

第 4 章 LANDSAT データ解析

第 4 章 LANDSAT データ解析

この解析は、人工衛星 LANDSAT によって得られた地球表面の多波長帯域映像データを用いて、地表調査予定地域およびその周辺の地質単位と地質構造の概略を判読し、さらに鉱物資源探査の基礎資料を得ることを試み、引続く地表地質調査の指針となることを目的として、全域に対する広域調査の一環として実施された。

4-1 概 要

(1) 使用データ

多波長帯域走査計 (Multi Spectral Scanner) 70 μ m 映像フィルム

同上磁気テープ CCT (Computer Compatible Tape)

なお、調査地域は 2 画面の映像でカバーされている (Fig. N-1 参照)。

(2) 解析方法

解析作業の工程は Fig. N-2 に示したとおりであるが、つぎのように大きく 2 つに分けることができる。

a. アナログ解析…… (70 μ m 映像による)

(i) 疑似自然色合成画像による地質判読

(ii) エッジ強調画像上の線要素解析による地質構造判読

b. デジタル解析…… (CCT, コンピューターによる)

(i) 地質既知部分の多波長帯域データをトレーニングサンプルとする全域の地質判別

(ii) 鉱化帯既知部分の多波長帯域データをトレーニングサンプルとする鉱化帯判別

これらの解析結果は最終的に縮尺 1:250,000 の各種判別図にまとめた。

4-2 アナログ解析

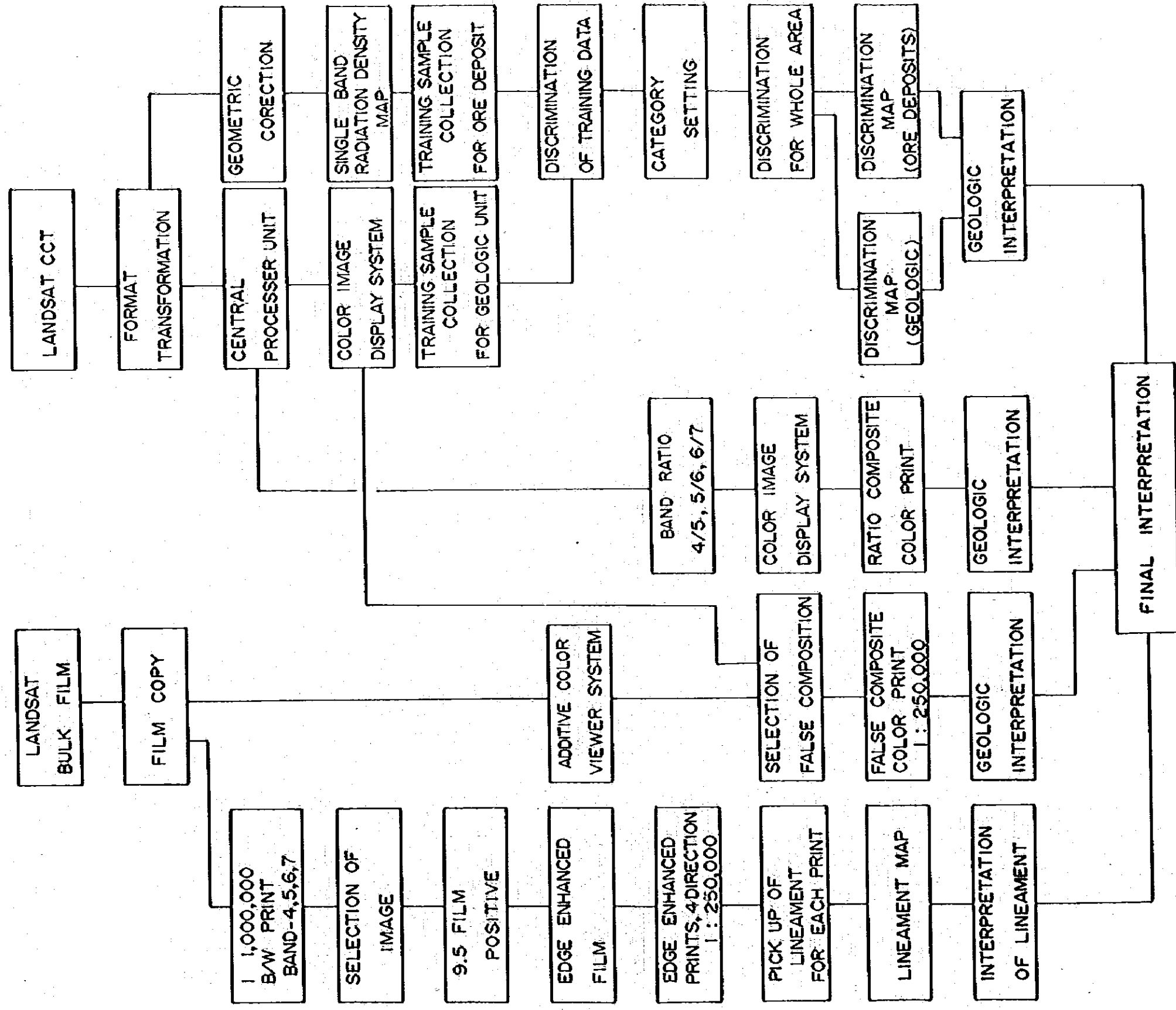
4-2-1 疑似自然色合成画像による地質判読

カラー合成画像による地質判読は、選択された 3 つのバンドの 70 μ m 映像を組合せて合成画像を作成し、目的とする主題を抽出することにある。

この解析に際しては、アディティブ・カラービューアおよびカラーディスプレイシステムを使用して各種のカラー合成画像を作成し、地質判別を行ったが、地質単元を色のみによって識別しようとする試みは顕著な成功を収めなかった。

結果的に、色と共に写真地質学的諸要素、すなわち、地貌、水系、肌理等の判読を併用して地質単元の分類を行う方法がもっとも有効であった。ここで用いられたカラー合成画像は、自然

Fig. IV-2 LANDSAT DATA ANALYSIS FLOW CHART



色に近い発色をさせた疑似自然色合成像であって、その縮尺は1:250,000である。原フィルムに比較して約10倍の拡大率であるが、十分に判読に耐える画像が得られた。

得られた判読の諸要素をTable N-1にまとめた。

地質は白亜紀堆積岩類、第三紀火山岩類、貫入岩類および第四紀堆積物に4大区分され、さらに白亜系は上部系と下部系、第三系は4種類、貫入岩類は5種類の合計12単元に区分された。褶曲、向斜および背斜構造等は色、肌理および侵蝕形態などの異なった地質単元が帯状に配列したり、特徴的地形であるケスタの配列等から識別された。

これらの判読結果はほぼ同時期に実施されていた空中写真判読および引続いて行なわれた地表調査によってチェックされたが、広域的には、充分有効な判読結果が得られていることが判明した。

しかしながらこのようなカラー合成像による地質判読は、空中写真判読と異なり、写真の平面的観察によるものであって、地層を詳細に追跡することは不可能に近く、あくまでも広域的な地質観察の精度にとどまることは明らかである。

