶバス便は一日数往復あり、所要時間は6~8時間である。なお、Huehuetenango市には簡易飛行場があるが、商業空路は開設されていない。

Fig.3 ACCESS TO LLANO DEL COYOTE PROSPECT



Huehuetenango - 調査地区間

Aguacatán は Huehuetenango 市の東北東、直距約 18 Km、道路距離約 21 Km に位置し、後者から自動車により国道 9 N 号および 7 W 号経由約 50 分で到達される。

C 地区南西端は、Aguacatán の中心部の S 67° E 直距約 6.8 Km にあり、国道 7 W 号がこの付近を通過する。国道 7 W 号は、ここより E S E に、ほぼ調査地区の南縁線に沿って地区内外を通過し、最も離れた所でも地区南縁線から水平 500 m しかはなれない。したがって、調査地区は自動車により容易に到達出来る。ちなみに、Aguacatán 中心部から地区への道路距離は、9.5 Km ないし 15 Km で、自動車による所要時間は 15 分ないし 25 分である。

国道 7 W 号は、幅員約 3.5 m の未舗装ではあるが全天候道路で、Huehuetenango - 調査地区間は比較的良く整備されている。ただし、Aguacatán - Huehuetenango 間のうち La Barranca 付近の約 5 Km は、道路が Chixoy - Polochic 断層の断層崖に沿って通過するため、雨期には短期間閉鎖される可能性があるし、大地震が発生した場合には長期間交通途絶する可能性があるかもしれぬ。またこの区間の橋梁は、10 t 以上の重量物を運搬する場合には、補強を要するかもしれぬ。その他、Aguacatán の東側町はずれには、Río Blanco に橋梁がなく、雨期増水時には乗用車の通過が不可能となることもある。(以上 Fig. 1, 2 参照)

Huehuetenango 市について

本地区の中心地である Huehuetenango 市については、総合報告書 2-2-4 を参照されたい。

2-3 港湾および輸送路

調査地域への機材の輸入および精鉱輸出に利用しうる港湾は、太平洋岸では Champerico, San José, および Acajutla (El Salvador) の 3 港、また大西洋岸では Puerto Barrios 一港である (Fig. 2)。このうち前 2 者は沖積みのため、材料によっては後 2 者を利用しなくてはならぬ。また前 2 者を精鉱積出港とする場合は、コンテナまたはパレットを使用する必要があるかもしれぬ。

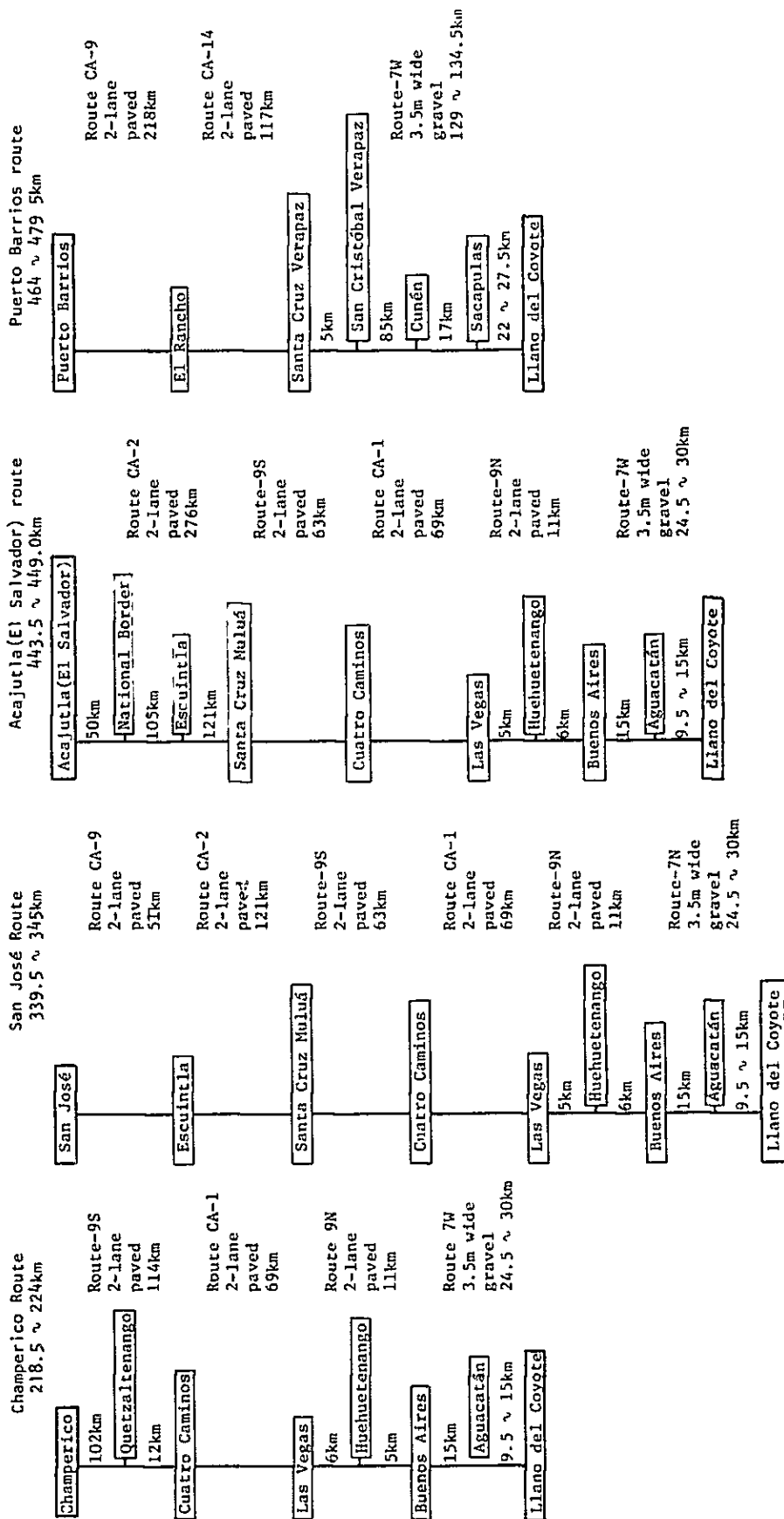
各港湾の状況は、第 1 表に要約した。

Llano del Coyote と各港湾の運搬経路および距離は第 2 表にまとめ、Fig. 2 に図示された。Champerico 港には約 220 Km, San José 港には約 340 - 350 Km, Acajutla 港には 440 - 450 Km, Puerto Barrios 港には約 460 - 480 Km である。ただし、第 2 表の各ルートのうち Puerto Barrios 港ルートは、San Cristóbal Verapaz - Cuenén 間 85 Km の国道が非常に悪路なので、首都および CA-1 経由の方が実際的かもしれぬ。

Table - 1 Summary of Available Ports

	Pacific Coast		Atlantic Coast	
Port	Champerico	San José	Acajutla (El Salvador)	Puerto Barrios
Location	Lat. 14°18'N.; long. 91°56'W.	Lat. 12°55'10"N.; long. 90°50'W. 107 kms. S. of Guatemala C. on the Pacific	Lat. 13°35'N.; long. 89°50'W. Port for western part of Salvador.	Lat. 15°43'N.; long. 88°36'W.
Distance *	220 ~ 250km	340 ~ 350km	440 ~ 450km	460 ~ 480km
Accommodation	Open roadstead subject temporarily to heavy swells. Anchorage in approx. 43 ft., one mile from wharf. Cargo loaded and discharged by lighters. Pier, length 1,132 ft., width 80 ft., height 82 ft., bridge 27 ft., two 10-ton, two 15-ton and one 25-ton which (max capacity 40-ton). Four tugs and 11 30-ton lighters. 2,000m. railway, four locomotives, 150 car platforms, 15 truck lifts and 7 cranes of different tonnage. 23 covered warehouses, 35,100 cu. m. Total port area, 52,000 sq. m., concrete paved. Open and paved warehouses with total area of 30,000 sq. m. Port rail tracks, 6,000 lineal feet. Container Handling Facilities: Available. Working Hours: Saturday work from 07.00 to 12.00. Overtime rates at any time (double pay).	Open roadstead; ships anchor about 1/4 mile from pierhead in about 8 to 9 fms. sand, not very good holding ground; infrequent heavy swells; from the middle of June until October, violent wind and rain storms of short duration, called "Chubascos", may occur, particularly at night. Steel pier owned by Ferrocarriles de Guatemala (FEGUA), but operated by Agencia Maritima S.A., serves lighters loading/discharging vessels in the roads. Three 5-ton winches and one heavy-duty winch of 20 tons, but capable of handling up to 22 short tons, with previous notice. Nine lighters of 35 tons cap. each; four tugs and one dispatch boat. San Jose has now been declared a National Port.	Open bay. The Port consists of a breakwater mole, 763m. long. The access mole runs for approx. 400m. and has a free width of 7m. Pierhead 37m wide. The Port has recently been expanded and improved with the utmost in port installation. Ships dock directly to the mole thus eliminating lighterage operations. Pier has two berths, both of which are well protected and usable at all times. Overall height of pier at M.L.W. 7m. well fendered and made of reinforced concrete. Draft alongside, 30 to 44 ft. Bulk unloading possible at rate of up to 100tons/hr. One transit shed on pier of 1,000sq.m. CEPA has built four warehouses with total covered space of 22,000sq.m., enabling 400,000tons cargo to be handled yearly. Two open storage yards-total area 15,000sq.m. Two travelling cranes with boom of 16m. long and capacity 3 metric tons. Port fully equipped for handling all types of cargo, with automotive cranes, fork lift trucks up to 20,000 in., tractors, trailers, etc.	Depth in channel approach 28 ft. Good anchorage S.W. of the pier with nearly 5 fms. of water. R.o.f T. less than 12 in. One pier 2,112 ft. long, property of Ferrocarriles de Guatemala, with one outer berth alongside shed on north side (27 ft. outer end, 25ft. inner end) and one inner berth on N. side alongside U.F.C. banana conveyors (25 ft.). On south side of pier alongside sheds, one outer berth with 27 ft. at outer end and 25 ft. at inner end. one middle berth with 25 ft. and one inner berth with 23 ft. at outer end and 21 ft. at inner end. On the south side of the approach to the pierhead, one outer berth with 21 ft. and one inner berth with 16 ft. Pier sheds of 400 ft. by 80 ft. and 580 ft. by 41 ft. No cranes on pier but 15-ton mobile crane and 5-ton crawler crane available in yards. Water available. Vessels must fly Guatemalan flag at foremast in order to receive pratique.
Bunkers	Not available.	Crude oil available.	Available.	Petrol and diesel oil from tank cars possible in emergency.
Pilotage	N.C. and not necessary.		Available and compulsory.	Compulsory. Launch available for handling lines \$10.00.
Remarks	The Government has plans for the construction of a new port with two berths for accommodating 10,000-ton ships.	The best on the Pacific coast, but custom clearance is required.	Depth alongside of 32 to 39 ft. Facilities for handling containers will be available on completion of pier.	
Information Source	Clyde Port Authority (1972); Ports of the World	ditto	ditto?	ditto

Table - 2 Proposed Route to Ports



2-4 通 信

Aguacatlan には民間用電話線は延長されていない。主都と Huehuetenangs 市との間には、電々公社 (G U A T E L) の電話回線が開設されているが、市内には戸別配線がほとんど行われておらず、通話のためには電話局に行く必要がある。

電報は Aguacatlan の郵便局から打電可能であり、受電は宅配される。

郵便物は安全に配達され、紛失することはほとんどない。

2-5 地勢，植生および気候

地勢 (P i . -1-1, 1-2, 2) : 調査地区は、東流する Río Blanco と Río Negro に挟まれた W N W - E S E に伸びる尾根の頂部付近に位置する。調査地区内の標高は、海拔 1,460 m (地区東南端付近) から 1,890 m 迄変化する。一般に 1,750 m 付近以下は急斜面をなすがこれ以上は平坦な台地状地形を形成する。花崗岩境界部付近の珪化帯が侵蝕に耐えて、この様な地形が形成されたのかもしれない。

地域北側 (Río Blanco 側斜面) の非変質変成岩類 (Sacapulas 層または Chicol 層) 分布地域は、平均傾斜 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ の急斜面をなし、しばしば隙質片岩の急崖が形成される。この部分には、北流する何本かの沢があるが、これらは深く解折され、急な側壁と滝をともなっている。

前記地域の南、Tactic 層相当と思われる頁岩-砂岩地域に入ると、地形は突然緩かになり、鉍化・変質帯および花崗岩接触部付近を含む地域は起伏の少ない台地を形成する。地表にみられる鉍化・変質帯 W N W - E S E 約 5.6 Km は、西部約 1.3 Km (W 26 - W 13) 間を除き、ほぼ海拔 1,800 m から 1,865 m の台地上に位置している。

地区南東部、Rio Negro 斜面は、再び急斜面を形成するが、ここは花崗岩を基盤とする。

この様な地形は、比較的坑内採掘に有利と考えられる。すなわち、W 16 - E 14 間であれば、通洞坑口を海拔 1,600 m にとった場合、400 ないし 1,000 m の坑道掘さくにより鉍化帯に到達しうるし、坑口を海拔 1,500 m に下げても、最大 1,300 m の立入れで十分と思われる。斜坑であれば更に延長を短縮出来る。

廃研・尾鉍堆積場は、公害や土地補償を別にすれば、地形的にはいくらかでも適地がある。

植生他：台地上の平坦地は、大部分牧草地、とうもろこし、麦、ジャガイモ等の耕作地として利用され、人家が散在する。したがって、地上権の取得や農作物の補償には多少の問題があろう。沢沿いや、急斜面の部分および台地上の一部には、自然植生が残されており、2種類の松および樺等の広葉常緑樹がみられる。

気候：本地区の気候は、B-2地区以外の今回プロジェクト他地区に比較すると、乾燥していると言える。年間降雨量は、1,200 - 1,500mmと推定され、5月から10月までの雨期6ヶ月間に、その大部分が降る。11月から翌年4月までが乾期であるが、12月と1月には、しばしばわか雨があるという。気温は、11月から翌年2月にかけては、最高25～28℃、最低5～10℃と思われる。雨期直前の3月、4月には、日中気温30℃に達することもあるが、それでも夜間は涼しい。

2-6 水利および電力

調査地区内の小沢は、乾期には枯渇し、試錐用水さえ十分な水量が得られない。しかし、目下水量の資料をもたぬが、地区北方を東流するRi'o Blancoには乾期でもかなりの水量があり、簡単なダムを作れば500TPD程度の鉱山操業に必要な水量は十分まかなえるものと思われる。調査地区付近では、Ri'o Blancoの流路は、海拔1,430m - 1,520mにあり、鉱化帯から水平距離700～1,300mに位置している。一方鉱化帯の地表部は海拔1,800m - 1,890mにあるので、仮に選鉱場を台地上に建設しても、揚水高は約300 - 400mですむ。

調査地区内、地区南限近くを国道7Wに沿い、電力公社(INDE)の33KV高圧線が通過する。したがって、受電設備設置と、山内配線を行うだけで電力を利用することが出来、グアテマラとしては非常に立地条件が良い。

3 地 質

3-1 広域地質上の位置

本地区は、Chixoy-Polochic 断層の南側、花崗岩底盤の北側縁辺部に位置する。Chixoy-Polochic 断層系の何本かの断層のうち、地区付近で最も南側のものが、本地区の北方0.7-1.1 Kmを地区の長辺にほぼ平行に走るものと思われる(第2年次報告書PL-28)。

花崗岩底盤は、Huehuetenango から東に向って約6.5 Km間に、1.0 Km-1.5 Kmの巾をもって産出するもので、2試料のK-Ar年代測定結果は、117および135 m.y. (早期白亜紀)を示している(総合報告書Fig.3, 第7表)。

調査の対象となった鉍化・変質帯は、花崗岩底盤中の古生層ルーフ・ペンダントである。このルーフ・ペンダントは、Sacapulas 付近から、西に向かい「くさび状」に産出するもので、本地区北西端の西方約1 Kmの地点で尖滅する(第2年次報告書PL-28)。

調査地区内の変質帯付近には、走向N40°-45°Wの流紋岩-石英斑岩小貫入岩体が10数ヶ内外「雁行配列」しており、構造および鉍化との関連から興味深い(Fig.6, PL1-1, 1-2)。なお、この貫入岩類に相当すると思われる岩石の年代測定結果は62および58 m.y. である(総合報告書第7表, Fig.11)

層序的には、本地区のルーフペンダントは、先二畳紀のChicol層と、二畳紀またはそれ以前のTactic層に対比されるものと思われる(Fig.4および総合報告書Fig.6, 7)。

広域的な鉍床生成区上の観点からは、本地区は、メキシコのChiapas からホンジュラスにかけて連続するPb-Zn-Ag 鉍化帯に属する。しかし、より局地的には、前記の流紋岩-石英斑岩貫入岩体を中心とするCu-Zn帯に属すると云えるかもしれぬ(総合報告書Fig.5)。

3-2 地域地質

3-2-1 概 況

調査範囲内の地質は、大別して花崗岩類、古生代の水成岩および変成岩(以下両者をまとめて取り扱う時は『堆積岩類』と呼ぶ)、流紋岩ないし石英斑岩貫入岩体(以下『酸性貫入岩類』と呼ぶ)および主として『堆積岩類』を原岩とする鉍化変質帯からなる。この他、現世の火山灰が基盤岩をおおって台地上にみられる。

花崗岩類は、本地区付近では、ベース・ライン以南の地区南半部および地区北方の2ヶ所に分布する。北側の花崗岩体は、W3線付近から西で本地区内に入る。『堆積岩類』は、ルーフペンダントと考えられ、調査範囲東限線E3.6線付近では巾(NNE-SSW)2 Km以上を示すが、西北西に向い巾を減じ、地区中心部O線付近では1 Km、西限W3.4線付近では

約200mとなり、西限線の西約1Kmの地点で花崗岩類中に尖滅する。

『酸性貫入岩類』は、10数ヶ所以上の小岩体として、地区中央部WNW-ESE約5.2Km(W26-E26)間で、かつ主として花崗岩-堆積岩の境界から堆積岩側に約600m間の範囲にみられる。これらの小岩体は、走向N40°~45°Wを示し、あたかもこれらの岩体群が雁行断層に貫入した岩脈群か、あるいは雁行褶曲によるレンズ状岩床の反復であるかの様な分布を示す。

これらの酸性貫入岩体分布域にほぼ一致し、花崗岩-堆積岩類境界から400~500m間の『堆積岩類』は、著しくスカルン化および熱水変質をうけ鉍化・変質帯を形成している。

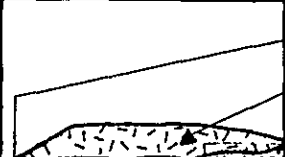

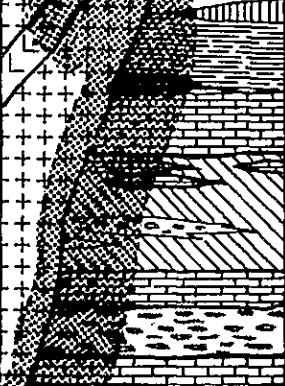
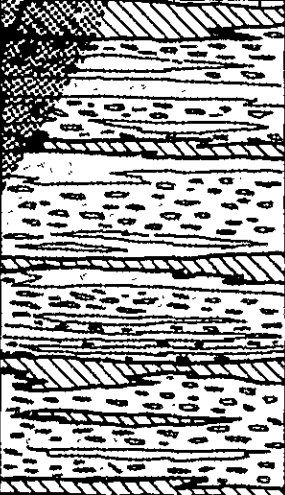
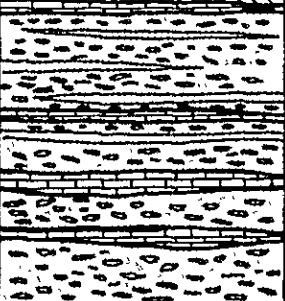
以上の関係は、Fig. 6, PL-1-1, 1-2に示された。