結論的には、この判読は広域調査の初期段階において、概略の地質を推定し、その地域の大規模な地質構造を観察する手段としては非常に有効であるといえる。

4-2-2 線構造解析による地質構造判読

A. 線構造の抽出

線構造は直線状構造と曲線状構造の2種類に分けられる。これらを次の方法によって映像上で抽出した。

(a) 70mm LANDSAT フィルムから各バンドの陰面フィルム作成

(b) 各バンド陽面プリントを縮尺1:1,000,000で作成……最も鮮明なバンドとしてバンド7を選択

(c) バンド7の70mm陽面フィルムから9.5インチ拡大陰面フィルムを作成し、地形図と同縮尺の1:250,000白黒プリント作成

この1:250,000白黒プリント上で曲線状構造(Curvicular lineament)の抽出を行った。

つぎにレリーフ法エッジ強調処理(Relief method of edge enhancement)法(詳細はPhase II 報告書参照)により、LANDSAT 映像の走査線を基準にして、45°で交わる4方向のエッジ強調画像を作成し、現われた線構造を強調線構造図(Enhanced Lineament Map)にまとめ、地質構造解析を行なった。

なお、線構造の観察抽出は、経験を積んだ地質技師1名が一貫して担当し、つぎの諸点に留意した。

(i) 道路、放牧地境界線など人工的線状模様は地形図と対比して除去する。

Table IV-1 Classification Standard of Geological Unit
by LANDSAT Pseudo-Natural Color Composite Image

| Geological Unit | Color | Photo-graphic Texture | Drainage | | | Resis-tivity | Topography | | | Others | Probable Lithology | Known Geologic Data | |
|------------------------------|----------------|--|------------------------------|--|---------------|----------------|-----------------|----------------------------|-------|--------|---|--|---|
| | | | Pattern | Density | Length | | Form | Section | | | | | |
| | | | | | | | | Valley | Ridge | | | | |
| Cretaceous Sedimentary Rocks | K _i | green-yellowish green, in high land partially brownish in low land | fine smooth | parallel, lattice, partially dendritic or radial | dense | short - medium | medium - strong | long range or flat massive | ∨ | ∧ | green color is assumed to show relatively dense vegetation. | sedimentary rock with high resistivity. | mainly of (1) comanche series (lime stone, mud stone) |
| | K _s | green with brown tint, grayish green | smooth (fine - coarse) | | very dense | short | weak - medium | | U | ∩ | radial drainage area corresponds to curvicular structure. well bedded | sedimentary rock with low resistivity. | mainly of (1) Gulf series (mud stone with lime stone) |
| Tertiary Volcanic Rocks | Vac | green - deep green | fine smooth | irregular | poor | medium | medium | massive | ∨ | ∧ | deep green color is assumed to show dense vegetation. | acidic volcanic rock | volcanic (1) rock and intrusive rock. |
| | Vbt | brown, greenish brown | fine smooth | irregular partially parallel | poor | short | medium | flat | ∨ | ∩ | partially bedded. | basalt lava | - |
| | Vand | dark brown, reddish brown | rugged, dappled | irregular | dense | short | weak | massive, irregular range | U | ∩ | partially bedded with surrounding reddish brown soil. | andesite lava | unidentified (2) volcanic rock |
| | Vrhy | P. brownish green, P. grayish green | rugged, | irregular | dense | short | weak | massive | U | ∩ | | rhyolite lava | rhyolite lava (2) |
| Igneous Intrusive Rocks | Ig1 | brownish | coarsely rugged | radial | medium | short | medium - strong | circular | ∨ | ∧ | | intrusive rock | - |
| | Ig2 | pale yellowish to grayish green | rugged - smooth | radial | poor | short | strong | circular | ∨ | ∧ | | intrusive rock | intrusive rock (1) |
| | Ig3 | greenish to yellowish brown | coarsely rugged | irregular | dense | short | medium | circular | U | ∩ | | intrusive rock | quartzmonzonite (2) |
| | Ig4 | pale greenish brown, greenish brown | smooth | radial | poor - medium | short | medium | circular | U | ∩ | | intrusive rock with covering or fringing of sedimentary rock | intrusive rock (1) |
| | I.V | brown - reddish brown, pale greenish brown | rugged, dappled | irregular | poor medium | short | weak - strong | subcircular - irregular | U | ∩ | | complex of volcanics, sedimentary rock and intrusives. | rhyolite and basalt lava, intrusive igneous rock. (3) |
| Quaternary Sediments | Q | white, dark to pale brown, greenish brown, reddish brown | fine smooth, linear, rugged, | irregular, parallel | very poor | long | very weak | flat low land, fan shaped | | | | sand, gravel, evaporite. | (1) (2) (3) Quaternary sediments. |

(1) Geochemical Prospecting Map by C.R.H., originated by Smith C.I. (1970)

(2) Hernandez, J.V. (1964)

(3) Maxwell R.A., Lonsdale J.T., Hazzard R.T., and Wilson J.A. (1967)

(ii) 線構造として長さ2.5 km以上のものを採用する。

B. 曲線状構造 (Curvicular structure, Fig. N-3 参照)

① 円形構造……一般に直径4 km~15 kmの大きさで、殆んどすべての貫入火成岩体にもなわれている。つまり開析されて中央部に貫入岩の芯が現われ、その周囲に環状に被貫入岩が分布する、開析されたドーム構造にもなわれている。

しかしながら、貫入火成岩が認められない円形構造もある。これは Sierra del Carmen 北部に、直径10 kmの大きさで、高密度の放射状水系の分布で特徴づけられる一つの円形ドームと Sierra de la Encantada に分布するもの、その他である。

これらの分布は、空中磁気探査によって存在が推定された潜在磁性岩体の分布と非常によい一致を示している。

このように、円形をなす曲線状構造の多くは、地表に露出する貫入火成岩あるいは潜頭性貫入火成岩に起因するドーム構造を反映しているものと考えられる。

(b) 楕円形構造……調査地域南中央部に、135 km×75 kmの大きさで、Sierra de San Antonio 付近にみられる。

この構造は内側に同心円の半楕円形構造(85 km×40 km)をともなっている。これらの構造は水系の楕円状配列によって識別されるが、ドーム構造を推定させる地形的特徴や放射状水系はともなわっていない。

この構造のもつ地質的意味は未だ明らかではないが、この構造は、内側の Sierra de San José や Sierra de San Antonio 周辺の第三紀火山岩類分布域を画していることから、第三紀層の堆積盆を示している可能性が強い。

C. 直線状構造 (Lineament)

(a) 方向性……2組のほぼ直交する方向性の4種類が検出され、それぞれをつぎに述べるA, B, CおよびD型に分類した (Fig. N-4, 5 参照)。

A型 N55°~60°W系 ; C型 N25°~30°E系

B型 N5°~10°W系 ; D型 N65°~70°E系

(b) 分布

A型: 同方向性の既知断層、構造線の分布域に多くみられる。この方向性の線構造および構造線は、従来の調査によれば Texas Zone あるいは Texas Lineaments として一括されているものである (Albritton et al, 1956)。

C型: A型の分布と類似し、両者はほぼ直交関係にあるので、成因上共通のものと考えられる。

Fig. IV-4 DISTRIBUTION MAP OF LINEAMENT, A AND C TYPE

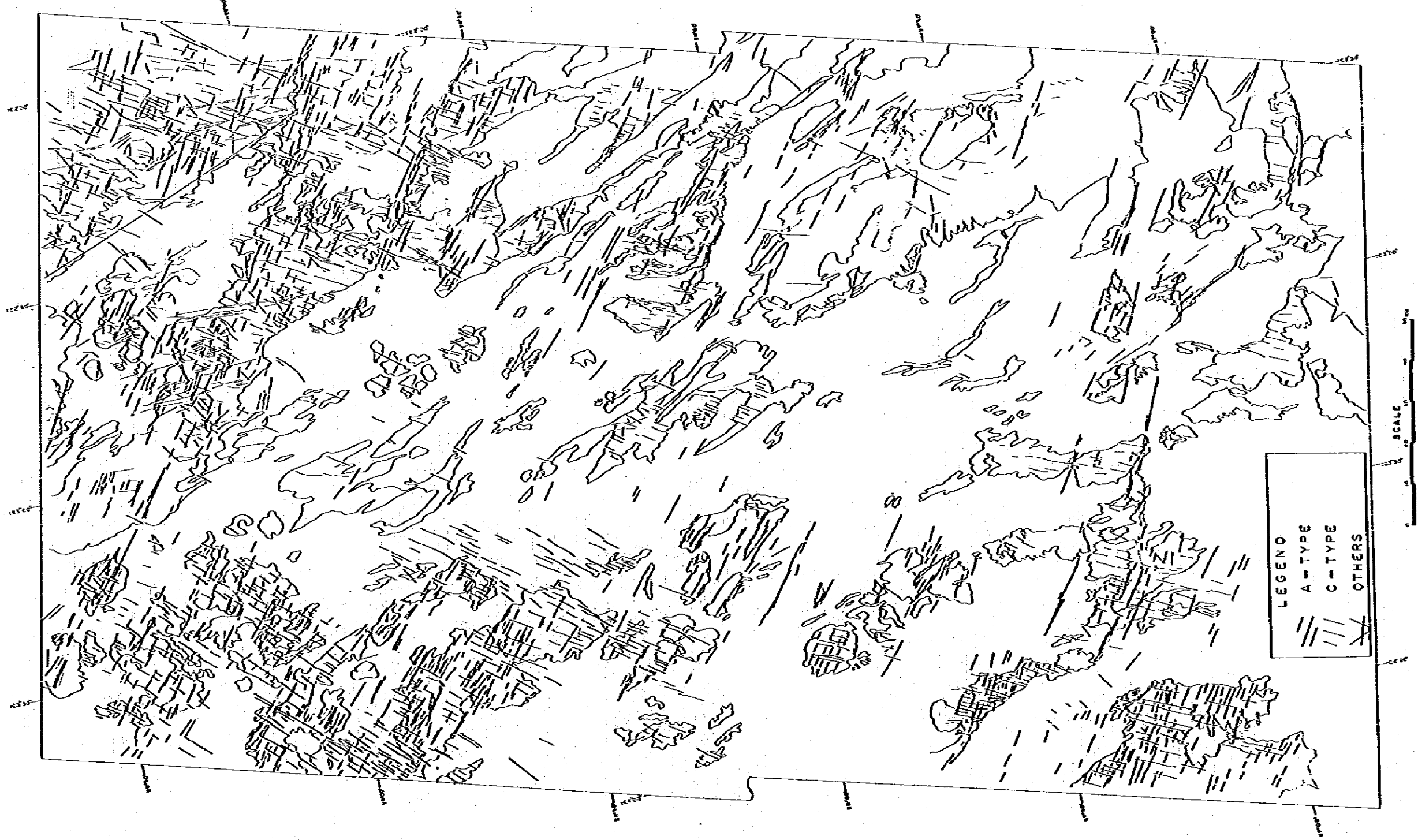