本地区の堆積岩類は、地区全体としてみると、地区の長辺とほぼ同方向の軸をもつ一向斜(北側)と一背斜(南側、花崗岩との境界付近)を形成すると考えられる。この向斜を以後Llano del Coyote向斜と呼ぶ。前記『酸性貫入岩類』は、ほぼこの向斜軸部に産出し、鉍化・変質帯は向斜軸部-花崗岩間に位置する(Fig. 5, 6, 7; PL-1-1, 1-2, 2)。

向斜北翼、特にRío Blanco側急斜面では、岩石が非変質であり、かつ露出が良いため層序関係を知り易い。この部分の調査結果に基づき構成された本地区の堆積岩類非変質相の層序が、Fig. 4に模式的に図示された。本地区を構成する『堆積岩類』は、岩相の類似からSanta Rosa層群のChicol層上部とTactic層の下部に対比されるものと思われる。Fig. 4において、石灰岩層を挟在する礫質片岩-綠色片岩互層の最上部までがChicol層上部部層に、黒色粘板岩層以上がTactic層の下部と考えられる(Fig. 4対総合報告書Fig. 6, 7)

一方、向斜軸部から花崗岩までの間(南側の背斜部を含み)の鉍化・変質帯は、地形が緩やかで露出が悪く、かつ地表付近の岩石が著しく褐鉄鉍化および溶脱作用を蒙っているため、原岩の推定、層序の組み立て、向斜北翼との層序対比等がかなりむづかしい。しかし、今次地表調査と試錐コア-調査から、酸性貫入岩以外の変質岩はTactic層の頁岩、砂岩および粘板岩に、スカルンはTactic層中の石灰岩に、夫々対比されることが判明した。また、綠色片岩類は変質帯付近でも余り変質していない。これらのことを総合し、向斜南翼の変質帯の層序、特にTactic層とChicol層の境界を北翼と対比することが出来た。

Fig.4 Generalized Stratigraphic Section of Area-C
(Llano del Coyote)

Geological Age & Formation or Group	Graphic Columnar Section	Lithological Unit	Thickness in M	Note
Cenozoic Quaternary		Granitic Rocks Volcanic Ashes & Welded tuff Alluvium		Alteration halo is observed for some 400m from contact
Palaeozoic Permian and/or Pre-Permian Santa Rosa Group		Alternation of tuffaceous shale & fine sandstone Quartz Porphyry Black chert*2 Black slate	150 ± 0-30 50 ±20	*1 Quartz porphyry seems to occur mostly as sills concordant to bedding of host rocks *2 Black chert thins out from central part westward
		Alternation of limestone ³ , green schist, conglomerate schist ⁴ & pelitic schist	200± 50	*3 Limestone is mostly dark colored & phyllitic to schistose *4 Conglomerate schist includes sericite-quartz-(chlorite)-schist which may originally be acidic volcanic
		Alternation of conglomerate schist ⁴ , green schist, & pelitic schist	340+ 40	
		Alternation of limestone, conglomerate schist, green schist, & pelitic schist	150 +	

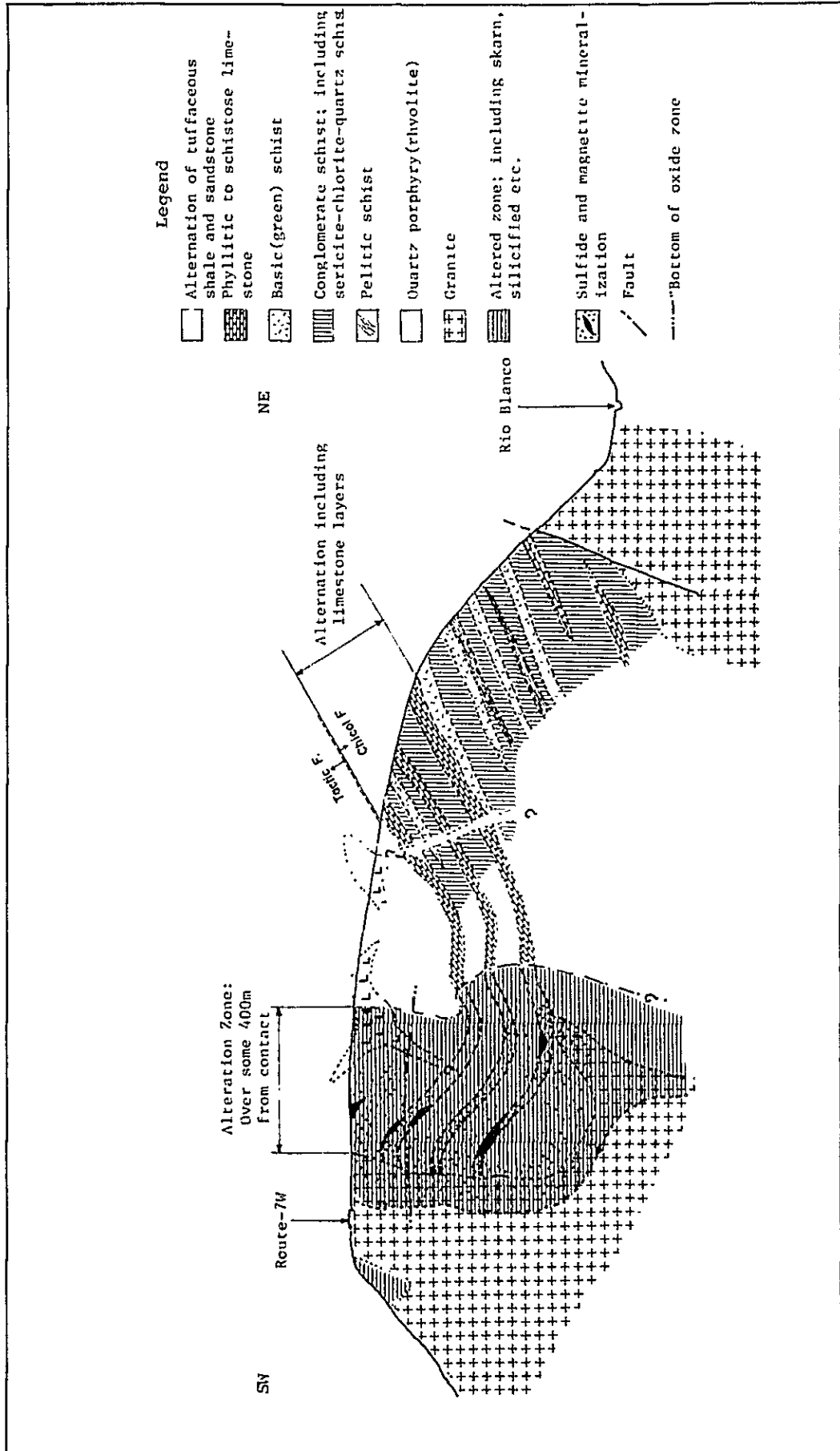
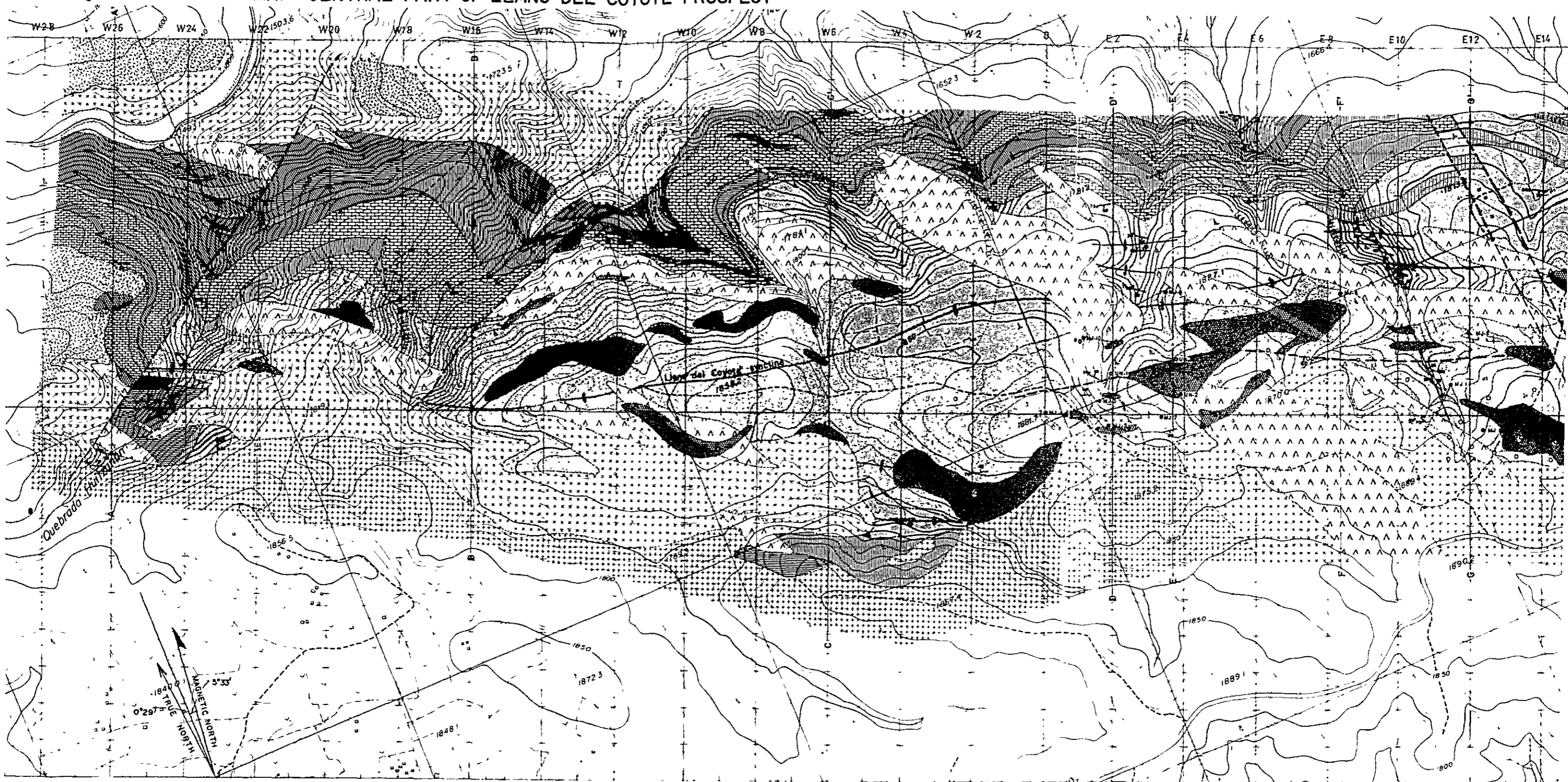


Fig.5 Schematic Geologic Profile of Area-C Llanc del Coyote

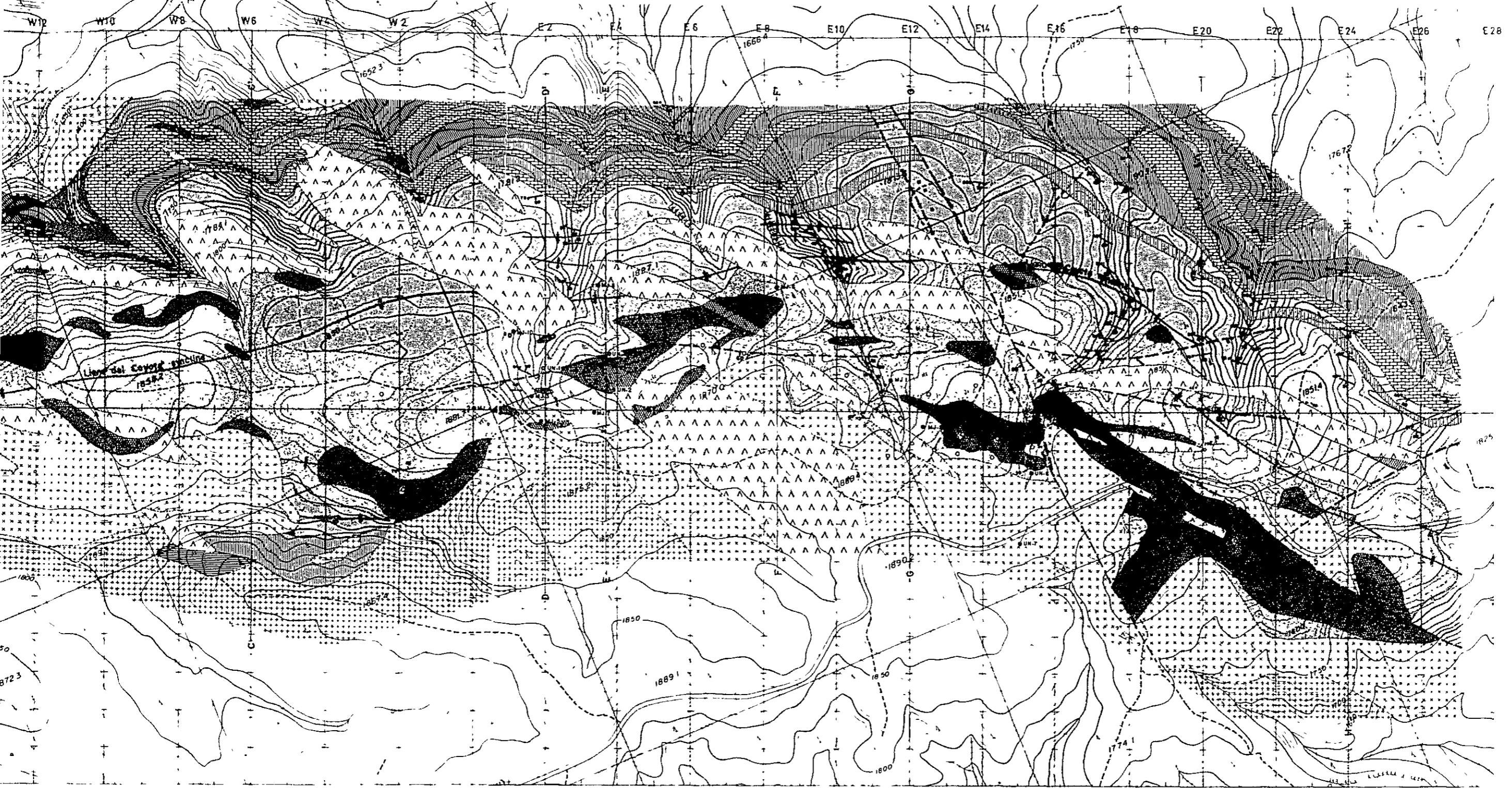
Fig. 6 GEOLOGIC MAP: CENTRAL PART OF LLANO DEL COYOTE PROSPECT



LEGEND

- | | | | | |
|--|------------------------------------|--|----------------------------|--|
| Alluvium | Volcanic ash, pumice & welded tuff | Tuffaceous shale & fine sandstone with occasional black slate | Black cherty rock | Mainly limestone (schistose & phyllitic) |
| Mainly conglomerate schist & sericite chlorite quartz schist | Mainly basic (green) schist | Pelitic schist | Rhyolite & quartz porphyry | Quartz diorite & Granodiorite |
| Granite | Serpentine | Altered tuffaceous shale & fine sandstone (skarn & silicified rock etc.) | Limonite gossan | |
| Strike & dip of beds or foliation | Anticline | Syncline | Fault | Geologic boundary |
| | | | Geologic section line | |

L COYOTE PROSPECT



- Tuffaceous shale & fine sandstone with occasional black slate
- Black cherty rock
- Mainly limestone (schistose & phyllitic)
- schist
- Mainly basic (green) schist
- Pelitic schist
- Rhyolite & quartz porphyry
- Quartz diorite & Granodiorite
- us shale & fine sandstone (skarn & silicified rock etc.)
- Limonite gossan
- Syncline
- Fault
- Geologic boundary
- Geologic section line

- Diamond drilling
- ⊙ UN = by UN
 - ⊙ DG = by DGMH
 - ⊙ MJ = by MMAJ/DGMH
 - ⊙ — Proposed drill site

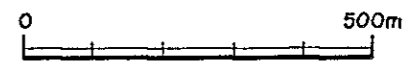
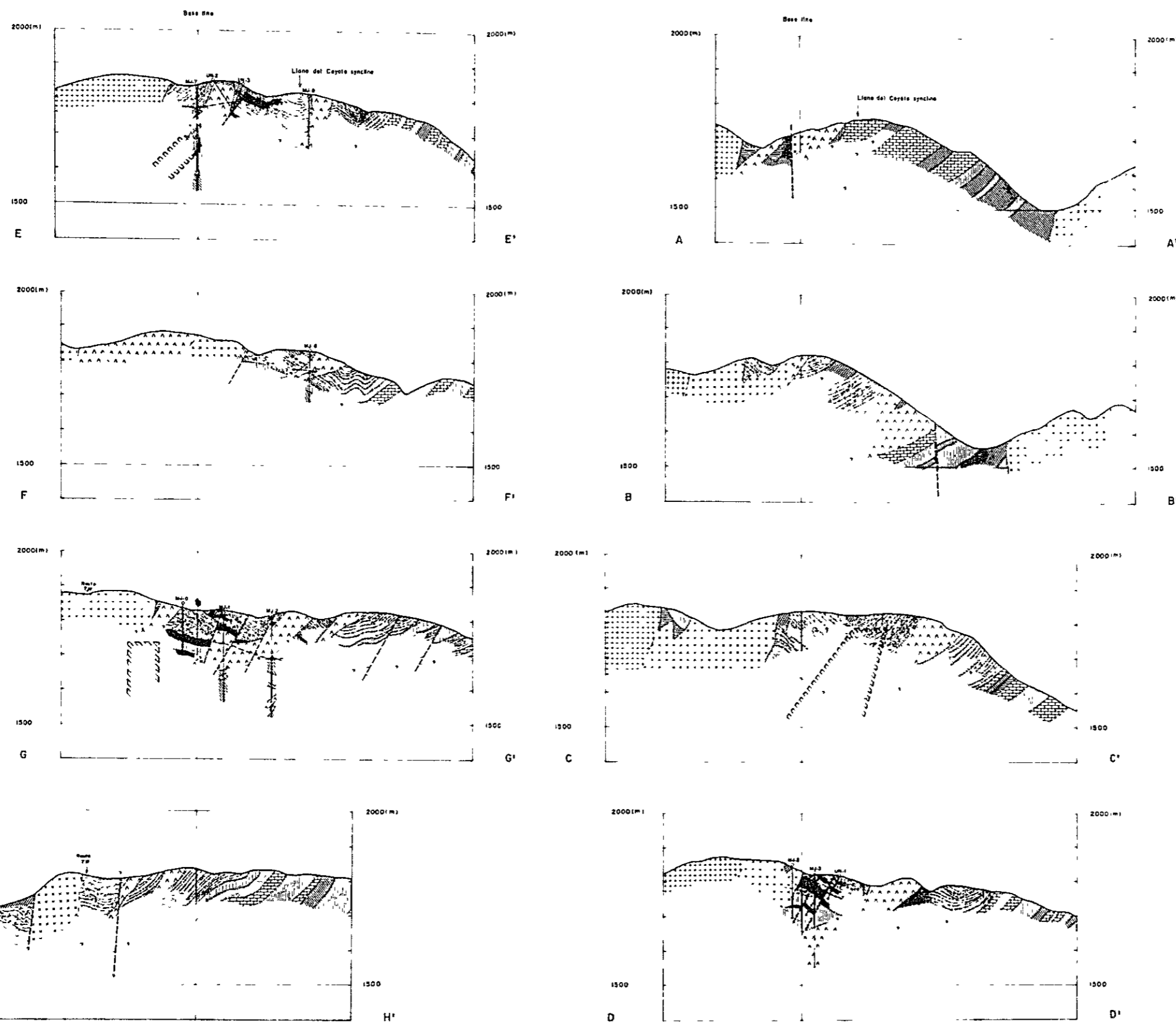