Fig. IV-5 DISTRIBUTION MAP OF LINEAMENT, B AND D TYPE

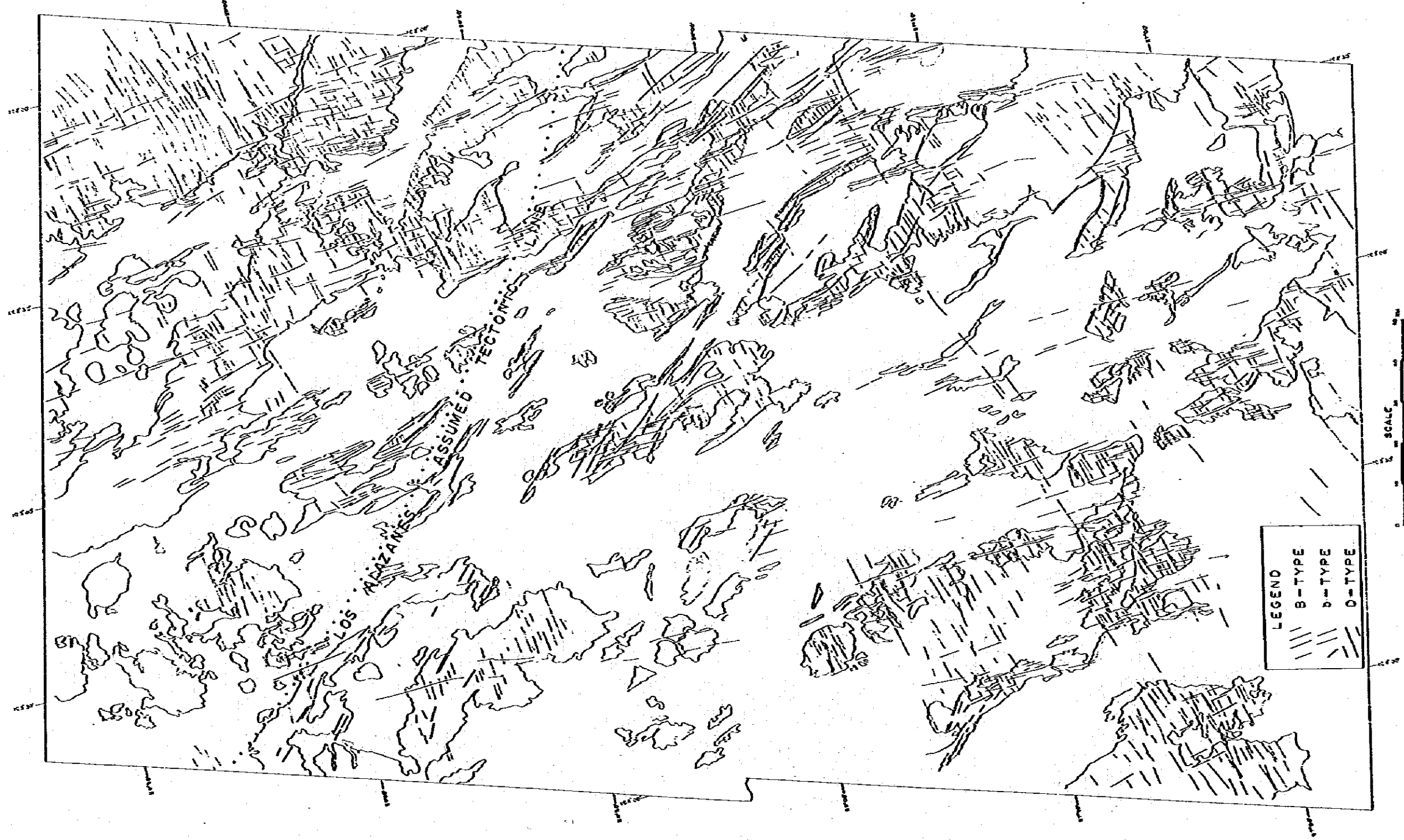
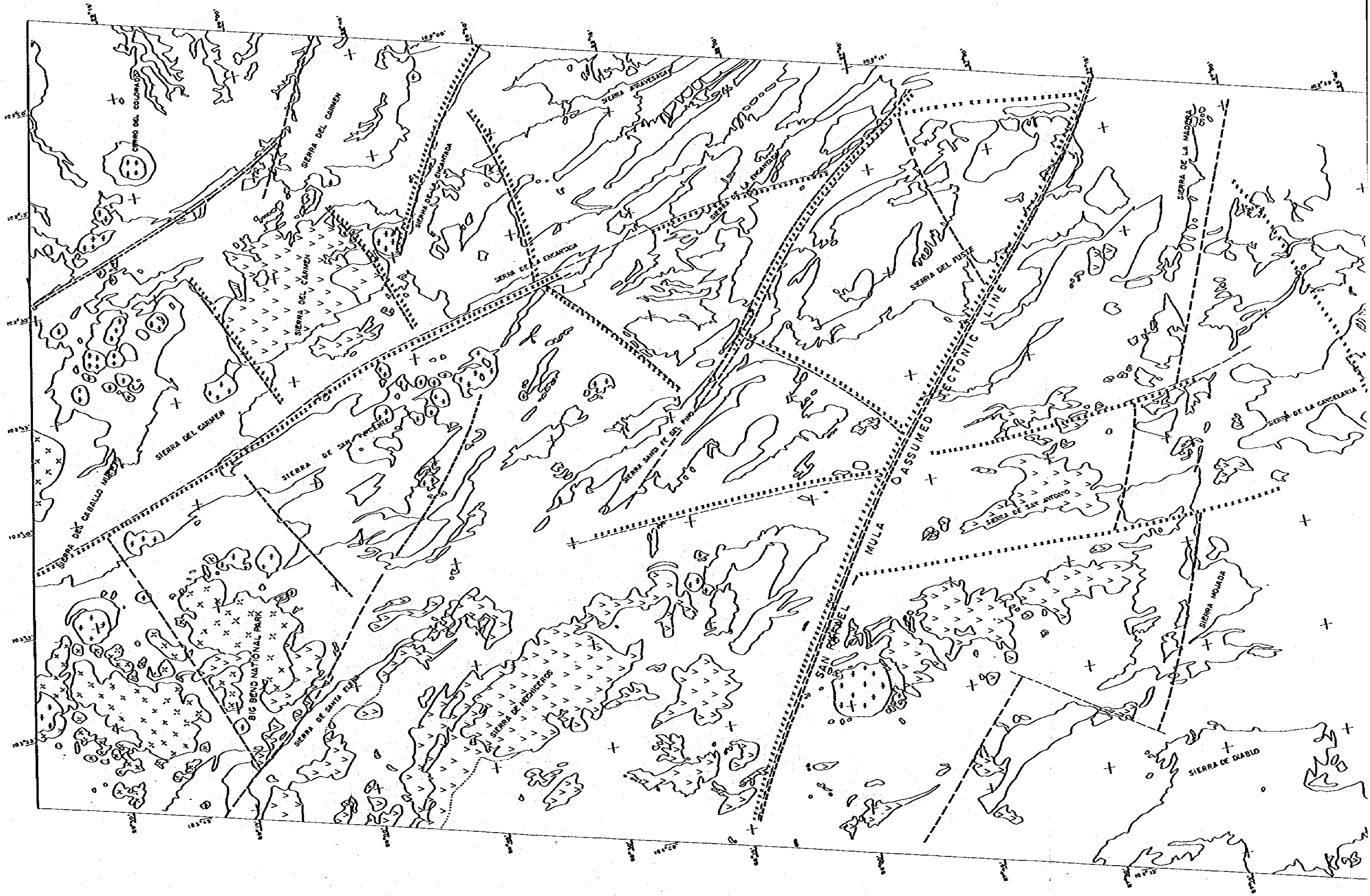
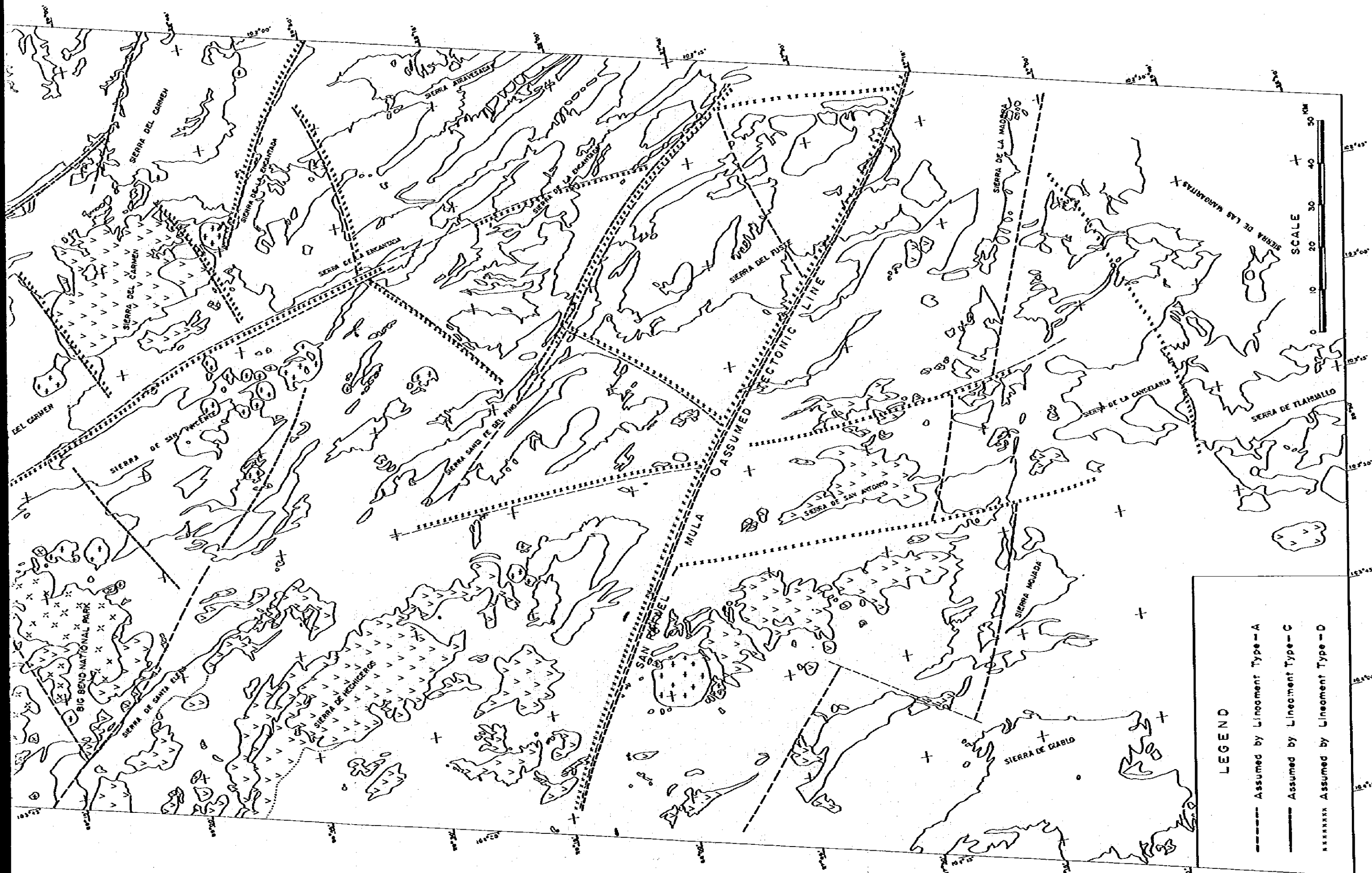


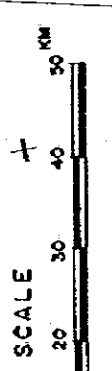
Fig. IV-6 ASSUMED TECTONIC LINE BY DECLINATION OF LINEAMENT





LEGEND

- Assumed by Lineament Type - A
- Assumed by Lineament Type - B
- Assumed by Lineament Type - C
- xxxxxx Assumed by Lineament Type - D



これらA型およびC型の分布は、第三紀火山岩類および幾つかの貫入岩類上においても顕著である。地質調査によるK-Ar年代測定結果等を考慮すれば、このA型およびC型は後述するB型およびD型に比較して、より新しい構造運動によってもたらされた可能性がある。

B型；D型とともに白亜系分布地域に顕著にみられる。

この方向性は、本地域の第一級の地質構造であるNNW-SSE方向性の褶曲構造に平行であり、縦走断層を表現しているものと、白亜系の層理を表現しているものの2種類が考えられたので、後者をb型として小区別してある。D型は主要褶曲構造にほぼ直交するので、褶曲運動にもなう交差節理あるいは交差断層と考えられる。

(d) 線構造による推定構造線

調査地全域を山塊を単位として31ブロックに分割し、各ブロック毎に4種類の線構造の分布頻度をローズダイヤグラムに表現する(PL-N-1)。

つぎに全地域を統合してA, B, C, D各線構造の最多頻度をもつ方位を基準として、各ブロック上の各線構造の方位との偏位を矢印で示す。

そして、隣接するブロック相互に、同一方向の偏位があるか、または偏位がない場合は両ブロックは互に調和と考え、両者の間に反対方向の偏位があるか、または一方だけが偏位をもつ場合は不調和であると考える、両ブロックの間に推定構造線を引く。この方式で推定構造線図(Fig. N-6)を作成した。

この結果、既知主要構造線のほかに、第4系に覆われて今まで明らかでなかった構造線、特にWNW-ESE系のものが検出された。

4-3 デジタル解析

4-3-1 概 要

前項の70μm映像によるアナログ解析とは別個に、CCTを用いたデジタル解析を実験的に行った。

この解析は、既知の地質単位、鉱化帯、変質帯等を反映したLANDSAT多波長帯域スペクトルデータを統計的に処理することによって、その特性を数字で掴み、これを判別基準とする。(これをトレーニングデータと称する。すなわち、判別すべき対象(判別カテゴリ)毎に多波長帯域スペクトルデータの統計量(4つのバンドの平均値ベクトル、分散共分散行列)を計算し、判別カテゴリ毎の代表的パターンとする。これを判別のスケールとし、任意の場所の多波長帯域スペクトルデータがどの判別カテゴリの代表パターンに最も近似しているかを計算することによって、地質単位および鉱化帯・変質帯等を判別する方法である。

4-3-2 判別カテゴリーの設定

理論上からは、詳細な判別をするためには判別のカテゴリー数を多くしなければならない。しかし、細かくカテゴリーを設定するにつれて、各カテゴリー相互のスペクトルパターンに類似性が増加し、判別精度は低下する。例えば、白亜紀堆積岩類と第三紀火山岩類という2つのカテゴリーによって判別を行えば、可成りの精度が得られる。つぎに、白亜紀堆積岩類を構成する9層群を判別するために、9つのカテゴリーを設定して、それぞれの代表的スペクトルパターンを計算しても、相互に類似している為に判別の精度は低下し、実用的ではなかった。

この場合、上部系と下部系の2つのカテゴリーに大分けする程度にとどめる必要があった。

このような試行錯誤を経て、当初設定された28ヶの判別カテゴリーは、削除と統合によって13ヶになった（Table N-2, 3, 4 参照）。

これらのデータをコンピューターに記憶させ、判別結果をカテゴリー別のシンボルマークに分けて図上にプロットさせた。

4-3-3 判別結果

A. 地質……白亜紀堆積岩類の判別効率が高く、良好な結果が得られた。第三紀火山岩類のうち、安山岩類は比較的明確に識別されたが、玄武岩類および流紋岩類は判別効率が悪く、貫入岩類は識別されなかった（PL-N-2 参照）。

B. 鉛床（PL-N-3 参照）

(a) 鉄鉛床（カテゴリー-Aによる判別）……結果的に、半砂漠状平原部にこのシンボルマークがプロットされ、鉄鉛化帯を示徴するインディケータールとはなり得なかった。理由として、鉄鉛床のトレーニングデータを採取した Hercules 鉛山は半砂漠状低地に位置していると共に、この鉄鉛床は特徴的な変質帯をとまっておらず、多波長帯域スペクトルデータに特徴的パターンがなかったためと考えられる。

(b) 螢石鉛床（カテゴリー-Cによる判別）

判別結果は、調査地域内に多数分布する螢石鉛化帯を示徴したが、同時に鉛床母岩である下部白亜系分布域で、かつ、鉛床の存在しない地区も打出した。

(c) 鉛・亜鉛鉛床（カテゴリー-Bによる判別）

このカテゴリーのトレーニングデータは Encantada 鉛山から採取された。誤判別を避けるため、このカテゴリーのシンボルマーク濃集地区の内、火成岩類分布域に含まれるものを除外した。これはトレーニングデータ採取地区は下部白亜紀石灰岩類分布域であり、火成岩類分布域の鉛化帯の多波長帯域スペクトルデータとパターンが異なっていると考えられたためである。結果として10地区にこのシンボルマークの濃集分布がみられたが、この内、実際に鉛・亜鉛鉛化帯が存在するか、あるいはきわめて近くに存在

Table IV-2 Classification of Training Samples,
Final 10 Geologic Categories

(Threshold Value 95%)

| CLASS | NO. OF SAMPLES CLASSIFIED INTO | | | | | | | | | | | NO. OF SAMPLES | HIT-RATIO |
|-------|--------------------------------|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|--------|----------------|-----------|
| | 3 | 11 | 13 | 17 | 18,21 | 23 | 25 | 27 | 28 | 8 | OTHERS | | |
| 3 | 64 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 80 | 0.800 |
| 11 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 1.000 |
| 13 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1.000 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 54 | 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 74 | 0.730 |
| 18,21 | 0 | 0 | 0 | 18 | 87 | 21 | 0 | 4 | 23 | 2 | 7 | 162 | 0.537 |
| 23 | 8 | 0 | 0 | 7 | 6 | 30 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 56 | 0.536 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 0 | 0 | 1 | 28 | 0.964 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 54 | 2 | 0 | 2 | 59 | 0.915 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 30 | 0 | 5 | 42 | 0.714 |
| 8 | 4 | 0 | 0 | 1 | 8 | 0 | 0 | 0 | 3 | 48 | 1 | 65 | 0.738 |