Fig. 7 GEOLOGIC PROFILES: CENTRAL PART OF LLANO DEL COYOTE



DRW NO

GEOLOGICAL SURVEY
OF CUCHUMATANES AREA
WESTERN GUATEMALA
PHASE III
LLANO DEL COYOTE
GEOLOGIC PROFILES OF CENTRAL PART

0 100 200 300 M

METAL MINING AGENCY OF JAPAN
JAPAN INTERNATIONAL CO-OPERATION AGENCY
GOVERNMENT OF JAPAN
COLLABORATION WITH
DIRECCION GENERAL DE MINERIA
E HIDROCARBUROS DE GUATEMALA
February 1978

- | | | |
|--|--|-----------------------------------|
| | Volcanic ashes | Paleozoic
Mesozoic
Cenozoic |
| | Tuffaceous shale & fine sandstone with occasional black shale | |
| | Black cherty rock | |
| | Mainly limestone (schistose & phyllitic) | |
| | Mainly conglomerate schist & pelitic chlorite quartz schist | |
| | Mainly basic (greenschist) | |
| | Pelitic schist | |
| | Rhyolite & quartz porphyry | |
| | Quartz diorite & granodiorite | |
| | Granite | |
| | Altered tuffaceous shale & fine sandstone with occasional black shale (stern & sulfidated rocks etc) | Cenozoic |
| | Skarn & mineralized zone | |
| | Limonite gooson | |
| | Skarn mostly with mineralization | Cenozoic |
| | High grade mineralized intersections (1% order Zn & Cu) | |
| | Syncline | |
| | Anticline | Cenozoic |
| | Geologic boundary | |
| | Fault | |
| | Bottom of oxide zone | Cenozoic |
| | Diamond drilling (projected) | |
| | UN- by UN | Cenozoic |
| | DG- by DGMH | |
| | MJ- by MMAJ/DGMH | Cenozoic |
| | Mineralized body inferred from IP simulation | |

上記のように、非変質の『堆積岩類』と変質・鉱化帯は地域的に明瞭に分けられ、一方、火成岩類はほとんど常に変質をうけている。これらの点から、以下地質の記載はこれらの3単元にかけて行い、変質累帯については6章・6-3節で改めてふれることとする。

3-2-2 非変質帯の堆積岩および変成岩(『堆積岩類』)

本地区内のChicol層の変成岩類は、主として礫質変岩-砂質片岩-泥質片岩、緑泥石-石英片岩-緑色片岩からなり、片状ないし千枚状石灰岩を挟在する。本地区内での層厚は600~780m(下プラス)で、挟在石灰岩の有無に着目すると、最下部の挟石灰岩層準(150m下+)、中間の石灰岩を伴わぬ部分(340m±)および上部の挟石灰岩層準(200±50m)に分けられるかもしれぬ。一方、Tactic層は砂岩-頁岩の互層および黒色粘板岩からなり、本地区内での層厚は180~250m(上プラス)と推定される。以上の関係は、Fig. 4, 5に概念化して示された。以下主な岩石タイプについて記す。

礫質片岩、砂質片岩、泥質片岩、白雲母-緑泥石-石英片岩：本報告書では、礫状物質をもつ片状岩を広く礫質片岩と呼んでいる。しかし、「礫」の多寡および種類、基質の種類、片理の発達程度には著しい変化があり、その変化に応じて礫質片岩は、砂質片岩、泥質片岩、白雲母-緑泥石-石英片岩等に移化する。また、後者は珪質な緑色片岩を経て、緑色片岩に移化する。これらの移化は、水平的にも上下にも起る様である。また別の面から云うと、「礫」の有無は、流水に洗われた沢筋の露頭および大きな軽石では明瞭に識別出来るが、尾根筋の風化した小転石では、それらが片理面沿いに割れていることもあって、識別が困難である。以上の点から、礫質片岩、泥質片岩、砂質片岩、白雲母-緑泥石片岩を単層単位で識別し、追跡または対比することは困難である。したがって、本報告書に添付された地質図、断面図における岩相の表示は概念化されている。

典型的な礫質片岩および砂質片岩は、オリ-ブ色がかった灰色、中度の灰色等を示すが、緑泥石が増えるに従い灰緑色、緑灰色になり、白雲母-緑泥石-石英片岩との区別が困難となる。礫状物質は主として、「引き伸ばされ」片理面に平行に配列する黒色片岩ないし黒色粘板岩(数mm×数cm)および角礫ないし亜角礫状(最大10cm)の白色珪岩、チャート、石英斑岩ならびに石英、長石等の碎屑片であるが、時に緑色岩が含まれることもある。基質は砂質ないし泥質起源と思われるものが多く、石英、長石、不透明鉱物を主とし、緑泥石、白雲母、黒雲母等が認められるものもある。しかし、方解石、方解石脈を伴い、石灰質のものもしばしば認められる。礫状物質の少ないものは砂質片岩や、泥質片岩に、また、緑泥石、白雲母が多く、基質が珪質なものは白雲母-緑泥石-石英片岩に夫々移化する。顕微鏡観察結果は第2年次付録2-1に要約された(RA-20, RA-31, RA-65, RA-72)。

なお、これらの試料のうち顕微鏡観察で砂岩、千枚岩、頁岩として記載されているものは、礫状物質のない所が薄片とされたためである。

白雲母—緑泥石—石英片岩：前記のように礫質片岩と識別不可能なものが多く本報告書添付地質図、地質断面図等では両者を区別していない。しかし、中には明らかに酸性火山岩起源と思われる礫や、凝灰岩質起源と思われる基質をもつものもあり、原岩は酸性角礫凝灰岩ないし凝灰岩かもしれぬ。また地質図、断面図では本岩に入れているが、特殊なものに、「(ザクロ石)—白雲母—石英片岩」がある。少くともその1枚は本地区中央部以西において Tactic 層～Chicol 層境界部付近に産出し、鍵層となる。この岩石は白色を呈し、弱い片状構造を示す。片理面には比較的大きい白雲母片が多数みられ、径3mm以下の丸味を帯びた石英、および垂角礫状長石の破碎残晶が基質中に見られる。しばしば褐鉄鉱化した自形ザクロ石または、その仮像が散点状にみとめられる。鏡下では「変質石英安山岩」(第2年次付録2-1; RA-116)と鑑定され、苦鉄鉱物が、二次黒雲母に変化しているのがみとめられた。恐らく、酸性火山岩起源の石英片岩の変成度が、花崗岩の貫入により上ったために生成したものであろう。

緑色片岩：灰緑色、暗緑色、暗灰緑色、帯灰オリブ緑色、暗黄緑色等を呈す。片理面の発達するもの、緑レン石の縞状構造の発達するもの他、比較的塊状で「所謂集塊岩状」または「枕状組織」を示すもの(第2年次付録2-1; RA-63)、長石の破碎残晶を豊富にもち珩岩ないし安山岩質起源と思われるもの(第2年次付録2-1; RA-16, RA-23)、緑色パッチをもち安山岩質凝灰岩起源と思われるもの(第2年次付録2-1; RA-63の一部, RA-74)、珪質で緑泥石—石英片岩に近いもの等、色々な変種がみられる。

片状～千枚質石灰岩：Chicol 層最上部200m±50m間に3～5枚および本地区内での同層最下位150m間に3～4mの石灰岩薄層が認められる。本岩は黒色を呈し、しばしば片状ないし千枚状を示す。そのため泥質片岩～黒色粘板岩と見誤り易い。主として方解石集合体からなり、少量の石英を伴うこともある。泥質部の縞は白雲母、石英等からなる(第2年次付録2-1; RA-28)。この岩石が、鉱化・変質帯ではスカルンになっているものと思われる。

黒色粘板岩および「黒色チャート様岩石」：黒色粘板岩は Tactic 層最下部にみられ、層厚50m前後である(Fig. 4, 6)。E8以東ではこの最上部に、層厚30m以内の黒灰色、細粒、堅硬、緻密な岩石があり、鍵層となるので野外名を「cherty rock」として特に区別

した。顕微鏡的には(第2年次付録2-1; RA-119), この岩石は縞状の粘板岩質部と砂質部とからなり, 前者は絹雲母, 緑泥石, 緑レン石, 曹長石等の集合体になっている。一方, 後者では, 亜角礫状の石英, チャート破片, ジルコン等が赤褐色不透明鉱物を伴って, 絹雲母-石英からなる変質した基質に認められる。

砂岩, 頁岩, 凝灰質頁岩: 本地区内では, 層序的に最上位に位置し, 層厚150m±(上プラス)を示す。恐らくTactic層に対比されるものであろう。地表では, 変質帯に近く, また地形的にも侵蝕の進んでいない台地部に産出することもある。これらの岩石は多くの場合著しく風化をうけ, しばしば褐鉄鉱により汚染されている。したがって, 新鮮なものめったに見られない。「頁岩」は一般に層理面が比較的明瞭である。風化面での色は, 褐鉄鉱汚染の比較的少ない所で, 淡いオリブがかった灰色, オリブ灰色, 暗黄色等である。野外では後記砂岩より細粒であることと, 層理の明かなことから「頁岩」としているが, 今回検鏡した試料はむしろ砂岩サイズであった(第2年次付録2-1; RA-34)。一方, 塊状粗粒, ほとんど無層理のものを「砂岩」とした。風化面での色は, 暗黄色, 暗黄褐色, 中濃褐色, 淡緑黄色等である。顕微鏡的には, 石英の亜角ないし円磨粒を主体とし, 少量の白雲母, 黒雲母, 長石, ジルコン等の破砕片が石英質の基質に膠結されている(第2年次2-1; RA-35)。

3-2-3 火成岩類

Llano del Coyote地区に分布する主な火成岩類は, 花崗岩類および, 流紋岩~石英斑岩の見掛けを呈する『酸性貫入岩類』に2大別される。このほか, 花崗岩類中, 時に変成岩中に塩基性~中性岩脈が認められるが, ここでは記述を省略する。

花崗岩類は, 地表調査においては, 見掛け上のちがいから花崗岩と石英閃緑岩~花崗閃緑岩に分類された(Fig.6, PL1-1, 1-2)。しかし, 地域内の岩石は著しく熱水および浅成変質をうけており, また露出も悪いので, この分類が妥当であるのか, 妥当としても両者の関係がいかなるものか不明である。

本地区内の火成岩類の年代測定は直接には行われていない。しかし, 地区外の岩石について行ったK-Ar年代測定結果から, ①135~117m.y.前(白亜紀初頭)における底盤主部の貫入(石英モンソニ岩質), ②74~85m.y.前(白亜紀後期)における花崗閃緑岩の貫入, ③58~62m.y.(始新世~暁新世)の流紋岩~石英斑岩の貫入という貫入順序が推定された。ただし, 『②は, ①が③の貫入に伴う変質によって見掛上若い時代を示したものである』と言う可能性は残る(総合報告書3-6-1項)。前記当地区内の3岩型が, それぞれ①②③に対応するとしても矛盾はない。

本地区の鉍化作用は、少くとも2時相にわたったと考えられ、Cu, Pb, Zn, Ag等の主体は『酸性貫入岩類』の後火成作用によると推定されるが、スカルンの生成、一部の(磁鉄鉍)および黄鉄鉍は、底盤本体の貫入による可能性がある(後出)。

花崗岩類：本地区内で認められる花崗岩類のうち、比較的新鮮なものは、中粒ないし粗粒の黒雲母花崗岩～花崗閃緑岩である。本岩は主として斜長石、カリ長石、黒雲母からなり、少量のジルコン、磁鉄鉍、燐灰石等を伴う。しかし、本地区内では、殆んど常に熱水変質および/または浅成変質をうけ、新鮮なものは少い。Propylitic変質とArgillic変質が広く認められるが、後者は熱水変質に、後期の浅成変質が重複して生じたものと思われる。

Propylitic変質を受けた所では、黒雲母は、「緑泥石および緑レン石」、または「緑泥石および絹雲母」、または「緑泥石単独」に変化し、斜長石はカオリンおよび/または絹雲母に変化し緑レン石を伴うこともある。カリ長石は絹雲母に変化する場合も、残存する場合もある。

一方、堆積岩類との境界部付近の地表部においては、花崗岩類は著しく褐鉄鉍により汚染され、同時に溶脱作用を蒙ってArgillic変質帯の見掛けを呈している。ここでは苦鉄鉍物は殆んど溶脱され、長石はしばしば淡青緑色を帯びた粘土鉍物の集合体(カオリンまたはモンモリロナイト)に変化している。また、さらに不規則に網状石英細脈群を伴うことが多い。上記の諸条件が重って、この付近の花崗岩は一見「グリーンパッチ凝灰岩」状の見掛けを呈することがある。このArgillic変質相は、熱水変質(恐らくPropyliticまたはPhyllic)に黄鉄鉍染部の溶脱に伴う浅成変質が重複したために生じたものと思われる。

褐鉄鉍化した溶脱帯の花崗岩類を野外で判別することは、かなり困難な場合があり、小薄片のみを対象とする顕微鏡でも識別しにくいこともある。しかし、比較的大きな試料のダイヤモンド・カッターによる切断面を、ルーペで入念に観察すれば或程度区別がつく。

『酸性貫入岩類』：本地区内には10数ヶ以上の小岩体が見掛上雁行して認められる。露出が悪いため境界部の産状を観察出来る所は少い。地表の分布と、試錐孔内の位置から推定して、緩傾斜した岩脈をなすものが多いと思われるが、一部では地層の層理に調和的に産する岩床的なものもあると推定される。

本岩は一般に熱水変質および鉍化をうけている。さらに、地表部では浅成変質をうけ、酸化鉄に汚染されている所が多い。汚染していない部分は、白色、淡灰色、淡緑灰色、帯桃灰色等を呈する。本岩は、岩石学的には石英斑岩から流紋岩的なもの迄変化する。すなわち、①石英斑晶をもつが、斜長石や苦鉄鉍物斑晶の少いもの。②石英、斜長石および苦鉄鉍物斑晶の多いもの。③無斑晶に近いもの。等種々の見掛けのものがある。

石英の斑晶は、径2～5%に達し、自形ないし丸味を帯びた融蝕形を示す。斜長石斑晶は、通常長さ2.5%以下で、自形を示すが融蝕形を示すこともある。しばしばアルバイトおよびカールスバド双晶が認められる。多くの場合変質し、主として絹雲母、カオリン、モンモリロナイト等に交代されるが、稀に緑泥石、緑れん石に交代されることもある。苦鉄鉱物斑晶は、ほとんど常に変質し、緑泥石、緑れん石、褐鉄鉱等により交代されるが、MJ-2試錐117m(付録2-1)では長さ2%以下の角閃石が残存するのが認められた。

石基は、完晶質で石英斑岩と言えるもの、および脱ガラス化作用を受けたかの如き見掛を呈するもの等がある。一般に著しい変質作用を被っており、球顆状石英、微晶石英、絹雲母、緑泥石、緑れん石、ユウレン石、粘土鉱物等を伴う。また石基は、しばしば石英、黄鉄鉱、磁鉄鉱の細脈に貫れる。まれにカリ長石-緑泥石-石英-緑れん石細脈が認められる(MJ-1 485m; MJ-2 94.8m 付録2-1)。

上記のように、本岩は殆ど常に鉱化、熱水変質をうけており、黄鉄鉱、磁鉄鉱の細脈、鉱染を伴う。熱水変質には、非常に稀に2次黒雲母を伴いPotassic的なもの(第2年次付録2-1; RA-38)もみとめられるが、大部分はPhyllic(例MJ-1 109m付近, MJ-2 117m付近; 付録2-1等)およびPropylitic(例MJ-1 124m以下, MJ-3 160m以下等; 付録2-1)的である。

地表部で、カオリンおよびモンモリロナイトを伴いargillitic的なものは、上記の熱水変質に浅成変質が重複したものと考えられる(第2年次付録3-1; RA-46, 48, 91, 129等)。

鉱化・変質の強い所の地表部で、かつ斑晶がない場合、しばしば他の岩石からの識別が困難となる。しかし、もし本岩であればダイヤモンドカッターで切断してルーペで観察すると、白色の珪質石基中に1%以下の短冊状小斜長石が観察出来ることが多い。また割目に沿いブド-酒色(赤紫色)の原位置成褐鉄鉱-赤鉄鉱を伴う白色塊状岩はまず本岩である様である。

3-2-4 鉱化・変質帯内の堆積岩および変成岩(『堆積岩類』)

本地区の探鉱主対象である鉱化・変質帯は、地表ではほぼベ-スライン(N66°30'W-S66°30'E)に沿って約5.2Km(W26-E26)間に存在する。変質帯はほぼ花崗岩-堆積岩類境界に沿っており、その範囲は花崗岩側へ若干と堆積岩類側へ最大400mにおよんでいる(Fig.5, 6, 7)。変質帯の傾斜は、ほぼ花崗岩-堆積岩類境界と調和的であると思われるが、目下の所不詳である。ちなみに、花崗岩-堆積岩類境界面は、UN-6, MJ-5試錐および物探結果から推定すると、少なくとも中央部から東よりの地域では南傾斜するものと思われる。

地表では、変質帯内の岩石は著しく溶脱、風化作用をこうむり、「原位置成」および/ま

たは「運搬された」鉄、マンガン酸化物により汚染をうけている。したがって、この部分の岩石は、しばしば識別、対比が困難となる。溶脱帯の深さは、試錐結果から判断すると、少くとも地区東半部では50~100mであり、その下底部の形態はほぼ現在の地形に平行すると思われる(PL-2, -4)。

試錐孔内においては、Tactic層(砂岩、頁岩、凝灰質頁岩等)とChicol層(広域変成岩類との境界は、岩相の相異と境界部付近にしばしばスカルンを産することから、比較的容易に識別される(Fig. 4, 5, 7, PL-4)。これらの岩石は、層序的には3-2-2項に記載した岩石の変質相であり、構造的にはLlano del Coyote向斜をはさんで前者が南翼、後者が北翼にほぼ相当する(Fig. 4, 5)。

以下、『変質頁岩・凝灰質頁岩・砂岩』と『スカルン』、および『変成岩類』の3単元に分けて記述する。なお、変質帯内の火成岩類については前項を参照されたい。

変質頁岩・凝灰質頁岩・砂岩：堅硬、緻密、しばしばチャート状の見掛けを呈する。縞状構造を持つものと持たぬものがある。恐らく、後者はTactic層の頁岩、凝灰質頁岩、粘板岩等から、前者は同層砂岩から、それぞれ由来したものである。これらの岩石の色は鉱物組成に応じて種々の変化があり、多くの場合、ピンク~オレンジ、ピンクがかった部分、淡緑黄色がかった緑レン石に富む部分、濃灰緑色がかった緑泥石に富む部分および淡灰色ないし帯褐灰色の白雲母に富む部分の組合せからなっている。これらの部分は縞状を呈する場合もあるが、不規則に入り混ったり、脈状を示す場合もある。ピンク色の鉱物は、X線および薄片では同定することが出来なかつたが、恐らく含マンガンユウレン石であろう。

鉱物組成は石英を主とし、緑レン石、ユウレン石、絹雲母、緑泥石等を伴う。顕微鏡観察結果は第1年次報告付録2-1(RA-16, 17, 21, DDH CORE-36, 46)、第2年次報告付録2-1(MJ-1-4, 1-5, RA-53, 122)、および本報告書付録2-1(MJ-8 362m, 7655m, MJ-8 605m)等を参照されたい。

溶脱帯では、これらの岩石を酸性貫入岩類や花崗岩類から識別することがしばしば困難となる。しかし、今回の調査経験からは、「黒色のマンガン酸化物が樹枝状および/または全体に汚染している珪質岩」の大部分は本項の岩石の傑である。一方前出のように、「赤ブドウ酒色の焼けを伴う珪質岩」の大部分は酸性貫入岩と思われる。

スカルン：本地区の鉱化母岩として最も重要であるが、地表には層準と構造の関係から余り分布しない。酸化帯では随伴する硫化鉱物、磁鉄鉱、ザクロ石等が褐鉄鉱化し、塊状の焼けや、褐鉄鉱に著るしく汚染した岩石を形成する。

認められた主要スカルン鉱物は、概略多い順に次の通りである：緑レン石、ザクロ石、緑

泥石、透角閃石-陽起石 (UN-4 360' UN; 1973。本報告書付録2-1; S-28C, MJ-7 126.3m, MJ-9 138.9m等)。このほか、変質した斜方輝石(?)が DG-8 89'付近に、カミングトン質角閃石(?)が UN-6 の292'付近に、それぞれ認められた(第1年次付録2-1)。また、少量の珪灰石 (UN:1973)も記載されている。

鉍石鉍物の種類と、スカルン鉍物の種類との間には、ほぼ相関がみとめられ、緑レン石に富むものには黄鉄鉍が、ザクロ石に富むものには磁鉄鉍が卓越する。亜鉛品位の高いものは例外なく相対的に角閃石-緑泥石に富むスカルンである(後出)。

確認されたスカルンの層序的位置は次の通りである。このうち、Zn品位のかかったもの (MJ-9 95m間127.6%, MJ-1 5.9m間 142%, UN-4 5.5m間29.6%)は、いずれも②に相当し Tactic - Chicol 境界に位置する: ① Tactic 層 - Chicol 層境界から層序的に上方約60~70m間に胚胎する厚さ2~20mのもの2~3枚、② Tactic 層 - Chicol 層境界付近の厚さ7~20mのもの、③同境界から層序的に50~70m下位の緑色片岩中に胚胎する厚さ10m前後のもの。これらのうち、①は Tactic 層頁岩-砂岩中の石灰質部から由来したものと推定されるが、目下の所非変質相でこれらに相当するものを確認していない。②③は、ともに Chicol 層の石灰岩狭在層から由来したと思われる。この他、非変質相の層序から推定すると、③以下にさらに2枚位のスカルンが期待出来るかも知れぬが、目下の所未確認である。

変成岩類: Chicol 層の礫質片岩、白雲母-緑泥石-石英片岩、緑色片岩等の片岩類の変質相と非変質相の差は、前記の他の岩石に比べ、それ程大きくない。多少珪化をうけ色が淡くなったり、石英脈、石英-方解石脈、緑レン石-緑泥石脈等がしばしば認められる(付録2-1; MJ-1 232.7m, MJ-2 36.2m 277.6m等)程度である。

黄鉄鉍および/または磁鉄鉍が鉍染ないし、脈状に産出する場合が多い。黄鉄鉍はしばしば磁鉄鉍を交代して産出し、片理に平行な磁鉄鉍を交代する場合にはキースラーガーの縞状鉍の如き産状を呈する(後出)。

礫質片岩は、試錐コアでは、風化面より識別しにくい、顕微鏡的には明確に岩石礫の存在を確認出来るものがある(付録2-1; MJ-1 235.1m, MJ-2 232.7m等)。礫は円磨またはレンズ状の砂岩、珪岩、石英斑岩等である。

3-2-5 地質構造

本地区で最も顕著な構造要素は、調査範囲の伸長方向にほぼ平行して走る Llano del Coyote 向斜、ならびにこれを斜断する NE~ENE および NNW 系の断層群である (Fig. 5, 6, 7; PL1-1, 1-2, 2)。このほか、『酸性貫入岩類』小岩脈の配列により暗示

される様に、 $N40^{\circ}\sim 45^{\circ}W$ の雁行断層または割目が存在するかもしれない。

褶曲：ベースライン北方に、ほぼ花崗岩類と堆積岩類との境界に平行して Llano del Coyote 褶曲が走る。褶曲軸の方向は $N66^{\circ}W - S66^{\circ}E$ である。また、その南、花崗岩との境界付近に 1 背斜が推定される。この他 Llano del Coyote 向斜に平行な 2 次オーダーの小褶曲が認められる（3 背斜 3 向斜）。

断層：Fig 6, PL-1-1, 1-2 には NE をいし ENE 系の断層が 4 本記された。これらは主として岩石分布のずれおよび地化探、物探異常にみられる不連続性から推定された。このうち地区中東部（ベースライン上で E14-16 間）に示された NNW 系断層は UN-6 試錐北東方の沢で確認できたものである。この他、試錐孔中に何本かの断層の存在が確認されたが、変質帯付近の露出悪く、地表と対比するには至っていない。これらの断層は前記の褶曲を切り移動させている。褶曲軸に平行な断層は全くの推定による。

4. 鋳 化 作 用

4-1 概 況

本地区に見られる鋳化作用は、スカルン～熱水交代型鋳化で大量の黄鉄鋳に伴い、閃亜鉛鋳、磁鉄鋳、黄銅鋳等が局部的に濃集している。今次プロジェクトでは、MJ-9 試錐において、地表から 886～981 m の 9.5 m 間 12.76% Zn の有望な硫化物鋳化に着鋳した。着鋳点は、Zn の鋳徴に着鋳した MJ-1 (酸化鋳 5.9 m 間 1.42% Zn)、UN-4 (硫化鋳 5.5 m 間 2.96% Zn) の着鋳点の近傍にあり、地質的にも同一層準のスカルン中に胚胎する(後出)。

鋳化作用は、Tactic 層および Chicol 層の堆積岩類や変成岩類中に貫入した、白亜紀の花崗岩類と、始新世～暁新世の流紋岩～石英斑岩に関係して起ったと考えられる。鋳化作用には、上記の貫入に対応して少くとも 2 回の時相が推定され、Zn, Cu, Ag 等の有用鋳物の鋳化は恐らく後者の後火成作用によるものと考えられる。

鋳化作用は前記のすべての『堆積岩類』と火成岩類に影響を与えており、鋳化帯付近の岩石は熱水変質をうけ、Tactic 層中の石灰質部および Chicol 層の石灰岩はスカルンとなっている。現在までに確認されたスカルンは、層序的には 3 層準に大別される。このうち上記の Zn 鋳化に着鋳した 3 孔はいずれも Tactic 層と Chicol 層との境界部に位置している。目下の所未探鋳ではあるが、非変質部の層序から推定すると、下部に更に 2 層準のスカルンが存在する可能性がある。

現在までに確認された初生鋳石鋳物は大量の黄鉄鋳、局部的にかなり濃集した磁鉄鋳、閃亜鉛鋳、鏡鉄鋳、および微量の黄銅鋳、自然金、方鉛鋳等である。

本地区の鋳化は、Cu, Pb を殆んど伴わず、大量の黄鉄鋳に磁鉄鋳と閃亜鉛鋳を伴うという特徴をもっている。これは、母岩に有機物が少く、かつ炭酸塩岩が、鋳液の量に比し少いため、還元が進まず、かつ酸性の環境で鋳化が行われたことを暗示するかもしれない。

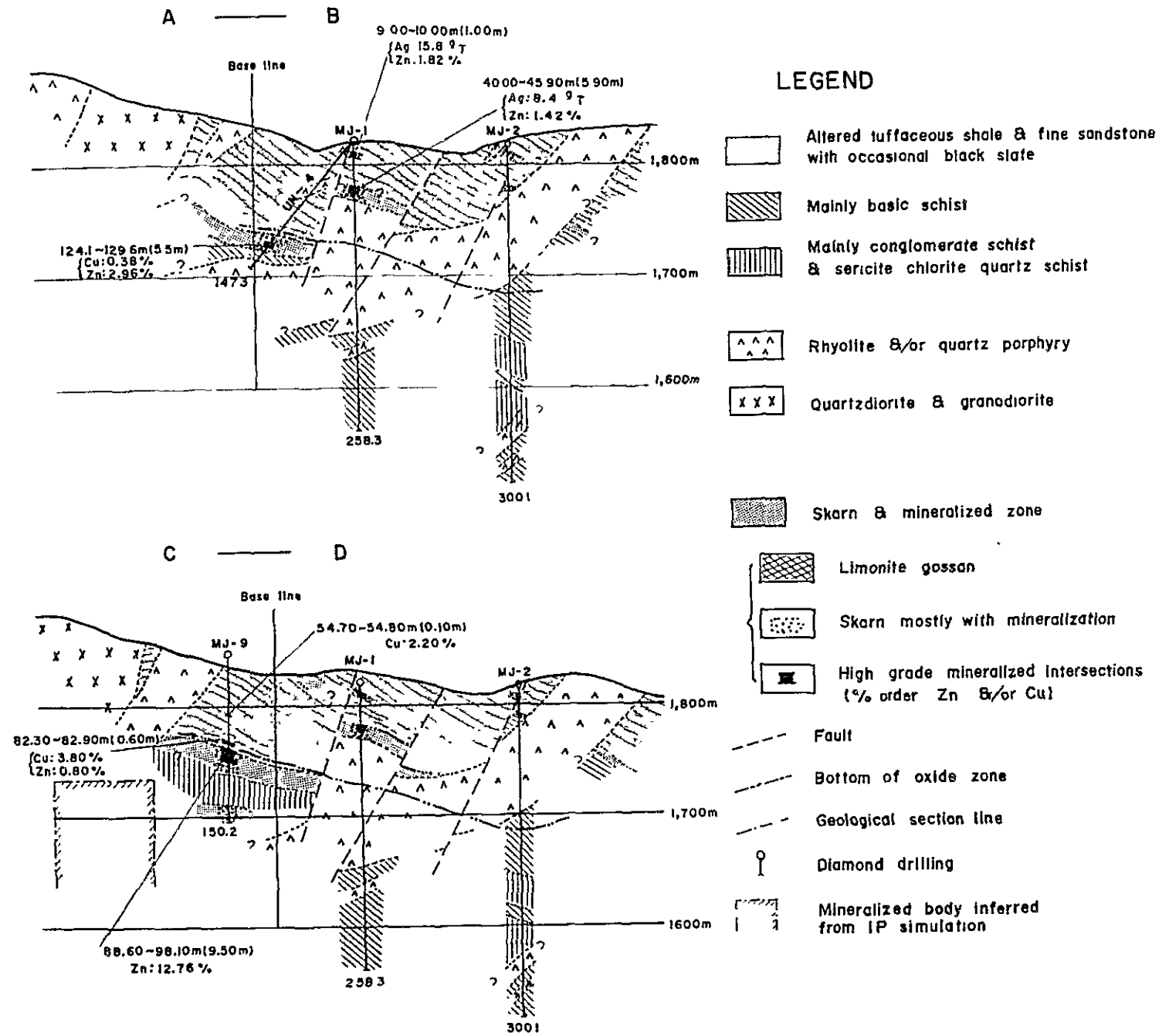
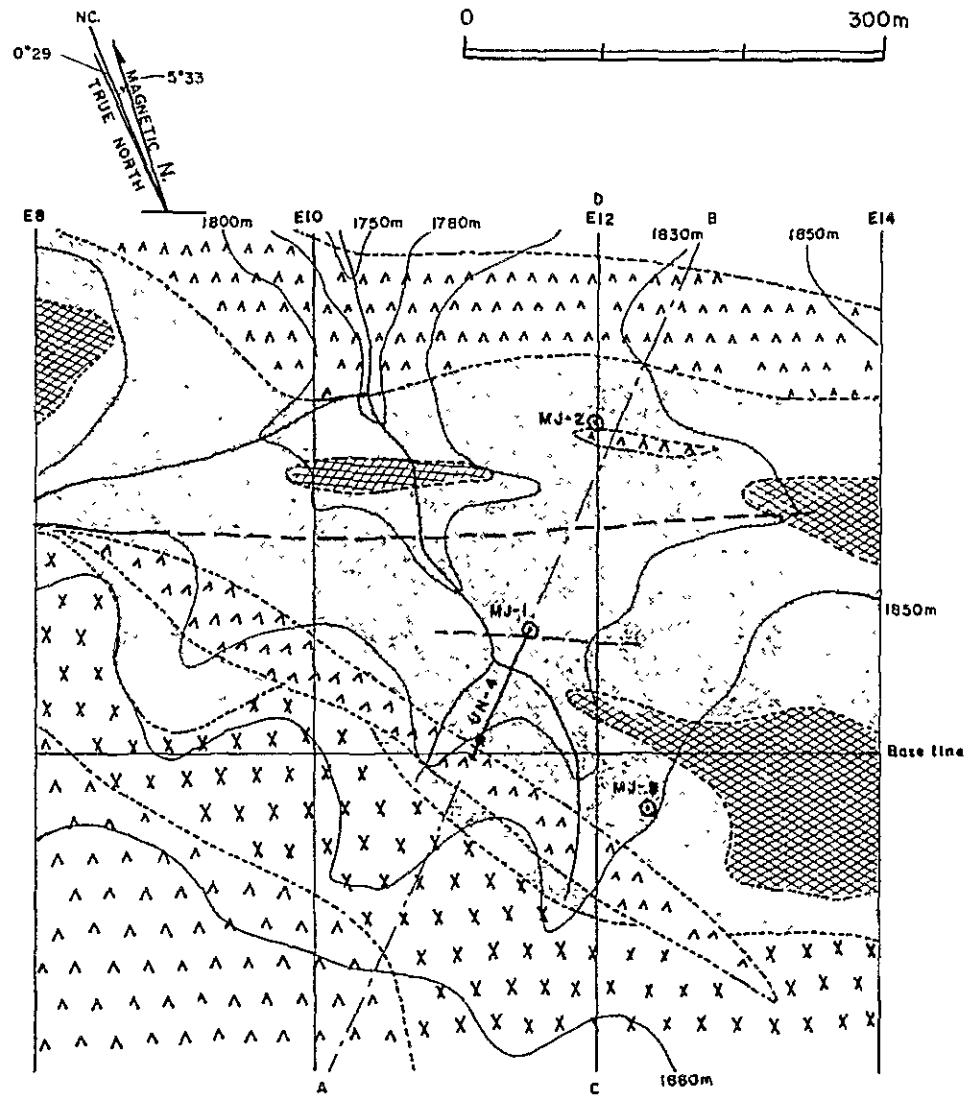
鋳化帯の地表での拡りは、3-2-1 項に記した変質帯にほぼ一致しており、延長(WNW-ESE)約 5.2 Km、巾 400～500 m に及ぶ。物探および、地化探の各異常も、ほぼこの地域に一致している。ただし、スカルン帯の層準は、層序と構造の関係からほとんど地表に露出していない。

上記の範囲の地表は、露出悪く、かつ溶脱・風化が著しい。ほぼ全域にわたり褐鉄鋳により汚染され、各所に塊状褐鉄鋳の露頭および転鋳、ならびに塊状磁鉄鋳の露頭および転鋳が散在し、緑色酸化銅鋳物のしみこみも数ヶ所で認められる。

酸化帯は、試錐結果から判断すると、地表から 50～100 m 迄つゞき、Cu, Fe の硫

Fig. 8 GEOLOGY AROUND MINERALIZED INTERSECTIONS

MJ-9—MJ-1—UN-4



化鉱物に対しては不完全ながら溶脱帯を形成し、多少の黄鉄鉱が残存する以外には初生硫化鉱物は、ほとんど認められない。なお、Znは、酸化帯内で局所的な2次富化を行っており、含水ステファナイトの様な2次鉱物を生成している。

酸化帯下底面は、ほぼ現在の地表面に平行しており、酸化帯の最下底部、またはその直下ではCuの2次富化が認められる所がある。すなわち、MJ-9孔では酸化帯最下底部の塊状褐鉄鉱中に自形の残存黄鉄鉱の粒間を充填して浅成輝銅鉱がみられる(MJ-9 82.3-82.9m 0.60m間 3.80%Cu;付録3-1, 3-2;第4表)。また、MJ-1孔では溶脱帯直下で輝銅鉱薄膜が黄鉄鉱網状細脈を被覆している(MJ-1 90.6-91.6m 1.0m間0.19%Cu;PL-6-0)。

酸化帯および、浅成硫化帯にみられる2次鉱石鉱物は大量の針鉄鉱、かなり普遍的な赤鉄鉱、磁赤鉄鉱、サイロメレーン鉱等のマンガ氧化物、微量の輝銅鉱、斑銅鉱、孔雀石、珪孔雀石、含水フランクリン石等である。

以下、鉱化の母岩別に簡単な記載を行う。

4-2 スカルン中の鉱化

MJ-9, MJ-1, MJ-4の各着鉱部が示すように、本地区で最も重要な鉱化であり、探鉱の主対象である。

スカルンはChicol層およびTactic層の石灰岩および石灰質部の挟みから由来したものと推定され、現在迄に確認された範囲で、厚さ数m~20m前後のものが層序間隔110~150m内に数「層準」知られている(3-2-4)。前記の各着鉱部は、いずれもこのうち、Chicol層-Tactic層の境界部のものと解釈される。各スカルン帯は、層理に平行なレンズ状を呈すると思われるが、今後の確認を要する。

スカルン鉱物は緑レン石、ザクロ石、緑泥石、透角閃石-陽起石等々が認められる(3-2-4参照)。

初生鉱石鉱物としては黄鉄鉱、磁鉄鉱、閃亜鉛鉱等が認められ、これらはスカルン中に不規則網状脈、鉱染、時に塊状に産出する。閃亜鉛鉱は、自形~半自形の黄鉄鉱の粒間を充填し、時に黄鉄鉱の割目に沿い脈状に産出する(付録2-1, 2-2, 3-1, 3-2;MJ-9 92.60m)。

鉱石鉱物の種類とスカルン鉱物種間には、ほぼ相関がみとめられ、緑レン石に富むものには黄鉄鉱が卓越し(試錐各孔)、ザクロ石の量が増えるに従い磁鉄鉱を増す(例MJ-3 104.5~110.5m 0.10%Zn, 34.06%Fe, 16.13%S等;第4表)傾向がある。亜鉛品位の高い部分は、例外なく、相対的に陽起石~透角閃石や緑泥石に富み、灰緑

色ないし濃緑色を呈する(第4表; MJ-9 886~981 m 1276% Zn, UN-4 120.8 m 付近 325% Zn, UN-4 1241~1296 m 296% Zn, 0.3% Cu, DG-9 79.6~85.1 m)。緑泥石は、スカルン中の角閃石類が、Znをもたらし後期鉱化により変質し、生成した可能性がある。

今回MJ-9孔で着鉱したスカルンは、本章冒頭にも記したように、Znの鉱徴に着鉱したMJ-1, UN-4着鉱点と同一層準のもとと推定される。また、3者間の水平距離は、それぞれ85~150 mである。周囲の地質からみて今後、MJ-9周辺の探鉱を続行する必要がある(後出)。

4-3 流紋岩~石英斑岩中の鉱化

本地区内のいわゆる『酸性貫入岩類』岩脈群は、ほとんど常に変質・鉱化をうけている。初生鉱石鉱物は主として黄鉄鉱および/または磁鉄鉱、および稀に微量の輝水鉛鉱(MJ-3 219.4 m 付近および229.5 m 付近; PL-6-0)が認められた。