Table IV-3 Mean Reflected Intensity of
Geologic Categories

| CATEGORY | SYMBOL | CLASS | BAND | | | |
|--|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Lower Cretaceous Sedimentaries in Northern Region | ☰ | 3 | 28.74 | 26.58 | 29.46 | 15.21 |
| Evaporite | ■ | 11 | 78.67 | 87.83 | 81.67 | 35.30 |
| Pit or Artificial Matters | ☒ | 13 | 50.40 | 53.70 | 46.00 | 18.40 |
| Quartz Monzonite | ☒ | 17 | 33.18 | 35.32 | 35.39 | 16.39 |
| Rhyolitic, Trachyandesitic Volcanics | ✦ | 18,21 | 29.51 | 28.19 | 27.78 | 12.27 |
| Lower Cretaceous Sedimentaries in Southern Region | ☰ | 23 | 30.18 | 28.21 | 29.38 | 13.80 |
| Saline Water | ☰ | 25 | 47.82 | 50.75 | 51.04 | 14.64 |
| Basaltic Volcanics | # | 27 | 25.53 | 21.75 | 19.37 | 7.42 |
| Unidentified Volcanics near the Sierra de Cruces | ⦿ | 28 | 26.10 | 22.74 | 23.21 | 9.91 |
| Unidentified Volcanics near the Sierra del Carmen | ⦿ | 8 | 26.28 | 25.52 | 29.37 | 13.88 |

Table IV-4 Classification of Training Samples Including
"Mineralization" Categories

(Threshold Value 95%)

| CLASS | NO. OF SAMPLES CLASSIFIED INTO | | | | | | | | | | | | | NO. OF SAMPLES | HIT-RATIO |
|-------|--------------------------------|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|----|--------|----------------|-----------|
| | 3 | 11 | 13 | 17 | 18,21 | 23 | 25 | 27 | 28 | A | B | C | OTHERS | | |
| 3 | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 12 | 2 | 80 | 0.600 |
| 11 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 1.000 |
| 13 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1.000 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 49 | 2 | 6 | 0 | 0 | 1 | 6 | 6 | 0 | 4 | 74 | 0.662 |
| 18,21 | 0 | 0 | 0 | 9 | 51 | 20 | 0 | 4 | 23 | 40 | 9 | 1 | 5 | 162 | 0.315 |
| 23 | 7 | 0 | 0 | 6 | 5 | 28 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 3 | 0 | 56 | 0.500 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 28 | 0.964 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 54 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 59 | 0.915 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 0 | 1 | 30 | 0 | 1 | 0 | 0 | 42 | 0.714 |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 29 | 1 | 0 | 3 | 43 | 0.674 |
| B | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 12 | 1 | 0 | 18 | 0.667 |
| C | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 53 | 2 | 75 | 0.707 |

する地区は5地区で、貫入火成岩体の近くに位置するもの2地区、潜頭貫入岩体が推定される曲線状構造のみをもつ地区2ヶ所、以上のいずれにも属さないもの1ヶ所である。

4-3-4 考 察

最終的に10ヶの地質判別、3ヶの鉱化帯判別カテゴリーによって得られた結果は縮尺1:250,000判別図にまとめられたが、その判別効率についてはつぎのように要約できる。

A. 効率よく判別された単元

- i) 白堊紀堆積岩類
- ii) 安山岩類

B. やや誤判別が多いと考えられる単元

- i) 鉛・亜鉛鉱化帯
- ii) 螢石鉱化帯

C. 誤判読多く効率悪かった単元

- i) 貫入岩類
- ii) 流紋岩類および玄武岩類
- iii) 鉄鉱化帯

このような、判別精度がカテゴリーによって異なる結果を生じた理由としては、

- (1) 判別カテゴリーのトレーニングデータが、かならずしもそのカテゴリーを代表するパターンをもっていなかった。これは調査対象地域が非常に広大であるにもかかわらず、トレーニングデータを採取できる既調査地が僅かしかないので、各判別カテゴリーについて満足できる代表スペクトルパターンを得ることが困難であったことによる。
- (2) 判別カテゴリー毎に移易度が異なる。すなわち、効率よく判別され得るということは、その判別カテゴリーを代表するスペクトルパターンが他のカテゴリーのそれとは異なっているということであって、この逆の場合、判別が大変難かしくなる。

等が考えられる。そして今回の判別精度はまだ充分有用であるとはいえない。そして今後、このような問題を解決し、効率よく信頼できる判別図を得る為に、次の点に留意する必要がある。

- (a) 判別カテゴリーの数を必要最少限にとどめる。
- (b) 各判別カテゴリーの代表的スペクトルパターンを得る際、トレーニングデータの数をできるだけ多くする。
- (c) 各カテゴリーを代表するスペクトルパターンと任意の点のそれとの類似性、分類性を比較する場合、それぞれのパターンの主成分を強調した上で比較できる方法を考える。
- (d) 判別の信頼限界を高くする。そのため、判別不能の部分が増加しても、それは、もともと困難な部分であり、別の方法を考える必要がある。

第5章 写真地質

第 5 章 写 真 地 質

第Ⅱ年次の広域調査の一環として写真地質判読を行った。判読結果は、引続いて実施された広域地質調査によってチェックと補正をうけた。そして最終的に縮尺1:100,000広域地質図として完成された。

従って、判読された地質および地質構造は第3章で述べられているので、本章では写真地質に係わる特記事項についてのみ言及する。

5-1 地形図および空中写真

判読に使用した空中写真および地形図類はつぎのとおりである。

(1) 空中写真

縮尺1: 50,000または1:65,000空中写真 合計706枚

縮尺1: 50,000モザイク写真

縮尺1: 250,000 LANDSAT 擬似自然色合成画像

(2) 地形図

縮尺1: 250,000地形図………全域、既存

縮尺1: 50,000水系図………全域、今回作成

縮尺1: 50,000地形図………北緯28°以南のみ

5-2 判読要素および結果

既存の地質資料と空中写真判読上の諸要素の対照結果に基づいて地質单元および地質構造が判読され、判読結果は、まず、モザイク写真に転記され、その後縮尺1:50,000水系図に整理され、野外調査に供された。

判読に際して用いられた諸要素を白堊系、第三系および貫入岩類に大分類し、さらに、各地層および岩質毎に細分しTable V-1, 2に示した。

結果的に、調査地域は植生が薄いことと、地質と地形の対応がよかったので、写真判読に好適であった。特に白堊系堆積岩類は、各地層の露頭線または境界線で構成される縞模様を写真上で非常に明らかに示し、これらを写真上で追跡することが可能であった。

これらの判読によって、本地域に特徴的な北北西-南南東方向に伸びる、白堊系からなる褶曲山脈は、同方向性の軸をもつ非対称復背斜構造により特徴づけられていることが明らかになった。