これらの鉱石鉱物は、主として鉱染および脈巾n%~n cmの細脈や網状細脈として産出し、時に斑岩銅鉱に似た産状を呈する。磁鉄鉱は時に径1 m以上もの塊状不規則レンズを形成することがある(地表E-12 測点12-13間の東側の沢底; MJ-2 865~88 m 等)。地表の各所に点在する塊状磁鉄鉱転鉱(時に1 m角以上の巨塊もある)の多くは、本岩中から由来したものであろう。黄鉄鉱細脈は、主としていわゆる『ドライ』であるが、時に緑泥石を伴うことがある。輝水鉛鉱は1~3%巾の黄鉄鉱細脈に伴う。

『酸性貫入岩類』は、地表および酸化帯では赤褐色ないし赤紫褐色(チョコレート~ブドー酒色)の酸化鉄に汚染され、硫化物の溶脱帯を形成する。溶脱帯直下では、黄鉄鉱細脈を被覆する浅成輝銅鉱が認められることもあり、典型的な2次富化の見掛けを呈する。しかしそのCu品位はせいぜい0.2%どまりで、経済品位にはほど遠い(MJ-1 9060~9160 m 1 m間0.19% Cu; PL-6-0)。

塊状磁鉄鉱は、黒色・塊状・緻密で、主として磁鉄鉱からなる。少量の鏡鉄鉱、黄鉄鉱、微量の黄銅鉱、斑銅鉱、閃亜鉛鉱、自然金等を伴う。黄鉄鉱、黄銅鉱は磁鉄鉱および脈石中にドットとして産出する。閃亜鉛鉱は磁鉄鉱中の割目や空けきを充填する。鏡鉄鉱は磁鉄鉱により交代されている。自然金は磁鉄鉱中に微細な粒子として産出する。

地表部の塊状磁鉄鉱には、風化によりしばしば針鉄鉱、磁赤鉄鉱、赤鉄鉱、硬マンガン鉱等が認められる。硬マンガン鉱は空けき中を充填してブドー状に産出する。

塊状磁鉄鉱の分析品位は23~67% Fe, n g/T Ag, 0.0 n% Cu, 0.0 n% Pb, 0.0 n% Zn, 0~20% Sである。

上記のように、本岩はかなり鉱化をうけているが、Cu品位低く、磁鉄鉱の産状も小規模



かつ不規則なので、探鉱対象とならぬと考えられる。

4-4 花崗岩類中の鉍化

本岩は、堆積岩類との境界付近の地表部では、著しく褐鉄鉍化している。その原因は、多くの場合微粒の黄鉄鉍鉍染に由来するものと思われる。また黄鉄鉍の残留する所では、輝銅鉍の薄膜が被覆している所もある（RA-56；第2年次付録2-3）が、RA-56の品位はCu 0.08%にとどまる。

目下の所、本岩中で探鉱対象になり得る様な鉍化は認められていない。

4-5 変質頁岩・凝灰質頁岩・砂岩中の鉍化

Tactic層の頁岩、凝灰質頁岩、砂岩等の変質相は、層序と構造の関係上、変質・鉍化帯内では地表近い所に分布する。これらの岩石は、褐鉄鉍に汚染されていることが多い。また、含マンガンニューレン石から由来すると思われる樹枝状マンガン酸化物によりしばしば汚染されており、これが本岩の酸化帯における一つの特徴となっている。多少黄鉄鉍の鉍染（特に緑レン石に富む部分に）が認められるが、明らかに頁岩、凝灰岩、砂岩源と判定出来るものには、目下の所顕著な鉍化は認められていない。

4-6 変成岩（片岩）中の鉍化

Chicol層の片岩類、特に緑色片岩類中には、しばしば可成り多量の磁鉄鉍および／または黄鉄鉍が認められる。磁鉄鉍は鉍染、片理に平行なゾーン、および片理を切る細脈として産出し、磁鉄鉍として10～15重量%に達すると思われる濃集を示すこともある（MJ-3 75.2-76.3m, 118.5-138m等、第2年次付録-7）。黄鉄鉍もほぼ同様の産状を示すが、時として小塊（Clot）状をなすこともある。また、しばしば磁鉄鉍を交代して産出するのが見られる。S品位は数%程度である。Guzunám付近にみられた一見キースラーガーの縞状鉍の如き鉍化は、縞状の磁鉄鉍が、後期の鉍化作用により硫化物化したものである可能性がある。緑色片岩中のこの種の鉍化に伴う他元素の濃集は、Ag 3-14 g/T Cu 0.0n%, Pb 0.00n%, Zn 0.0n%程度で、現在迄に得られたデータでは、探鉱価値はないと考える。

5. 試 錐 結 果

5-1 概 況

今次プロジェクトの第2年次に3孔(MJ-1~3)計830.7m, また今年次(第3年次)に7孔計1,203.0mの試錐が行われた。2年間の合計は10孔2,033.7mである。

第2年次3孔の試錐目的は; ①国連による地化探および物探で捕捉された異常の下部を探索して, 同年次に平行的に実施された我々の地質調査, 地化探, および物探結果の解釈に利用することと, ②5.5m間2.96%の初生鉱に着脈している国連UN-4試錐の延長を探索することであった。

今年次の試錐は, 第2年次の調査で捕捉された地化探や物探異常の深部や, それまでの試錐で捕捉された鉱徴の延長を確認することを目的とした。

この結果, 今年次のMJ-9孔の88.6~98.1m間に9.5m間1.276%Znを示す有望な初生硫化物鉱化に着鉱した。着鉱点は, 第2年次で鉱徴を把握したMJ-1(酸化鉱5.9m間1.42%Zn)のS13°E水平距離150m, 国連UN-4の着鉱点(5.5m間2.96%Zn)のS50°E水平距離約135mに位置する。3者はいずれもTactic層とChicol層との境界部に産するスカルン中に胚胎する。なお, MJ-9の上記着鉱部の上方, 82.3~82.9mの0.60m間では, 塊状褐鉄鉱中に残存する自形黄鉄鉱粒間を充填して浅成輝銅鉱(ジュルレアイト?)が認められ380%Cuを示す。この部分は酸化帯最下底部に近い。

今迄に行われた各試錐孔の位置, 錐進長は第3表に, 主要鉱化部の分析結果は第4表にそれぞれ示した。なお, これらの表には国連, 鉱山局が実施した試錐の結果も総括してある。各試錐孔の位置はFig.6, PL1-1, 1-2を参照されたい。また, 今次プロジェクトで実施された試錐の物探・化探異常との関係や計画時に予想した地質状況との対比は第5表に記す。

5-2 各試錐の地質記載

以下, 各次プロジェクト2年次間に実施した各試錐孔の地質の概略を孔ごとに記す。MJ-1~MJ-3は第2年次, MJ-4~10は第3年次に実施されたものである。各孔の地質の関係はPL-3, 4に, また各孔の柱状図はPL6-0~6-7にそれぞれ示した。MJ-1~3の地質の詳細は第2年次付録-7に記載し, 分析結果は第2年次付録-4に収録してある。MJ-4~10の分析結果の詳細は付録6-2を参照されたい。

Table-3 Summary of Diamond Drill Holes

DDH No.	Location *2		Collar Elevation(m)	Length (m)	Bearing	Inclination	Remarks
	UTM Coordinates						
	X	Y					
UN-1	690.173	1694.055	1,817	77.78	S40°W	-60°	Nov.27-Dec.27,1969 Winkle
UN-2	690.328	1693.930	1,855	83.88	N	-60°	Feb.2-Feb.27,1970 Winkle
UN-3	690.353	1693.018	1,833	79.30	S	-65°	Mar.8-Apr.24,1970 Winkle
UN-4	690.043	1693.658	1,820	147.32	S42°W	-50°	Aug.3-Aug.26,1970 Boyles
UN-5	690.062	1693.968	1,860	114.68	N40°E	-70°	Aug.29-Sept.21,1970 Boyles
UN-6	691.302	1693.280	1,830	96.38	S40°W	-60°	Sept.27-Oct.16,1970 Boyles
UN-7	691.198	1693.117	1,857	152.20	N40°E	-70°	Oct.19-Nov.17,1970 Boyles
DG-8	?	?	?	104.62	-	-90°	? Winkle
DG-9	690.122	1694.170	1,835	85.37	-	-90°	? Winkle
MJ-1	691.042	1693.660	1,820	258.3	-	-90°	Sept.25-Nov.19,1977 Tone
MJ-2	691.137	1693.775	1,818	300.1	-	-90°	Nov.26,1977-Jan.27,1978 Tone
MJ-3	690.116	1693.998	1,825	272.3	-	-90°	Feb.11-Mar.11,1978 Tone
MJ-4	689.958	1694.023	1,881	150.20	-	-90°	Jul.5-Aug.10,1978 Tone
MJ-5	690.113	1693.927	1,846	151.30	-	-90°	Jul.11-Jul.31,1978 Boyles
MJ-6	690.848	1694.009	1,831	150.80	-	-90°	Aug.1-Aug.14,1978 Boyles
MJ-7	690.210	1693.890	1,837	300.10	-	-90°	Aug.11-Sept.25,1978 Tone
MJ-8	690.400	1694.198	1,810	150.20	-	-90°	Aug.15-Aug.29,1978 Boyles
MJ-9	691.075	1693.511	1,847	150.20	-	-90°	Aug.30-Aug.25,1978 Boyles
MJ-10	690.135	1694.175	1,832	150.20	-	-90°	Sept.26-Oct.14,1978 Boyles

*1 UN--: By United Nations, DG--: By DGMH, MJ--: MMAJ·JICA/DGMH

*2 Coordinates & elevation are taken from 1/10,000 topo. map.

Table-4 Summary of Mineralized Diamond Drill Intersection-2

DDH No.	Depth (m)	Length (m)	Assay Results										Remarks
			Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Fe (%)	S (%)	Mn (%)			
MJ-4	64.70 - 66.30	1.60	N.A.	2	0.04	-	-	27.00	-	0.57	* Limonite gossan		
	81.50 - 81.90	0.40	-	2	0.04	-	-	22.08	-	-	* ditto		
	92.70 - 98.00	5.30	N.A.	-	0.03	-	0.22	18.49	14.51	-	* Skarnized rock with dense aggregate of pyrite		
	112.00 - 114.65	2.65	N.A.	4.4	0.10	-	0.49	11.64	-	-	* Limonite stained part in altered rock		
	147.40 - 148.40	1.00	N.A.	1.6	-	-	0.42	14.20	8.45	0.69	* Epidote rock with pyrite veinlets and dissemination.		
	80.30 - 81.60	1.30	N.A.	-	0.07	-	-	14.61	9.49	-	* Epidote rock with vein form aggregate & dissemination of pyrite.		
MJ-5	83.20 - 83.90	0.70	N.A.	-	0.07	-	-	12.62	8.86	-	* ditto		
	84.60 - 85.30	0.70	N.A.	-	0.04	-	-	9.36	6.30	-	* ditto		
	91.90 - 94.20	2.30	N.A.	-	-	-	-	15.76	15.10	-	* Altered rock with dense pyrite dissemination		
	100.50 - 101.10	0.60	-	-	-	-	-	16.40	16.67	-	* ditto		
	116.40 - 121.30	4.90	0.55	1.8	0.03	-	-	20.70	7.17	-	* Garnet-epidote rock with dense pyrite dissemination.		
	130.60 - 131.30	0.70	N.A.	-	0.03	-	-	10.39	4.37	-	* Chloritized rock with pyrite dissemination		
	15.00 - 18.90	3.90	N.A.	-	0.05	-	-	-	-	-	* Limonite gossan		
	75.60 - 75.80	0.20	N.A.	-	0.02	-	-	13.38	13.34	-	* Fault gouge with sporadic pyrite dissemination.		
	81.60 - 82.75	1.15	N.A.	2	0.09	-	-	20.22	9.95	-	* Chlorite-epidote skarn with dense aggregate of pyrite and magnetite		
	84.10 - 85.00	0.90	N.A.	-	-	0.05	-	-	3.66	-	* Granitic rock with galena dissemination		
MJ-7	122.30 - 127.00	4.70	N.A.	-	-	-	-	18.11	NAV	-	* Chlorite-tremolite-garnet skarn with magnetite and pyrite		
	187.90 - 193.40	2.90	-	-	0.01	-	-	12.41	NAV	-	* Magnetite-pyrite stringers or net-works in epidote skarn		
	54.70 - 54.80	0.10	-	4	2.20	-	-	22.02	NAV	-	* Massive ~ Semi-massive pyrite		
	82.30 - 82.90	0.60	1	11	3.80	-	0.80	34.32	NAV	-	* Massive limonite with chalcopyrite(djurleite?) interstitial to white pyrite.		
MJ-9	88.60 - 98.10	9.50	-	4	0.19	-	12.76	23.06	NAV	-	* Garnet-chalcopyrite skarn with densely disseminated sphalerite.		
	98.10 - 107.00	8.90	-	2	0.04	-	0.64	22.89	NAV	-	* Chlorite-epidote-garnet skarn with pyrite & sphalerite.		
	138.40 - 146.60	3.70	-	2	0.08	-	0.35	20.88	NAV	-	* Garnet-epidote-actinolite-tremolite skarn with pyrite.		
	10.40 - 11.90	1.50	N.A.	2	0.02	-	0.63	8.62	NAV	1.14	* Epidotized rock with limonite stain		
	45.70 - 49.90	4.20	N.A.	-	0.03	-	0.22	29.12	NAV	-	* Massive hematite(after massive magnetite?)		
MJ-10	53.60 - 63.90	9.30	N.A.	-	-	-	-	26.55	NAV	-	* Semi-massive pyrite-magnetite with 2ndary hematite.		

N.A.: Not assayed.

NAV : Not available.

- : Average is not calculated, as value is extremely low.

Table-5 Correlation between Geochemical & Geophysical Anomalies, and DDH Results
(After Table-28 in Phase-II Report)

No () *1	Location (m) *2	Length (m)	What were originally inferred when drills were planned				Summary of Results			
			Relationship with Geology & DDHs previously carried out	Relationship with Geochemical Anom.	Relationship with Geophysical Anom. at -150mL					
					FE	AR	MCF	Mag	IP Simul.	
MJ-1	X 691.042	258.3	To Explore expected deeper extension of sub-economic intersection in UN-4 by UN							No conspicuous mineralization at depth. Only 4g Ag, 2.9m Zn (n.9m) 4g. 8.48g/t Zn 1.42%
	Y 1693.660									
MJ-2	X 691.137	300.1	At inferred quartz porphyry-meta sediment contact	To confirm deeper extension of Cu Anomaly by UN	in Phase-II					Only intersected quartz porphyry
	Y 1693.775									
MJ-3	X 690.116	272.3		To confirm a conspicuous IP anomaly by UN						Semi-massive Pyrite intersected 104.5-110.5m(6m) Ag 5.6g/t S 16.13% Zn 0.10% Fe 34.6%
	Y 1693.998									
MJ-4 (1)	X 689.958	150.2	In the vicinity of granitic dyke(?) - altered sedimentary rocks contact. To explore deeper extension of geochemical anomalies at both sides of a syncline.	On axis of a syncline, at both sides of which Cu & Zn anomalies occur.	Within anomaly (ARS750-m) (MCF240)	Within anomaly (ARS750-m) (MCF240)	Within inferred magnetic body.	Within inferred magnetic body.	Within inferred mineralized body by simul.	84.5-150.2m Py.Zone 92.7-98m(5.3m) Cu 0.03% S 14.5% Zn 0.22% Fe 18.5%
	Y 1694.023									
MJ-5 (3)	X 690.113	151.3	To explore southern extension of the skarn zones intersected in MJ-3(oxidized skarn at 41.75-54.57m & 104.5-110.5m)	To explore southern -deep extension of Cu,Pb,Zn anom. at around E2-4, Station Nos.13-14	"	"	"	At periphery of inferred magnetic body.		116.4-121.3m(4.9m) (Ga. Skarn, Mt.-Py.
	Y 1693.927									
MJ-6 (6)	X 690.848	150.8	To explore geochem. anomalies mentioned in the right column, which occur at both sides of a quartz porphyry dyke, at the southern side.	To explore deeper extension of Cu-Pb-Zn & Cu-Zn anomalies.	About 100 to 150m outside of anomalies.					29.3-57.3m only weak Mt. imp. in Q-Porph.
	Y 1694.009									
MJ-7 (5)	X 690.260	300.1	To explore expected 3 horizons of skarns at their granitic contact.	Not directly related with nearby anomaly.	Within anomaly (FE23%)	Within anomaly (ARS750-m) (MCF240)	Within anomaly (MCF240)	At periphery of inferred magnetic body.	Within inferred mineralized body by simul.	Granite between 84.1-118.7m, 124.5-128.8m(4.3m) Chl.-Dio. -Ep.-Ga. Skarn with Py.-Mt
	Y 1693.890									
MJ-8 (4)	X 690.400	150	To explore the geochemical anomaly mentioned in the right column at around quartz porphyry contact.	To explore northern -deep extension mentioned above.	About 50 to 100m outside of anomalies.					No conspicuous mineralization
	Y 1694.198									
MJ-9 (7)	X 691.075	150.2	To explore southern-deep extension of marginal ores intersected by UN-4 & MJ-1 between granite & UN-6. UN-4:Zn 2.96% for 5.5m-interval. MJ-3: Zn 1.82% for 1.0m & Zn 2.74% for 2.1m	Not directly related with nearby anomaly.	About 20 to 30m outside of anomaly.	Within anomaly (ARS750-m) (MCF240)	Within inferred magnetic body.	Within inferred magnetic body.		18.6m Ga-Ep 67.0-112.0m Skarn zone 88.6-107.0 massive Py.
	Y 1693.511									
MJ-10 (2)	X 690.135	150.2	Same location to DG-9, in which massive Zn ore was intersected at around hole end. To explore northern extension of 2 horizons of skarn intersected by MJ-3 as well as the above.	Within Zn anomaly	Within anomaly (FE23%)	"	"	At periphery of inferred magnetic body		45.7-46.9m(1.2m) massive Hem. 53.6-60.9m(7.3m) massive Py.
	Y 1694.175									
	X 691.832									

*1 Nos. in parentheses indicate proposed No. in Phase-II Report

*2 Coordinates & Elevations are taken from 1/10,000 Topo Map. Elev.: Collar Elevation

5-2-1 MJ-1 (PL2, 4, 6-0)

国連UN-4試錐の124.1-129.6mで着脈した鉛(55m間Cu0.38%, Zn2.96%)の北東側下部延長を目的とし、UN-4と同位置で垂直に掘進された。その結果;①40.0-45.9mの5.9m間にAg8.4g/t, Zn1.42%の褐鉄鉛焼けたザクロ石-緑レン石スカルンを捕捉した。しかし、当初予想した150m±20mの位置には石英斑岩が現出し、スカルンは認められなかった。珪化頁岩・砂岩と、緑色片岩との関係から、上記のスカルンはTactic-Chicol境界に位置し、UN-4着脈のものと同「層準」と解釈し、2着脈点間に推定断層を想定した。②本孔では酸化・溶脱帯の下底面は90.6mにあり、この直下から97.5m迄の石英斑岩中には、黄鉄鉛細脈群に輝銅鉛被膜が観察され、「二次富化帯」的様相を呈する。ただし、Cu品位は低く、最も輝銅鉛の顕著な90.6-91.6mの1m間平均で、Cu0.19%に過ぎない。

5-2-2 MJ-2 (PL2, 4, 6-0)

UN-4およびMJ-1孔の試錐座は、国連実施地化帯のCu異常地に位置している。MJ-2は、鉛化が母岩の層理と平行にNE傾斜すると仮定して、前記Cu異常地の下部を探鉛することを目的として実施された。しかし、結果は、①29.7-37.6mの7.9mの間に、4枚計2.26m+の焼け(焼け部分のみの加重平均; Ag10.3g/T, Cu0.06%)と、②86.5-88.0mの1.5mに酸性貫入岩を交代した半塊状磁鉄鉛(Ag19.3g/T, Cu0.09%, Fe20.12%)を確認したにとどまった。なお、前者がTactic層珪化頁岩・砂岩とChicol層緑色片岩との境界部に産出することから、これがUN-4, MJ-1のスカルンと同「層準」のもので、「断層により浅所に転位した」と解釈した。本孔における酸化帯下底は131.1m付近と思われる。

5-2-3 MJ-3 (PL2, 4, 6-0)

国連によるIPの異常を確認する目的で実施された。その結果;①417.5-424.7m0.72m間にTactic層珪化頁岩・砂岩中の緑泥石-ザクロ石-緑レン石スカルン(Ag8.5g/T, Zn0.53%), ②51.66-56.48m4.82m間のTactic層珪化頁岩・砂岩とChicol層緑色片岩との境界部に焼け(Ag20.4g/T, Cu0.07%, Zn0.22%, Fe27.79%), および③104.5-110.5mの6m間に黄鉄鉛と磁鉄鉛の網状細脈を伴うザクロ石-緑レン石スカルン(Ag5.6g/T, Zn0.10%, Fe34.6%, Si61.3%)を捕捉した。IP異常が黄鉄鉛+磁鉄鉛のゾーンに由来することを確認したが、同時に、非変質部にみられるChicol層緑色片岩中の石灰岩層準が、鉛化変質帯内ではスカルン化していることを初めて実証したことになり、この点の意義は大きい。

5-2-4 MJ-4 (53-1) (PL 4, 6-1)

当初この付近に Llano del Coyote 向斜が通ると考え、その両側にある地化探異常の深部と、IP異常を探查する目的で計画された。結果は；①92.70~98.00m間に半塊状黄鉄鉱(5.30m間 0.22%Zn, 14.51%S)をとともうスカルン。②112~114m間に緑レン石-ザクロ石スカルンのパッチを伴う緑色片岩(?) (2.0m間 0.10%Cu, 0.49%Zn), ③147.4~148.4m間に緑レン石-緑泥石スカルンに伴って弱い鉱化(1.0m間 0.42%Zn)等の鉱徴を確認した。Tactic - Chicol 境界は100m前後に来ると解釈されるので①が境界部の層準に対応しよう。

本孔で酸化帯下底面は84.5m付近に来る。また、当初予想したLlano del Coyoteの軸部は多少北へずれると再解釈された。

5-2-5 MJ-5 (53-3) (PL 2, 4, 6-2)

MJ-3で着鉱したTactic - Chicol 境界付近のゴッサン(51.66~56.48m; 前出)とChicol層中のスカルン(104.5~110.5m; 前出)の延長を探查することを主目的として実施された(MJ-3からS5°W水平距離約70m)。なお、この試錐は-150m準でのIP異常内にある。

試錐結果は；①花崗岩類の位置が予想より北にずれたため、Tactic - Chicol 境界そのものは確認出来なかったが、ほぼこの位置に来る所に半塊状黄鉄鉱(91.90~94.20m 2.30m間 15.10%S; 100.5~101.1m 0.60m間 16.67%S)を確認した。ただし、Zn品位はtr~0.0n%である。②MJ-3のChicol層中のスカルンに相当するものは、116.4~121.3mにおいてザクロ石-緑レン石スカルン中に黄鉄鉱を伴った半塊状磁鉄鉱(4.90m間20.70%Fe)を確認した。ただし、Znは0.0n%しかかからなかった。

本孔では、酸化帯下底面は深度約63mに位置する。花崗岩類の傾斜が南傾斜であることが確認された。

5-2-6 MJ-6 (53-6) (PL 2, 6-3)

この試錐は、IP異常の外側100~150mに位置する。本孔の北方に露出する石英斑岩の南側にみられる化探異常下部を探查することを目的とした。

結果は；①酸化帯の褐鉄鉱に汚染されたTactic層凝灰質頁岩に0.01%Cu, 0.08%Zn(22.5~24.8m間 2.30m)。②Tactic - Chicol 境界付近の緑泥石に富む部分にS3~4%黄鉄鉱鉱染、ノームを認めたにとどまった。

この試錐孔では、Tactic - Chicol 境界にスカルンないし石灰岩の存在が認められな

かった。

本孔での酸化帯下底面の深さは、断面図においては一応 57.2 m にとったが、本孔では割目、断層沿いに褐鉄鉱がかなり深くまで認められ、明確に下底面を定めにくい。

5-2-7 MJ-7 (53-5) (PL2, 6-4)

本孔は、特定の地化探異常を標的としたものではなく、予想される3層準のスカルン帯を花崗岩との境界付近において貫くことを目的とした。同時にIPのシミュレーションによる予想鉱化体を確認することも目的とした。

結果は；①Tactic - Chicol 境界付近にスカルンを認めなかった。②Chicol層84.1～118.7 m間に花崗岩質岩岩脈を認め、その両側で磁鉄鉱、黄鉄鉱を伴うスカルンを捕捉した。このうち下盤側のスカルンは、Tactic - Chicol 推定境界から約55～65 m下位にありMJ-3の③、MJ-5の②(前出)にほぼ対比出来よう。ここでは(124.5～128.8 m)緑泥石-透角閃石-緑れん石-ザクロ石スカルンが認められた(122.3～127 m間 4.7 mのうち分析した3.8 m間の平均18.11% Fe)。③花崗岩の上盤側境界付近に肉眼的に方鉛鉱が認められた(84.1～85.0 m 0.9間 0.05% Pb, 0.01% Zn)。

④187.9～192.4 m 4.5 m間に半塊状磁鉄鉱が石英斑岩に接して産出する。⑤これ以深、孔底(300.1 m)までは緑色片岩類と石英斑岩岩脈が表れ、石灰質岩の挟みは認められなかった。

本孔における酸化帯下底面の深度は60 m±である。

5-2-8 MJ-8 (53-4) (PL2, 6-5)

IP異常の約50～100 m外側に位置する。MJ-7, UN-2, UN-3とほぼ同一断面(E4の西；PL-4のb-b'断面)上にある。UN-3の北側MJ-8寄り認められたCu, Zn異常の深部を探索することを目的として計画された。

結果は；①全体として鉱化が弱く、黄鉄鉱鉱染もほとんど認められない。②地化探異常に対応すると思われるものは、僅かに、Tactic層中12.0～12.3 m 0.3 m間 0.02% Zn 0.08% Sおよび70.0～70.7 m 0.7 m間 0.01% Cu, 0.02% Zn 0.07% Sに過ぎない。両者はともにTactic層頁岩-砂岩互層中にある。③石英斑岩上部に磁鉄鉱の鉱染が認められた。④Tactic - Chicol 境界は、石英斑岩岩脈が出現するため不明である。

本孔はLlano del Coyote向斜軸部にあり、花崗岩の接触部から400 m以上離れている。この位置では変質鉱化はほとんどないことを確認した。

5-2-9 MJ-9 (53-7) (PL2, 4, 6-6)

今迄に本地区で行われた全試錐中で最も有望なZn硫化物鉱化(9.5m間 12.76% Zn)とCuの2次富化部(0.60m間 Cu 3.6%)を捕捉した。

本孔は、%代のZn鉱徴が確認されていたMJ-1(5.9m間1.42% Zn)とUN-4(5.5m間2.96% Zn)の南方延長を花崗岩境界との間で確認することを目的として実施された。MJ-1孔付近のCu, Zn地化探異常は、目的とし、かつ確認された鉱化帯よりも上部の『層準』に起因するもので、直接これらの下部探査を目的としたものではない。また、本孔はFE, MCF両異常の外側に位置し、辛うじて-150m準でのIP結果から解釈された推定鉱化体の縁辺部に位置するのみで、物探異常の探査を目的としたものでもない。

結果は; ①82.3~82.9m 0.60m間に、塊状褐鉄鉱中に残存する自形黄鉄鉱粒間を充填して、浅成輝銅鉱(ジュルレイト?)が認められ、3.80% Cuを示す。本孔での酸化帯下底は88.6mであり、Cuの2次富化部は、最下底部ではあるが酸化帯内にある。②88.6~107.0mの18.4m間に、半塊状~塊状黄鉄鉱を伴うザクロ石-緑泥石(透角閃石-陽起石から変質?)スカルン帯が認められた。このうち上部9.5m間には閃亜鉛鉱が豊富に随伴する(88.6~98.1m 9.5m間 12.76% Zn, 4g/T Ag 0.19% Cu)。下部8.9m間にも量は減ずるが閃亜鉛鉱が認められた(98.1~107.0m 8.9m間 0.64% Zn, 2g/T Ag, 0.04% Cu)。両区間ともにPbは0.01%以下である。③1384~146.6mにザクロ石-陽起石-透角閃石スカルンが認められた(8.2mのうち分析された370m間の平均は0.35% Zn)。

上記のうち①②は、Tactic-Chicol層境界に位置し、MJ-1, UN-4の着鉱部と同層準と解釈される。一方、③はChicol層片岩中にあり、MJ-3の③, MJ-5の②, MJ-7の②等とほぼ同層準と思われる。

本孔とMJ-1, UN-4の着鉱部との位置的関係は5-1節に記したように、MJ-1~MJ-9間約150m, UN-4~MJ-9間約135m, (それぞれ水平距離)である。

今後この着鉱部の延長を探鉱する価値ありと考える(後出)。

5-2-10 MJ-10 (53-2) (PL2, 4, 6-7)

DG-9孔とほぼ同一位置で実施された。DG-9孔の79.6~85.1m間で着脈した緑泥石-ヘデン輝石(?)スカルンに伴う塊状閃亜鉛鉱を確認することと、MJ-3で確認した2層準のスカルンを追跡することを目的とした。なおIPおよびZnの異常地内でもある。

結果は；①当初地層に平行な岩床として産出し，NE傾斜すると考えた石英斑岩が63.9mから出現し，岩脈であることがわかった。したがって前記2層準は確認出来なかった。②DG-9の着脈部に対応する位置では，鉍化を確認出来なかった。これは，孔口が正確に同位置でないこと，および／または，DG-9のコアが地震のためひっくりかえっており，正確な位置を示さないことに起因するかもしれぬ。③10.4～11.9m 1.5mで塊状黄鉄鉍に着鉍した(0.63% Zn, 0.02% Cu, 86.2% Fe)。

6. 考察および提言

6-1 地化学探査について

第2年次に土壤地化探試料のグリッド・サンプリングが実施された。861試料が200m×100mグリッド上で採取され、Cu, Pb, Zn, Agの4元素が分析された。その結果、Cu, Znについては、広範な異常が認められた(Fig. 2)。なお、異常地は次のシキ1値を使って決定された(単位PPm); Cu 70, Pb 70, Zn 200, Ag 2.5 (第2年次報告書3-7節)。

今年次には、Cu, Pb, Zn, S, Fe, Mn, (Au), Agの7~8成分が分析された(付録6-1, PL-8, 9)。

6-1-1 土壤地化探異常と試錐結果との対比

土壤地化探の異常と、試錐結果との対応は余り良くない。すなわち、%代のZn鉱化に着鉱した試錐3孔のうち硫化鉱の着鉱したMJ-9, UN-4は、いずれも異常地外に位置しているし、地化探異常の深部延長探査を目的とし、IP異常外に行われた試錐(MJ-2, -6, -8)は、いずれも0.1%Zn代以上の鉱化をつかんでいない(PL-10, Fig. 2, Table-5)。

このことは、主として次の2つの理由によると考えられる：①すでに述べたように、現在迄に知られている%代のZn鉱化(MJ-9, MJ-1, UN-4)は、すべてTactic層とChicol層の境界付近に生成したスカム中に選択的に胚胎する。この層準は、構造上地表にはほとんど露出していない。②したがって、地表における指示元素の分布は、鉱化の一次分散ハロを反映することになる。しかし、浅成変質や土壤の機械的な移動等の二次分散により、指示元素の地形的低所への移動があるため、土壤試料の異常地は一次分散ハロの位置を正確に表していない。ちなみに、土壤試料と岩石試料とを対比すると、Pbはほとんど移動していないが、土壤中のCu, Znは地形的低所に向ってかなり移動していることがわかる(PL-10, Fig. 10)。最も移動量の多いものはAgである。

6-1-2 岩石試料地化探異常と試錐結果との対比

今年次に行われた岩石試料による地化探異常と、試錐結果とは非常に良く対応する。(PL-10, Fig. 9)。すなわち、%代のZn鉱化の着鉱位置は、ほとんど例外なく、Zn 500PPm以上の異常帯直下にあり、それ以外の試錐は全部異常地外に位置する。また、顕著な浅成輝銅鉱が酸化帯直下または下部にみとめられ、Cuの二次富化が確認される着鉱点(MJ-9 0.60m 3.80% Cu, MJ-1 1.00m 0.19% Cu, UN-4巾不明0.18%

Fig. 9 CORRELATION - SOIL GEOCHEM. vs. ROCK CHIP ASSAY

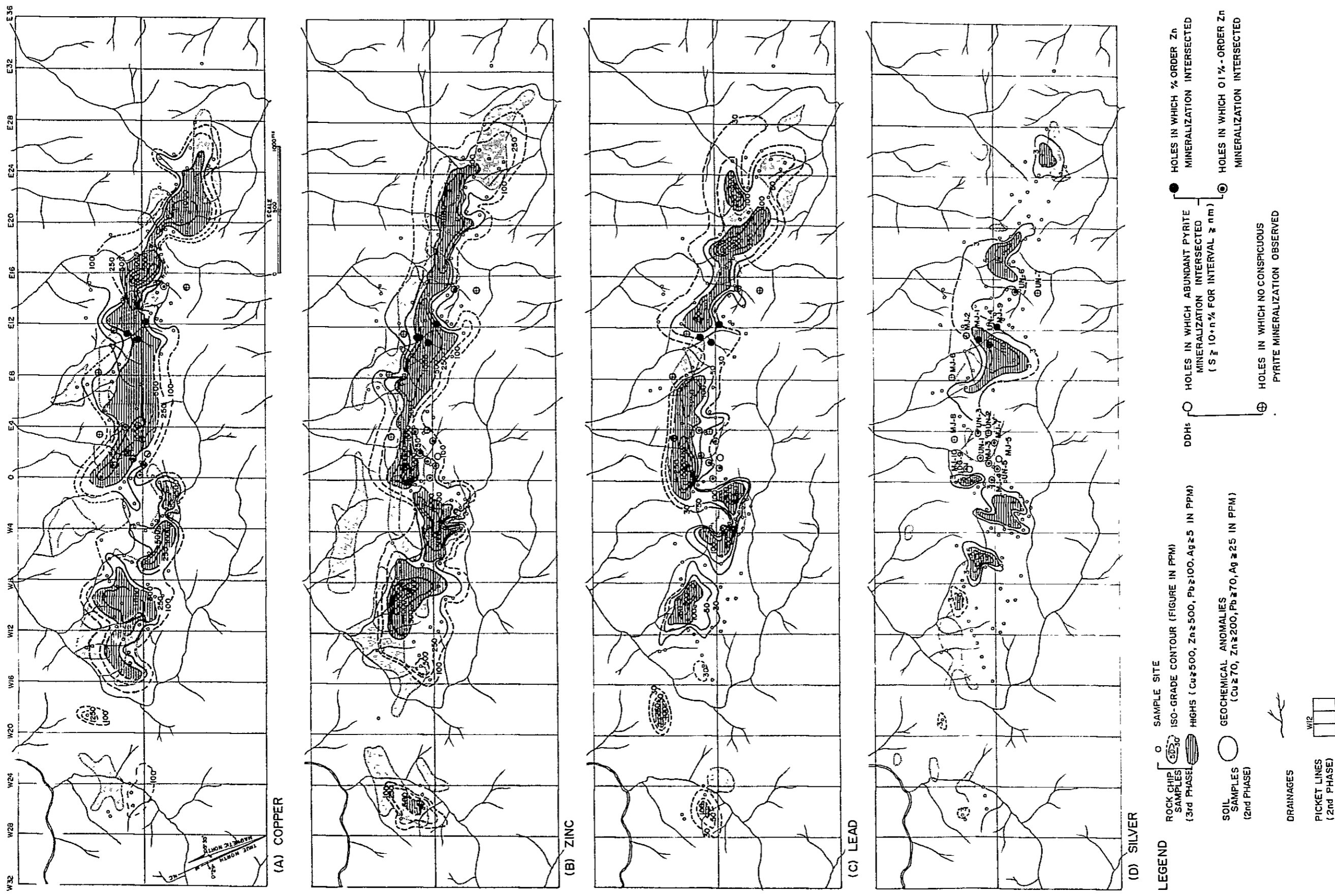
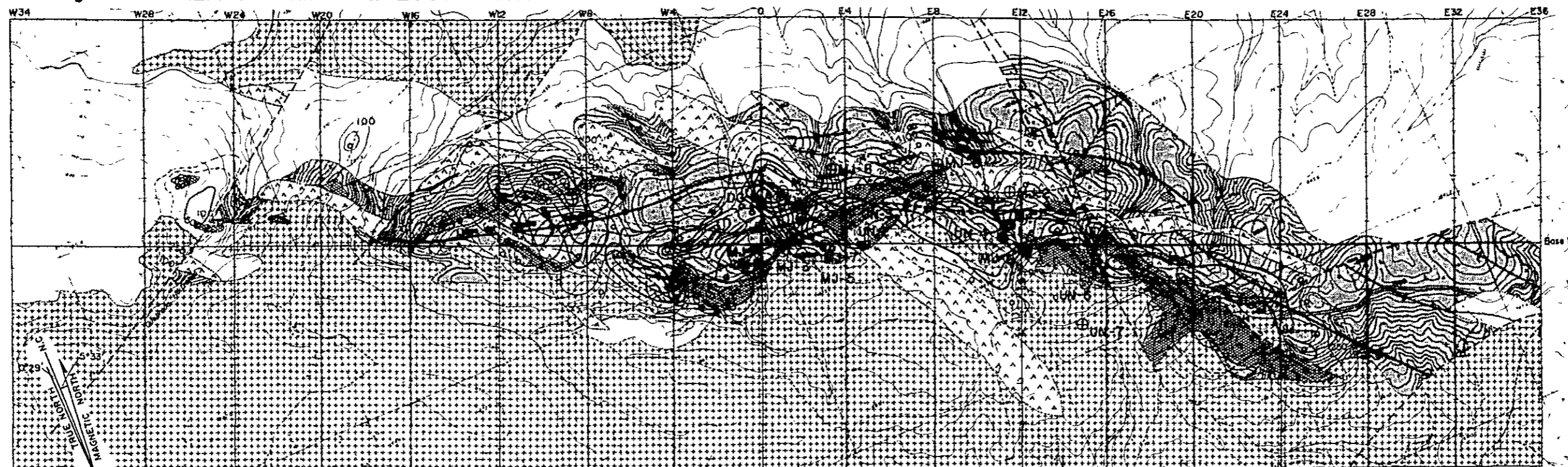
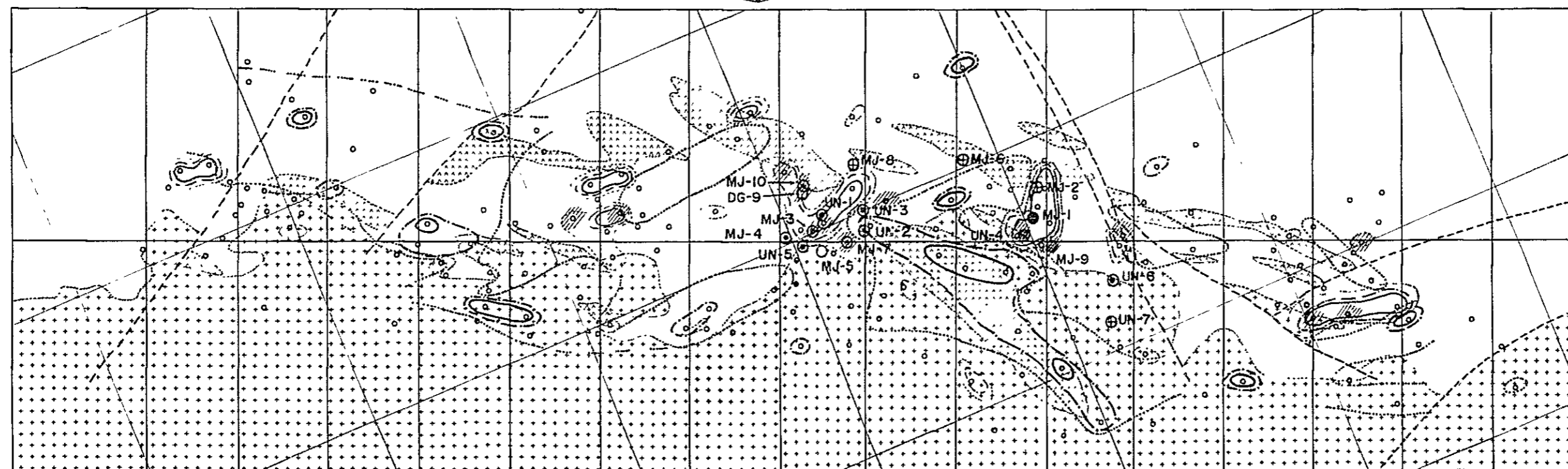