また、火山岩類および貫入岩類の分布についてもかなりの確率で判読されたが、岩質について

は、地表調査による修正を必要としたことは当然である。

いづれにしても、地表調査の指針として、写真判読図は大きく貢献したものと云える。

Table V-1. Classification Standard of Geological Unit for the Cretaceous System by the Photogeological Interpretation

| Geological Unit | Photogeomorphic | | Drainage | | Resistivity | Topography | | Banding pattern or stratification | Lithofacies confirmed by field checks | | | | |
|-------------------|-----------------|---------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------------------|--|------------|--|---|---------------------|
| | cone | texture | pattern | density | | form | relief of valley floor | | | | | | |
| Cretaceous System | Upper | Coarse Stiles | Kak | gray to light gray | fine, granular | dendritic | dense | low | rounded, gentle | ∪ | indistinct | fine sandstone, siltstone | |
| | | | Kpl | gray to light gray | rugged, spotted | dendritic | dense | low | rounded, gentle | ∪ | indistinct | calcareous claystone, mudstone | |
| | | | Kav | alternation of white and gray | fine, smooth | dendritic & prismatic | dense | low | rounded, gentle | ∪ | distinct | alternation of chalk, limestone, shale and sandstone | |
| | | | Kbo | gray including white band | fine, smooth | dendritic & prismatic | moderate | low | rounded, gentle | ∪ | distinct | alternation of thin-bedded limestone, dark gray marl and mudstone | |
| | | | Kbu | gray to light gray | fine, smooth, partly rugged | parallel & prismatic | dense | high | moderately steep | ∪ | distinct | thin-to-medium-bedded limestone | |
| | Lower | Coarse Stiles | Kbz | light gray to white | fine, smooth | indistinct | - | low | indistinct | - | ∪ | indistinct | calcareous mudstone |
| | | | Kca | dark gray to light gray | fine, irregularly rugged | parallel & prismatic | moderate | high | steep | ∪ | distinct | thick-bedded limestone | |
| | | | Kcp | light gray | fine, smooth and granular | parallel | dense | low | rounded, gentle | ∪ | - | marl and dark gray limestone | |
| | | | Kcd | dark gray | fine, granular | parallel | rough | high | steep | ∪ | distinct | limestone | |
| | | | Kce | light gray | fine, smooth | parallel & feather | rough | low | rounded, gentle | ∪ | indistinct | mainly marl | |
| Coarse Stiles | Lower | Kgr | light gray | fine, smooth and rugged | parallel | dense | moderate | steep | ∪ | distinct | alternation of limestone, marl and shale | | |
| | | Kau | gray to dark gray | granular, spotted | irid & parallel | dense | high | steep | ∪ | distinct | upper part: marl, thin bedded limestone mainly; thick-bedded limestone | | |
| | | Kqa | dark gray | granular, spotted | parallel & feather | dense | low | rounded, gentle | ∪ | distinct | mainly calcareous mudstone intercalating with marl and limestone | | |
| | | Kgu | gray | granular, partly spotted | parallel | rough | low, partly high | steep | ∪ | distinct | upper and lower limestone | | |
| Coarse Stiles | Lower | Kqr | gray | granular, partly spotted | parallel | moderate | low | rounded, gentle | ∪ | indistinct | upper part: sandstone lower part: conglomerate | | |

Table V-2 Classification Standard of Geological Units for the Tertiary System and Intrusive Rocks by the Petrological Interpretation

| Geological Unit | Photographic | | Drainage | | Permeability | Unconformity | | Lithofacies confirmed by field check |
|---------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------|--------------|------------------|--|
| | tone | texture | pattern | density | | form | valley shape | |
| Sierra de Machiques | ch-2 | light gray to dark gray | coarse, granular, rugged | dendritic | rough | high | steep | white alkaline rhyolite and pyroclastic |
| | ba | gray to light gray | fine, granular | dendritic | rough | low | rounded | basalt |
| | an | gray to light gray | granular, rugged | dendritic | dense | high | steep | trachytic andesite lava and pyroclastic |
| | rh-1 | gray to light gray | granular | dendritic | rough | moderate | rounded | white rhyolite lava |
| | ba | gray to dark gray | fine, smooth | dendritic | rough | low | rounded | basalt lava and dolerite |
| Sierra de San José | da | gray to light gray | fine, smooth | dendritic & grid | rough | moderate | somewhat steep | dacite lava and pyroclastic |
| | ch | gray | granular, rugged, smooth | grid to parallel | dense | high | steep | dacite, rhyolite lava and pyroclastic |
| | tr | light gray | smooth | feather | dense | low | rounded | rhyolitic tuff |
| | an-2 | gray to light gray | rugged and spotted | grid | dense | moderate | somewhat rounded | alkaline andesite lava |
| | ca | light gray | fine, smooth | dendritic & parallel | rough | low | rounded | andesitic pyroclastic |
| Sierra de San José | ba | gray | spotted | irregularly dendritic | dense | low | rounded | basalt lava |
| | an-1 | dark gray | spotted | irregularly dendritic | dense | low | rounded | basaltic andesite, andesite and pyroclastics |
| | ba-2 | dark gray | fine, smooth | dendritic | rough | low | rounded flat | |
| | an-3 | gray to dark gray | smooth | grid to dendritic | rough | high | intermediate | compact andesite lava |
| | rh | light gray to gray | fine, smooth | dendritic to prismatic | rough | moderate | intermediate | rhyolite lava and welded tuff |
| ba-1 | gray to dark gray | fine, smooth | dendritic | rough | moderate | intermediate | dark gray basalt | |

Table V-2 (Continued)

| Geological Unit | Photographic | | Drainage | | Relictivity | Topography | | Lithologies confirmed by field check |
|-----------------|--------------------|-----------------------------|------------------------|----------|------------------|-------------------|------------------------|--|
| | cone | contour | pattern | density | | form | relation valley, ridge | |
| am-2 | gray | rugged and spotted | dendritic | dense | low | rounded flat | () | porous andesite lava |
| ar | light gray | rugged and spotted | dendritic | dense | low | rounded flat | () | rhylolitic tuff, lapilli tuff and tuff breccia |
| da | light gray | fine, smooth, partly rugged | dendritic | rough | low, partly high | rounded, gentle | () | dacite lava |
| am-1 | light gray to gray | fine, smooth, partly rugged | dendritic | rough | - | intermediate | () | brownish gray andesite lava and pyroclastics |
| am | light gray | fine, smooth | feather | dense | low | rounded flat | () | pale green tuffaceous sandstone |
| lab | light gray | coarse, rugged | ring-like | rough | intermediate | rounded hill-like | () | mainly gabbro |
| ldd | dark gray to gray | coarse, rugged | dendritic to prismatic | rough | intermediate | rounded hill-like | () | coarse to medium-grained |
| lad | light gray | smooth and coarse, rugged | prismatic to flat | rough | high | steep | () | andesite to quartz monzonite |
| lan | dark gray | fine, smooth | prismatic | moderate | intermediate | rounded hill-like | () | monzonite |
| lbm | dark gray | rugged | dendritic | rough | intermediate | rounded hill-like | () | andesitic basalt |
| lan | gray | rugged and spotted | dendritic | dense | low | rounded flat | () | andesite |
| arh | gray to light gray | rugged | - | - | intermediate | steep | () | rhylolite |
| ldo | dark gray | coarse, smooth | - | - | - | - | () | dolerite sill |
| lpy | light gray | smooth to rugged | dendritic | rough | high | steep | () | quartz porphyry |
| lpo | dark gray | smooth to rugged | grid to dendritic | dense | intermediate | intermediate | () | porphyrite |

Tertiary System

Sierra de San José

Volcanic rocks

Plutonic rocks

第 6 章 地 化 学 探 查

第6章 地化学探査

6-1 概 要

調査地域における岩石中の微量元素の挙動および鉱化変質に起因する地化学異常を検出するために地化学探査を第Ⅱ年次および第Ⅲ年次にかけて実施した。

第Ⅱ年次調査は河川堆積物を対象とする全域の広域調査と選定された6地区における河川堆積物および土壌試料による準精査と一部の精査からなる。

第Ⅲ年次調査は、それまでの2年間の調査によって、有望地区として推奨された9地区において、過去の調査より精度を一段ずつ上げて実施された。

また第Ⅲ年次調査の主目的は鉱化・変質作用に起因する地化学異常域を直接検出することにあつたので、採取試料は岩石を原則とし、岩石露頭のない場合は土壌を採取した。

各年次、各地区それぞれの採取試料数・採取密度等はTable VI-1に示した。

なお、第Ⅱ年次調査における指示元素はAg・Cu・Pb・ZnおよびFの5成分が採用されたが、鉱化変質帯をより鋭敏に指徴するのはFを除く4成分であることが判明したので、第Ⅲ年次調査においてはF成分は除外した。