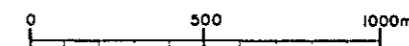
Fig. 10 RELATIONSHIP GEOLOGY-STRUCTURE-MINERALIZATION



- LEGEND**
- | | | | | | |
|------------------|---|---|-----------------|---------------------------|---|
| (Geology) | | (Assay results of rock chip samples) | | (Diamond drilling) | |
| | Altered tuffaceous shale & fine sandstone | | Limonite gossan | | Sample site |
| | Granitic rocks | | Fault | | Cu - Iso-grade contour (PPm) |
| | Rhyolite & quartz porphyry | | Anticline | | Zn - Iso-grade contour (PPm) |
| | | | Syncline | | Holes in which abundant pyrite mineralization intersected (S ≥ 10+n% for interval ≥ nm) |
| | | | | | Holes in which no conspicuous pyrite mineralization observed |
| | | | | | Holes in which 1%-order Zn mineralization intersected |
| | | | | | Holes in which 0.1%-order Zn mineralization intersected |



- LEGEND**
- | | | | | |
|----------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|---|
| Alteration minerals | (Epidote) *1 | (Sericite) | (Amphibole) *2 | *1 Relative abundance determined by X-ray diffractometry |
| | | | | 4: Very abundant |
| | | | | 3: Abundant |
| | | | | 2: Common |
| | | | | *2 |
| | | | | • Amphibole in intrusive rocks is omitted, as it is a primary rock-forming mineral |
| | | | | • Amphibole in rock chip samples is semi quantitatively determined by X-ray, while that in DDHs indicates only its presence |



等)はすべてCu500ppm以上の異常帯内にあり、この範囲に入る試錐の多くで輝銅鉱の存在が認められている(UN-1 160'付近(斑銅鉱)、UN-2 180-190'間、UN-5 215'付近;UN, 1973)。

前述のように、 Zn の着鉱した層準は、いずれも地表から100m前後の深さに位置しており、付近の地表には露出していない。したがって、地表の岩石試料と着鉱部が良く対応すると言うことは、 Zn の一次分散によるハロが、着鉱部のほぼ直上の現在の地表面にまで及んでいることを意味する。

6-1-3 地化探結果からみた今後の探鉱対象

地化探結果のみから判断すると、今後の試錐探鉱は岩石試料の Zn 500ppm以上の異常帯下部を狙って行いべきと考える。対象となる異常帯は、ほぼベース・ラインに沿いWNW-ESE約3.6km(W12~E24)、巾100~300mに達する(PL-10, Fig.9)。このうちでも特に、MJ-9, MJ-1, UN-4 着鉱部を含むE4-E16間が第1順位となる。なお、この部分では、 Zn 異常外の南西側は花崗岩境界付近まで探鉱する必要がある。

6-2 物理探査について

6-2-1 IPについて

IP異常、特にFE3%以上の異常は黄鉄鉱鉱化に非常によく一致し、IP異常帯内に実施された試錐は、ほとんど例外なく、厚さ数m内外、 $S=10$ 数%の半塊状ないし塊状黄鉄鉱に着鉱している(第5表, Fig.2対Fig.10)。

しかし、 Zn の着鉱しているMJ-9, MJ-1, UN-4の3孔は、いずれもFE3%以上の異常帯外に位置する。後2者は、辛うじてMCF40mho/mの異常帯末端部に位置するが、前者はその外側にある。

このように、本地区では、IPは溶脱帯下の黄鉄鉱の存在を知るのに役立つ点で評価されよう。

6-2-2 磁気探査異常について

ベース・ライン南側、W4-0間にもとめられた顕著な推定磁性体(Fig.2)は、試錐が行われていないので、何に由来するか不明である。しかし、この部分の地表には塊状褐鉄鉱が存在するので(Fig.10)、地下に磁鉄鉱濃集部が存在する可能性がある。本地区の磁鉄鉱には黄鉄鉱等の硫化物が多いので、仮にかなりの鉱体が存在するとしても、稼行対象とするには困難が予想されるが、一応1, 2孔の試錐で確認してみる必要はあろう。ちなみに、

地表の焼けの範囲は、長径400m、巾約100mである。したがって、仮に深度100m迄「鉍体」がつづくとするれば、その体積は400万 m^3 となり、比重が4なら1600万Tとなる。

上記の強い異常を含み、ほぼIP異常帯に一致する広範で弱い異常は(Fig.2)、黄鉄鉍帯内に存在する重量にして数%程度の磁鉄鉍に由来すると推定される。

6-3 鉍化作用

本地区の鉍化作用について得られた知見を総合・要約して記す。

6-3-1 鉍化・変質累帯について

本地区のZn鉍化の母岩の主体は、Tactic-Chicol層境界付近に位置するスカルンで、この層準は、地表にはほとんど露出していない。また、この層準を貫いた試錐は、地域的にも、本数も限られている。一方、地表の岩石は著しく浅成変質をうけており、必ずしも初生の熱水変質を忠実に残しているとは限らない。したがって、目下の所、変質累帯をかなりの確度をもって論じうる段階には至っていない。ここでは、今回実施したX線回折や岩石試料の地化探結果等、主として地表のデータにもとづき、見掛上の累帯について述べる。

鉍化帯の東西両端、すなわちW12-0号間およびE20-E28号間では、比較的単純かつ、明瞭な変質および金属鉍物(金属元素)の累帯配列が認められる(Fig.10, PL-5)：
①花崗岩境界に沿い、花崗岩およびこれに近い側の堆積岩中に絹雲母に富むPhillitic的な変質帯が見られ、その外側(NNE側)に緑レン石、透角閃石、緑泥石に富むpropylitic的な変質帯が認められる。
②花崗岩寄りの絹雲母に富む変質帯にほぼ一致して、岩石試料地化探のCuの異常が存在する。一方、その外側の角閃石、緑レン石等の認められる変質帯にほぼ一致してZnの異常が位置する。

試錐孔が集中する鉍化帯の中央部、O-E20号間は、上記の累帯がかなり乱れ、Cu、Znの両異常帯がほぼ同一位置に認められる。しかし、PL-5(Fig.10)をより仔細に検討すると、O-E12号間ベースライン付近では、花崗岩中のE4-E12号間にNWに延長して産する石英斑岩岩脈を中心として、その内部および直接する周囲に非常に絹雲母の強い変質帯が存在し、この外側の「堆積岩類」中(O-E4号およびE12号付近)に地表では緑レン石が、また試錐孔内にみられるスカルンでは透角閃石-陽起石および緑泥石に富む変質帯が位置することがわかる。この変質帯にほぼ一致して、石英斑岩に近い側にCu異常帯の主部が位置し、その外側にZnの異常帯が乗る傾向が認められる(Fig.10, PL-5)。同様の関係はE12-E18間の北側の石英斑岩小岩脈の南側についても言える。

地表で見られるゴッサン帯は、主として花崗岩-『堆積岩類』境界に接し、『堆積岩類』中に位置する(Fig. 10, PL-5)。このゴッサン帯のうち、付近に石英斑岩の大きな岩体が存在しないW4-0号間の部分は、磁探から推定された顕著な磁性体に一致し、磁鉄鉱に富む岩石に由来する可能性を暗示している。一方、付近に石英斑岩岩脈が存在するゴッサン帯の他の部分は、試錐結果から黄鉄鉱に富む黄鉄鉱-磁鉄鉱化帯に由来すると推定される。

6-3-2 鉱化順序について

目下の所事例少く、かつ検討が十分でないので断定的なことは言えぬが、肉眼および顕微鏡観察の結果を総合すると、次のような鉱化順序が推定される。①(片岩中の)鏡鉄鉱は磁鉄鉱により交代されており、また一部の黄銅鉱および黄鉄鉱は、鏡鉄鉱の磁鉄鉱化と同時期に生成したと考えられる。前節に記したゴッサン、花崗岩境界、および磁性体三者の関係から、磁鉄鉱には花崗岩の貫入によりその境界に生成したのがあると考えられる。②一方、磁鉄鉱には黄鉄鉱により交代されるものが多く認められる。前節に記したゴッサンと石英斑岩との関係から、この磁鉄鉱の硫化物は石英斑岩の貫入に伴うと解釈出来る。この時期の黄鉄鉱が本地区の黄鉄鉱の主体を形成すると考えられる。③しかし、石英斑岩中には、黄鉄鉱とともに磁鉄鉱の細脈、鉱巣、レンズ等が見られ、②の黄鉄鉱主要生成期とほぼ同時期に第2期の磁鉄鉱化のあった事を示している。④閃亜鉛鉱は明らかに磁鉄鉱、黄鉄鉱中の割目や空ゲキを充填して認められ、金属鉱化の最末期に生成した事を示している。⑤閃亜鉛鉱は、ブドー状の緑泥石により交代されている。

6-3-3 母岩の種類と金属鉱物との関係

黄鉄鉱は主として緑レン石に富む変質岩およびスカルン中に胚胎する。磁鉄鉱は、ザクロ石に富むスカルン、石英斑岩、および緑色片岩類(この場合鏡鉄鉱を交代)中に卓越する。多量のZn 鉱化は、明瞭に透角閃石-陽起石、緑泥石に富むスカルン中に選択的に胚胎する。緑泥石は、角閃石類を交代、またはこれから再構成されて生成している。

6-3-4 考察

上記の諸事実を総合して、本地区では2時期の鉱化作用が重複していると言う作業仮説がたてられた。

第1期：花崗岩の貫入に伴う鉱化・変質により、花崗岩自身および、Tactic層の頁岩、凝灰質頁岩、砂岩等は変質し、花崗岩寄りに絹雲母、そして外側に緑レン石に富む変質帯が、それぞれ形成された。一方、Tactic層の石灰質部およびChicol層の石灰岩挟在層には、

花崗岩寄りから外側に向いザクロ石、緑レン石、透角閃石－陽起石に、それぞれ富むスカルンが生成された。

この時期に、花崗岩境界沿いに主として磁鉄鉱を伴う鉍化がおこり、同時に一部の黄銅鉍、黄鉄鉍もその外側に生成された。片岩類中の鏡鉄鉍の磁鉄鉍化もこの時期に対応しよう。

第2期：石英斑岩の貫入にともなう鉍化・変質作用が、すでに存在した第1期の鉍化・変質果帯の上に重複しておこった。このため、石英斑岩岩体周辺には強い絹雲帯が形成され、その外側で、かつ第1期の緑レン石に富む帯と重複する所では緑レン石が更に強調された。透角閃石－陽起石は緑泥石化した。

この鉍化の初期に、既存の第1期磁鉄鉍は硫化物化をうけ黄鉄鉍となり、石英斑岩内には第2期の磁鉄鉍が黄鉄鉍とともに生成した。この鉍化作用の末期にZn-Cuの主要鉍化がおき、石英斑岩寄りに黄銅鉍を、外側に閃亜鉛鉍が生成された。

このように、2時期の鉍化・変質を想定すると、多少の矛盾はのこるが、本地区の鉍化は良く説明出来る。ただし、今後顕微鏡による組織の観察や、脈の前後関係等の観察で裏付ける必要がある。

本地区の鉍化作用は、大量の黄鉄鉍とかなりの磁鉄鉍からなり、閃亜鉛鉍がほとんど銅、鉛を伴わずに局部的に濃集すると言う特異な鉍化タイプである。これは次のような生成環境で生成されたことを暗示しよう。

母岩に有機物が少く、かつ炭酸塩岩が鉍液の量に比し少い（第1期の鉍化で多少存在していた石灰岩は、スカルン化してしまった）ため、還元が進まず、かつ酸性の環境で鉍化が行われた。このため、Cu、Pbがほとんど沈澱せず、前記のような鉍物組合せの特異な鉍化タイプを生じた。

6-4 本地区の探鉍ポテンシャルについて

目下の所、現在までに実施された国連、鉍山局実施のものを含む全試錐19孔のうち、経済品位のZn鉍化に着鉍したものはMJ-9孔-孔のみである。したがって、本地区の鉍量を推定しうる時期ではない。しかし、%代のZn鉍化と地表の岩石試料地化探の500ppm以上の異常帯とが良く一致し（MJ-1、MJ-9、MJ-10、UN-9の4孔中3孔で%代のZn鉍化を確認。MJ-10でも0.1%Znの鉍化に着鉍）、かつこの異常帯が広範囲にわたり存在するので、今後の探鉍余地は大きいと考える（PL-5、-10、Fig.10）。ちなみに、Zn500ppmの異常帯は、W12-E24号間 WNW-ESE方向 3,600m

間に存在し、平均巾は約200mである(PL-10上で、各号線ごとに読みとったものの平均値)。

今後の探鉱ポテンシャルを知るため、MJ-9着鉱部の見掛け厚さ95mを使い、NNE-SSW 100m間に比重40の鉱体が存在すると仮定して、可採走向長(WNW-ESE方向)を変えて期待鉱量を概算してみる。

仮定-1: 仮に、MJ-9孔周辺に、走向長100mの連続性がある鉱体と見込むと;

$$100m \times 9.5m \times 100m \times 4 \text{ T/m}^3 = 380,000 \text{ T}$$

仮定-2: 仮に、本地区中心部O-E16号線間走向長1,600m間の $\frac{1}{4}$ (Zn異常内に行われた4孔の試錐中1孔が着鉱)に可採部が存在すると仮定すると;

$$1,600m \times \frac{1}{4} \times 9.5m \times 100m \times 4 \text{ T/m}^3 = 1,520,000 \text{ T}$$

仮定-3: 岩石試料地化探異常帯(500ppmZn以上)の存在するW12-E24号間3,600mの $\frac{1}{10}$ (根拠なし)に可採部が存在すると仮定すると;

$$3,600m \times \frac{1}{10} \times 9.5m \times 100m \times 4 \text{ T/m}^3 = 1,368,000 \text{ T}$$

仮定-4: 仮定-3と同じ範囲の $\frac{1}{4}$ (根拠は仮定-2と同じ)に可採部が存在すると仮定すると;

$$3,600m \times \frac{1}{4} \times 9.5m \times 100m \times 4 \text{ T/m}^3 = 3,420,000 \text{ T}$$

上記の試算から明らかな様に、本地区に $n \times 10^5 \text{ T}$ ないし $n \times 10^6 \text{ T}$ の可採鉱量の存在する可能性は大きいと考えられる。

6-5 提 言

第1順位対象: O-E16号間の岩石試料地化探異常(500ppmZn以上)に対して20孔3360mの試錐を行う。特にMJ-9着鉱部周辺ではZn異常外も南側花崗岩境界まで(E12-E16間)を探鉱する。また、MJ-9周辺では、着鉱部を中心に水平距離で500m離して試錐を行う。

第2順位対象: ①W12-0号間およびE16-E24号間では200~400m間隔にZn異常に対して試錐を行う; W10, W8, W4, W2, E22に各1孔計5孔1250m, ②Cu異常およびW4-0磁性体=ゴッサンに対しては、W2, E21号に各1孔, 計2孔300mの試錐を行う。

試錐計画一覧表

順位	位置	孔数深度	摘要
第 1	E12~E16	12孔×180m(2,160m)	MJ-9 周辺
	O ~E16	8孔×150m(1,200m)	Zn 異常
第 2	W2~W10, E12	5孔×250m(1,250m)	Zn 異常
	W2付近	1孔×150m(150m)	推定磁性体およびCu異常
	E21	1孔×150m(150m)	Cu 異常
合計		27孔 (4,910m)	

References

- Agnos, W.B. (1958)
Result of airborne magnetometer profile from Brownsvilles, Texas to Guatemala City: Geophysics v.23, No.4, p.726-737
- Anderson, T.H. (1968b)
Pre-Pennsylvanian and later displacements along Chixoy-Polochic fault trace, northwestern Guatemala: Geol. Sec. America Abs. for 1968, Spec. Paper 121, p.6
- _____, et al (1973)
Geology of the Western Altos Cuchumatanes, Northern Guatemala: Geol. Soc. America Bul. v.84, p.805-826
- Blount, D.N. (1967)
Geology of the Chiantla quadrangle, Guatemala (Ph.D. dissrt.): Baton Rouge, Louisiana State Univ. 135p.
- Bohnenberger, O.H. (1966a)
Nomenclatura de las capa Santa Rosa en Guatemala: Publicaciones Geológicas del ICAITI, Guatemala, No.1, p.47-51
- _____. (1966b)
Liberto guía de la excursión "A", Liberto guía de las excursiones, Segunda Reunión de Geólogos de America Central: Guatemala, Ciudad de Guatemala, 151p.
- Bonis, S.B. (1967)
Excursion Guide Book for Guatemala: Instituto Geográfico Nacional, Geol. Bul. No.4
- _____, Bohnenberger, O.H., and Dengo, G. (1970)
Mapa Geológico de la Republica de Guatemala: Guatemala, C.A. Inst. Geográfico Nacional de Guatemala; 1/500,000
- Dahlberg, E.C. and Keith, M.L. (1966)
Distribution of Trace metals in modern stream sediments from three geologically different terranes (abst.): Geol. Soc. of Am. Special Paper 101, p.48
- Dahlberg, E.C. (1967)
A multivariate study of some aspects of Trace metals in stream sediments as guides to locating mineral deposits: Ph. D. Thesis, Pennsylvania State University, p.163
- _____. (1968)
Application of a selective simulation and sampling technique to the interpretation of stream sediment anomalies near South Mountain, Pennsylvania: Econ. Geol. V.63, p.409-417
- _____. (1969)
Use of model for relating geochemical prospecting data to geological attributes of a region, South Mountain, Pennsylvania: Quarterly of the Colo. Sch. of Mines v.64, No.1, p.195-216.
- Dengo, G. (1968)
Estructura geológica, historia tectónica y morfología de America Central: ICITI

- Dengo, G. and Bohnenberger, O.H. (1969)
Structural development of northern Central America in tectonic relations of northern Central America and the western Caribbean: Am. Assoc. Petroleum Geologist Mem. 11, p.203-220
- Dirección General de Minería e Hidrocarburos (1965)
Nómina de Muestras Minerales de Guatemala
- Garrett, R.G., and Nicol, I. (1969)
Factor analysis as an aid in the interpretation of regional geochemical stream sediment data: Quarterly of the Colo. Sch. of Mines, v.64, No.1, p.245-264
- ICITI (1969)
Trabajos Técnicos Presentados en la Segunda Reunión de America Central Instituto Geográfico Nacional de Guatemala (1968?)
Unpublished geologic map Nebáj quadrangle; 1/50,000
- _____ (1961-1962)
Diccionario Geográfico Nacional de Guatemala
- _____ (1976)
Atlas Hidrológico (primera edición)
- Kesler, S.E. and Ascarrunz, K. (1973)
Lead-Zinc mineralization in carbonate rocks, Central Guatemala: Econ. Geol. v.68, p.1236-1274
- Koch, A.J. and McLean, H. (1975)
Pleistocene tephro and ash-flow deposits in the volcanic highlands of Guatemala: Geol. Soc. Am. Bul.
- Krige, D. (1951)
A statistical approach to some mine valuation and allied problems on the Witwatersrand; M.Sc. thesis, University of the Witwatersrand
- Lepeltier, C. (1969)
A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation Econ. Geol. v.64, p.538-550
- Matheron, G. (1963)
Principles of Geostatistics; Econ. Geol. v.58, p.1246-1266
- _____ (1971)
The theory of regionalized variables and its applications: Cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau v.5
- McBirney, A.R. (1963)
Geology of a part of the Central Guatemalan Cordillera
- McRee, D.E. (1969)
Paleozoic stratigraphy and structural geology of Nebáj quadrangle, Guatemala (M.S. thesis): Baton Rouge, Louisiana State Univ., 67p.
- Mining Mission to Central American Countries (1970)
Report on mining activity in General American Countries (in Japanese) Metal Mining Agency of Japan
- MMAJ/JICA (1977)
Report on geological survey of Cuchumatanes Area, Western Guatemala (Japanese and English)

- MMAJ/JICA(1978)
Report on geological survey of Cuchumatanes Area, Western Guatemala
(Japanese and English)
- Nichol, I., Garret, R.G. and Webb, J.S. (1969)
The role of some statistical and mathematical methods in the interpretation of regional geochemical data: Econ. Geol., v.64, p.204-220
- Roberts, R.J., and Irving, E.M. (1957)
Mineral deposits of Central America: U.S. Geol. Survey Bul. 1034, 205p.
- Rose, A.W., Dahlberg, E.C. and Keith, M.L. (1970)
A multiple regression technique for adjusting background values in stream sediment geochemistry: Econ. Geol. v.65, p.156-165
- Rosenfeld (1977)
Unpublished DGMH internal report: Afloramiento mineralizado, Barillas, Huehuetenango, Guatemala
- United Nations (1968)
Guatemala, Mineral Surveys in Two Selected Zones
_____(1969-1970?)
Unpublished internal reports for follow-up works of the mineral survey
- _____(1971)
Metal mining in Guatemala, Study of old mines and abandoned prospects, Mineral Survey in Two Selected Areas
- _____(1973)
Llano del Coyote --- Anomalia geoquímica No.10 ---, Informe tecnico

APPENDICES

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is crucial for ensuring transparency and accountability, particularly in the context of public administration or financial reporting. The text suggests that such records should be kept in a secure and accessible format, allowing for easy review and audit.

2. The second part of the document focuses on the role of technology in modernizing operations. It highlights how digital tools and platforms can streamline processes, reduce errors, and improve overall efficiency. The author notes that while technology offers significant benefits, it also requires careful implementation and ongoing training to ensure that staff are equipped to use these tools effectively. The text concludes by suggesting that a balanced approach, combining traditional methods with modern technology, is often the most successful strategy.

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis	
J 6	1693.87	689.39	Massive limonite				o	
7A	1694.51	689.95	Quartz porphyry					o
8	1694.59	690.04	Sandstone					o
10	1694.60	689.85	Altered quartz porphyry					o
12	1694.19	689.39	Limonite gossan		o		o	
15	1694.34	688.24	Granite					o
17	1694.44	688.42	Sandstone					o
19	1694.62	688.35	Granodiorite					o
23	1694.97	688.22	Sericite schist					o
26	1695.11	688.37	Acidic volcanic rocks					o
28	1695.15	688.40	Limonite gossan				o	
32	1695.31	688.55	Green schist					o
37	1695.65	688.08	Granodiorite					o
38	1695.56	688.05	Granodiorite					o
40	1695.41	688.29	Acidic volcanic rocks					o
41	1695.32	688.22	Green schist					o
45	1695.63	687.73	Granite					o
46	1694.42	687.92	Limonite gossan				o	
47	1693.43	691.05	Limonite-hematite gossan				o	
48	1693.34	690.91	Limonite gossan				o	

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis	
J 50	1693.40	691.01	Magnetite-hematite mineralized rock					
51	1693.45	691.10	Limonite gossan			o		
52	1693.50	691.15	do					
53	1693.55	691.25	do					
54	1693.47	691.29	do					
55	1693.54	691.53	Quartz porphyry					
58	1693.66	691.64	Acidic volcanic rocks					o
63	1693.82	691.52	Magnetite mineralized rock					o
64	1693.84	691.46	Magnetite-hematite mineralized rock					o
65	1693.89	691.18	Quartz porphyry					
66	1693.80	691.19	Limonite gossan					o
69	1693.63	691.30	do					
71	1693.35	691.23	do					
72	1693.27	691.11	do					
74	1693.04	691.62	Limonite-hematite gossan					
84	1692.66	691.46	Granite					
90	1692.63	691.19	Altered biotite granodiorite		o			o
94	1692.94	691.28	Altered hornblende-biotite granodiorite		o			o
96	1693.62	691.09	Siltstone					o
97	1693.58	691.12	Hematite-limonite gossan					o

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis	
J 98	1693.71	691.08	Siltstone					o
101	1693.78	691.13	Skarn					o
102	1693.82	691.00	Granodiorite					o
103	1693.85	691.00	Massive magnetite and hematite			o		o
104	1693.91	691.03	Quartz porphyry					o
105	1693.73	690.88	Siltstone					o
106	1693.84	690.84	Limonite gossan				o	
107	1693.88	690.92	Siltstone					o
108	1693.91	690.80	Limonite stain in siltstone				o	
109	1693.89	690.74	Sandstone					o
111	1693.80	693.63	Quartz porphyry					o
112	1693.75	690.64	Granitic rock with limonite stain				o	
114	1693.59	690.68	Quartz porphyry					o
115	1693.50	690.84	Sandstone					o
116	1693.62	690.95	Siltstone					o
117	1693.55	691.02	Siltstone					o
119	1693.45	690.95	Sandstone					o
120	1693.39	690.89	Granodiorite					o
123	1692.85	692.03	Siltstone					o
124	1692.88	692.13	Siltstone					o

Appendix I-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis	
J 125	1692.94	692.25	Siltstone					o
126	1692.97	692.32	Acidic volcanic rocks					o
128	1693.00	692.36	Black slate					o
130	1693.05	692.47	Limestone					o
133	1693.18	692.53	Limestone					o
	1693.22	692.49	Limestone					
135	1693.19	692.39	Limestone					o
137	1693.15	692.19	Green schist					o
139	1693.02	692.07	Quartz rock					o
140	1692.98	692.00	Quartz porphyry					o
141	1694.11	689.98	Limmonite gossan					o
142	1694.16	689.97	do					o
143	1694.21	689.94	do					o
144	1694.24	689.79	do					o
145	1694.24	689.74	do					o
146	1694.18	689.63	do					o
147	1694.22	689.61	do					o
148	1694.16	689.78	do					o
149	1694.15	689.55	do					o
150	1694.09	689.58	do					o

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks	
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis		X-ray Diffraction
J 151	1694.04	689.59	Limonite gossan				o		
152	1694.04	689.53	do				o		
153	1694.01	689.48	do				o		
154	1693.95	685.51	do				o		
155	1693.87	689.56	Siltstone					o	
156	1693.83	689.42	Granite					o	
157	1693.78	689.50	Granite					o	
158	1693.73	689.61	Granite					o	
159	1693.84	689.71	Limonite gossan				o		
160	1693.82	689.65	do				o		
161	1693.86	689.60	do				o		
162	1693.98	689.60	do				o		
163	1693.94	689.65	do				o		
164	1693.89	689.66	do				o		
165	1693.94	689.75	do				o		
166	1693.91	689.88	do				o		
167	1693.93	689.94	do				o		
K 9	1693.71	689.89	Medium-grained sandstone		o				o
13	1693.82	689.95	Altered hornblende micro-diorite		o				o

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks	
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis		X-ray Diffractionometry
K 16	1693.97	690.07	Limonite gossan						
17	1694.02	690.06	Siltstone						
21	1694.21	690.04	Manganese oxide ore						
22	1694.29	690.08	Siltstone						Chalcopharite
34	1694.39	690.47	Quartz porphyry						
40	1694.33	690.58	Quartz porphyry						
43	1694.08	690.55	Limonite gossan						
44	1693.99	690.40	Limonite gossan						
46	1693.82	690.40	Limonite gossan						
47	1693.68	690.59	Quartz porphyry						
55	1694.90	687.97	Granodiorite						
62	1694.97	687.68	Green schist						
63	1694.94	687.58	Altered hornblende-biotite granodiorite						
66	1695.06	687.71	Limonite stain in siltstone						
70	1695.09	687.61	Limonite gossan						
78	1695.07	687.33	Granodiorite						
81	1693.25	691.58	Limonite gossan						
83	1693.41	691.71	Quartz porphyry						
86	1693.52	691.80	Limonite gossan						
87	1693.69	691.84	Acidic volcanic rocks						

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis	
K 93	1693.09	691.66	Manganese oxide				o	
95	1693.12	691.99	Acidic volcanic rocks					o
99	1693.26	692.04	Siltstone					o
104	1693.15	692.07	Quartz porphyry					o
107	1693.00	691.98	Limonite gossan				o	
108	1692.96	691.91	Limonite gossan				o	
122	1692.54	692.35	Pyrite dissemination in skarn				o	
123B	1692.54	692.35	Pyrite dissemination in quartzose rock				o	
124	1692.49	692.42	Acidic volcanic rocks					o
127	1692.29	692.24	Quartz diorite					o
131	1692.47	692.08	Granodiorite					o
132	1692.51	692.01	Massive limonite and hematite				o	
133	1692.57	691.98	Limonite gossan				o	
135	1692.61	692.08	Limonite gossan				o	
136	1692.79	692.03	Epidote-quartz-actinolite rock		o			o
140	1694.95	688.04	Siltstone					o
144	1695.01	688.04	Sandstone					o
147	1695.01	687.90	Quartz porphyry					o
149	1695.12	687.91	Altered quartz porphyry		o			o
152	1695.10	687.92	Granodiorite					o

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks	
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis		X-ray Diffractionometry
K 157	1695.08	687.80	Acidic volcanic rocks					o	
158	1695.14	687.85	Quartz rock						o
159	1695.05	687.78	Skarn with pyrite and magnetite				o		
160	1695.19	687.80	Green schist						o
162	1695.30	687.75	Quartz epidote rock						o
165	1695.29	687.64	Limonite gossan						o
166	1695.32	687.62	Epidote-quartz rock				o		
167	1695.30	687.60	Limonite gossan						o
168	1695.27	687.55	Granite						o
169	1692.28	692.41	Quartz epidote rock						o
171	1692.61	692.42	Sandstone						o
172	1692.34	692.76	Sandstone						o
173	1692.29	692.75	Limonite gossan						o
176	1692.15	692.75	Granitic rock						o
177	1692.50	692.68	Quartz porphyry						o
180	1692.75	691.82	Limonite gossan						o
182	1692.65	691.64	Quartz diorite						o
183	1692.93	691.57	Limonite gossan						o
184	1693.24	691.26	Limonite gossan						o
185	1693.27	691.28	Limonite gossan						o

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis	
X 187	1693.33	691.31	Limonite gossan				o	
189	1693.41	691.35	Shale					o
190	1693.47	691.39	Epidote-quartz rock		o		o	
191	1693.45	691.39	Shale					o
192	1693.47	691.39	Manganese oxide ore				o	
193	1693.47	691.39	Siltstone				o	
194	1693.47	691.39	Malachite stain in altered rock				o	
197	1693.30	691.43	Quartz porphyry					o
198	1693.27	691.45	Limonite gossan				o	
200	1693.24	691.48	do				o	
201	1693.20	691.49	do				o	
202	1693.27	691.65	Quartz porphyry					o
204	1693.23	691.71	Limonite gossan				o	
205	1693.14	691.69	do				o	
206	1693.03	691.75	do				o	
207	1692.95	691.67	do				o	
208	1692.86	691.71	do				o	
209	1692.94	691.77	do				o	
210	1692.78	692.01	do				o	
212	1692.74	692.04	do				o	

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks	
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis		X-ray Diffraction
K 213	1692.71	692.11	Granodiorite					o	
214	1692.66	692.17	Pyrite dissemination in quartzose rock					o	
215	1692.73	692.18	Skarn					o	
216	1692.80	692.18	Pyrite dissemination in skarn					o	
218	1692.83	692.34	Acidic volcanic rocks					o	
220	1692.92	692.19	Massive limonite					o	
222	1692.92	691.95	Limonite gossan					o	
223	1692.90	691.91	Granodiorite					o	
EK 51	1692.78	692.01	Massive magnetite					o	
S 1	1694.24	689.22	Granodiorite					o	
2	1693.96	689.03	Siltstone					o	
3B	1693.98	689.10	Quartz porphyry					o	
5	1694.50	689.62	Limonite gossan					o	
6A	1694.56	689.65	Quartz porphyry					o	
8	1695.28	689.50	Granodiorite					o	
	1694.93	689.12	Black slate					o	
10	1694.89	689.13	Green schist					o	
11	1694.86	689.18	Conglomerate schist					o	
14	1694.22	689.03	Limonite gossan					o	

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Hand Specimen	Items Tested				Remarks
	N	E			Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis	X-ray Diffraction	
S 17	1694.47	689.12	Skarn						
19	1694.57	689.26	Quartz-epidote rock						
21	1694.79	689.12	Quartz porphyry						
23	1694.94	688.97	Quartz porphyry						
24	1694.96	688.90	Pyrite dissemination in quartz porphyry						
26	1694.91	688.89	Limonite gossan						
28A	1694.68	688.95	Magnetite dissemination in porphyritic rock						
28B	1694.68	688.95	Pyrite dissemination in skarn						
28C	1694.68	688.95	Garnet bearing epidote-actinolite rock						
30	1694.55	689.10	Limonite gossan						
31	1694.39	688.90	Limonite gossan						
33	1694.08	688.77	Siltstone						
35	1694.68	688.65	Limonite gossan						
37	1693.49	690.78	Limonite gossan						
40	1693.72	691.25	Quartz porphyry						
42	1693.95	691.28	Magnetite dissemination in epidote skarn						
46	1694.40	691.00	Rhyolitic pumice tuff						
48	1694.45	690.80	Green schist						
52	1694.22	690.80	Limonite gossan						
54	1694.16	690.79	Limonite gossan in quartz porphyry						

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis	
S 56	1693.95	690.74	Magnetite dissemination in altered sandstone					
60	1693.30	690.37	Granodiorite					
61	1693.12	690.51	Quartz-epidote-actinolite rock					
64	1693.12	691.01	Granodiorite					
66	1693.00	691.18	Granodiorite					
69	1692.73	690.98	Altered muscovite-biotite granodiorite or quartz diorite					
75	1692.75	690.80	Granite					
78	1693.02	690.91	Quartz diorite					
79	1693.06	690.73	Quartz diorite					
85	1692.89	690.51	Granodiorite					
88	1693.24	690.79	Quartz porphyry					
91	1693.85	690.47	Limonite gossan					
92	1693.92	690.37	Quartz porphyry					
93	1693.94	690.31	Limonite gossan					
95	1693.99	690.47	Siltstone					
96A	1694.08	690.47	Limonite gossan					
96B	1694.08	690.47	Limonite gossan					
97	1694.10	690.35	Quartz-epidote rock					
98	1694.01	690.16	Quartz-epidote rock					
105	1694.19	689.42	Granodiorite					

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis	
S 107	1693.93	689.60	Magnetite dissemination in altered rock					
108	1693.84	689.85	Siltstone					o
109	1693.92	689.99	Quartz porphyry					o
110	1693.82	690.22	Siltstone					o
111	1693.88	690.15	Sandstone					o
112	1694.55	688.52	Sandstone					o
113	1694.51	688.52	Granodiorite					o
115	1694.63	688.46	Siltstone					o
117	1694.69	688.54	Siltstone					o
119	1694.65	688.79	Siltstone					o
120	1694.54	688.68	Sandstone					o
122B	1694.50	689.25	Siltstone					o
123	1694.54	689.24	Limonite gossan			o		
125	1694.22	688.57	Sandstone					o
127	1694.26	689.52	Siltstone					o
128	1694.32	689.39	Siltstone					o
129	1694.35	689.37	Limonite gossan					o
130	1694.35	689.43	Siltstone					o
131	1694.39	689.44	Limonite gossan					o
132	1694.47	689.46	Siltstone					o

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis	
S 133	1694.51	689.46	Limonite gossan				o	
134	1694.56	689.41	Quartz-epidote rock					o
135	1694.58	689.35	Limonite gossan				o	
136	1694.59	689.30	Limonite gossan				o	
137	1694.66	689.20	Manganese oxide in altered rock				o	
138	1694.65	689.03	Limonite gossan				o	
139	1694.65	688.91	do				o	
140	1694.66	688.84	do				o	
141	1694.66	688.73	do				o	
142	1694.65	688.52	do				o	
143	1694.39	688.71	Siltstone					o
144	1694.32	688.68	Granodiorite					o
145	1694.26	688.64	Sandstone					o
146	1694.15	688.78	Sandstone					o
147	1694.33	688.85	Granodiorite					o
148	1694.45	688.84	Limonite gossan				o	
149	1694.49	688.90	Limonite gossan				o	
150	1694.54	688.90	Quartz porphyry					o
151	1694.47	689.02	Epidote rock					o
152	1694.40	689.34	Quartz-epidote rock					o

Appendix 1-1 List of Samples Tested

Sample No.	Location (Coordinate)		Rock Type and/or Occurrence of Metallic Minerals	Items Tested				Remarks	
	N	E		Hand Specimen	Thin Section	Polished Section	Chemical Analysis		X-ray Diffraction
S 153	1694.35	689.25	Quartz-epidote rock					o	
154	1694.31	689.17	Limonite gossan					o	
155	1694.28	689.04	Limonite gossan					o	
156	1694.25	689.09	Granodiorite					o	
157	1694.13	689.03	Granodiorite					o	
158	1694.11	689.20	Limonite gossan					o	
159	1694.22	689.33	Limonite gossan					o	
160	1693.63	690.14	Quartz rock					o	
161	1693.48	690.07	Granite					o	
163	1693.56	689.87	Siltstone					o	
165	1693.53	690.24	Granite					o	
167	1693.62	690.30	Granodiorite					o	
168	1693.62	690.40	Granodiorite					o	