6-2 調査地域の土壌断面

乾燥型気候を反映して、一般に本地域における土壌断面の発達は悪い。特に石灰岩類の分布地域においては、地表面は淡褐色の砂漠性堆積物に薄くおおわれ、その直下から二次的炭酸カルシウム花殻皮殻(Caliche)が発達している例が一般的であり、土壌試料の採取はきわめて困難であつた。

6-3 試料調整

採取試料は順次CRM Sabinas分析所に送られ、ここで試料番号の確認・乾燥・篩分・縮分および磨製が行なわれた。

6-4 分析方法

Ag・Cu・Pb・Zn 4元素の分析はCRM Sabinas 分析所およびSan Luis Potosi(サンルイスポトシ)分析所において、F元素の分析はメキシコ市の研究所においてそれぞれ実施された。

Table VI-1. Number of Geochemical Samples

| | Number of Samples | | | Total | Area (km ²) | Density |
|----------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|-----------------------|
| | Stream Sediments | Soil | Rock | | | |
| Phase II | Regional Survey | 939 | | 939 | 16,000 | 1/17 km ² |
| | Semi-detailed Survey | 1,822 | 25 | 1,847 | 1,500 | 1/0.8 km ² |
| | (Puerto Rico) | (593) | | | (500) | |
| | (Cerro la Vasca) | (201) | | | (200) | |
| | (Cerro de Minerva) | (66) | | | (100) | |
| | (Sierra Santa Fé del Pino) | (556) | | | (375) | |
| | (Cerro Blanco) | (406) | | | (300) | |
| | (Laguna del Cuevo) | | (25) | | (25) | |
| | Detailed Survey | | 423 | 423 | 1.73 | 244/1 km ² |
| | (Cerro la Vasca) | | (192) | | (0.43) | |
| (Cerro de Minerva) | | (80) | | (0.20) | | |
| (Sierra Santa Fé del Pino) | | (97) | | (1.00) | | |
| (Cerro Blanco) | | (54) | | (0.10) | | |
| Phase III | Regional Survey | | 6 | 239 | 41.2 | 1/1.7 km ² |
| | (Sierra del Palomino) | | (2) | (139) | (212) | |
| | (Sierra de Puerto Blanco) | | (4) | (100) | (200) | |
| | Semi-detailed Survey | | 363 | 1,023 | 340 | 3/1 km ² |
| | (South Sierra del Carmen) | | (46) | (256) | (87) | |
| | (Cerro Challe) | | (68) | (83) | (36) | |
| | (El Volcan) | | (104) | (105) | (59.5) | |
| | (Sierra de Cruces) | | (145) | (216) | (157.5) | |
| | Detailed Survey | | 672 | 1,819 | 108 | 17/1 km ² |
| | (Puerto Rico) | | (157) | (686) | (28) | |
| (South Sierra del Carmen) | | (10) | (158) | (7) | | |
| (Cerro de Minerva) | | (274) | (-) | (274) | (30) | |
| (El Volcan) | | (52) | (-) | (52) | (0.5) | |
| (Mina la Morena) | | (83) | (200) | (283) | (20) | |
| (Sierra de Cruces) | | (96) | (103) | (199) | (22.5) | |
| Total | 2,761 | 1,489 | 2,040 | 6,290 | 18,361.73 | |

6-4-1 分 析 法

(1) Ag・Cu・Pb・Zn

2g 秤量, 100ml パイレックスビーカーに投入, 濃硝酸 5ml, 濃硫酸 2ml, 蒸留水適量をビーカーに加え混合, 硫酸白煙が発生するまで加熱分解, 冷却後蒸留水に 1リ 50ml 標線まで希釈, 濾過して得た溶液を通常の原子吸光法により定量。

(2) 弗 素

100mg 秤量, 白金ろつば(10ml 容量)中に投入, 無水炭酸ソーダ 0.5g および酸化亜鉛末 0.1g を加え混合, 加熱(900°C, 30分間), 冷却, 硼化ガラスビーカー(50ml)に入れる, 30ml 加水, 蒸浴上で8時間加熱, 常温まで冷却, 100ml ノスフラスコへ濾過, 0.1%炭酸ソーダ溶液により洗浄, 6N 塩酸 2ml をゆっくり滴下, 炭酸ガスを追出すため, 強く振とう, 水で100ml に希釈, 10ml 分液, 10ml の 0.2M クエン酸ソーダおよび 0.2M 硝酸カリ溶液を添加, B.L. Ingram (1970) の方法に準じて弗素イオン電極を用いて定量。

6-5 データ処理

A. 第Ⅱ年次広域調査および準精査

広大な範囲に及ぶ地化学調査では, 地球化学的データの後背値は, 基盤地質, 表層地質, 地形, 水理, 気候などの諸要素の組合せによって, 全域にわたって微妙かつ複雑に変化するのが一般である。したがって, 後背値の変化状況を各要素による影響にまで分解し, あるいはそれらに基づいて演繹することは極めて困難である。今回は次に述べるような便宜的な方法で, 後背値およびその変化状況を近似的に求めた。

(1) 先ず, 東西および南北方向に 10km の辺を持つ正方形のとり込み範囲にあるすべての測定点における測定値(各元素の分析値)の算術平均を, その正方形の中心点での第一次後背値とする。このような第一次後背値を調査地域内のすべての測定点について計算する。この方法は分析値の地域的変動を平滑化し, 地域的傾向を求めるためのもので, 一種の移動平均法である。

(2) 次に, 各測点 (X, Y) における測定値 $C(X, Y)$ と第 1 次後背値 $\bar{C}_1(X, Y)$ との差を, 第一次残差 $\Delta C_1(X, Y)$ とする。すなわち,

$$\Delta C_1(X, Y) = C(X, Y) - \bar{C}_1(X, Y)$$

(3) 各測点での第一次残差について, C. Lepeltier (1969) の簡便法に準じて, 正規分布からの偏倚を示す試料を第一次異常とする。

(4) 第一次異常を除去した残りの母集団に対し, (1)から(3)までと同じ処理を行い, 第二次

の後背値および残差を計算する。

(5) 同様な手順を逐次的に繰返し、残った母集団がもはや正規分布からの偏倚を示さなくなるまで続ける。

(6) このように逐次的に異常を除去し、残差が正規分布を示すに到った母集団に属する試料のみを用いて、移動平均法により求めた後背値を最終後背値 $\bar{C}_f(X, Y)$ とし、測定値 $C(X, Y)$ との差を最終残差 $\Delta C_f(X, Y)$ とする。すなわち、

$$\Delta C_f(X, Y) = C(X, Y) - \bar{C}_f(X, Y)$$

また、異常を除去した後の母集団における残差は、もちろん0を中心とする正規分布を示すもので、これを「異常を除去した後の残差」と称することにする。

A-1 結果(広域概査)

各指示元素とも、1~3回の逐次近似により、異常を除去することができた。元素ごとに最終残差および異常を除去した後の残差の累積頻度分布を、Fig. VI-1に示した。

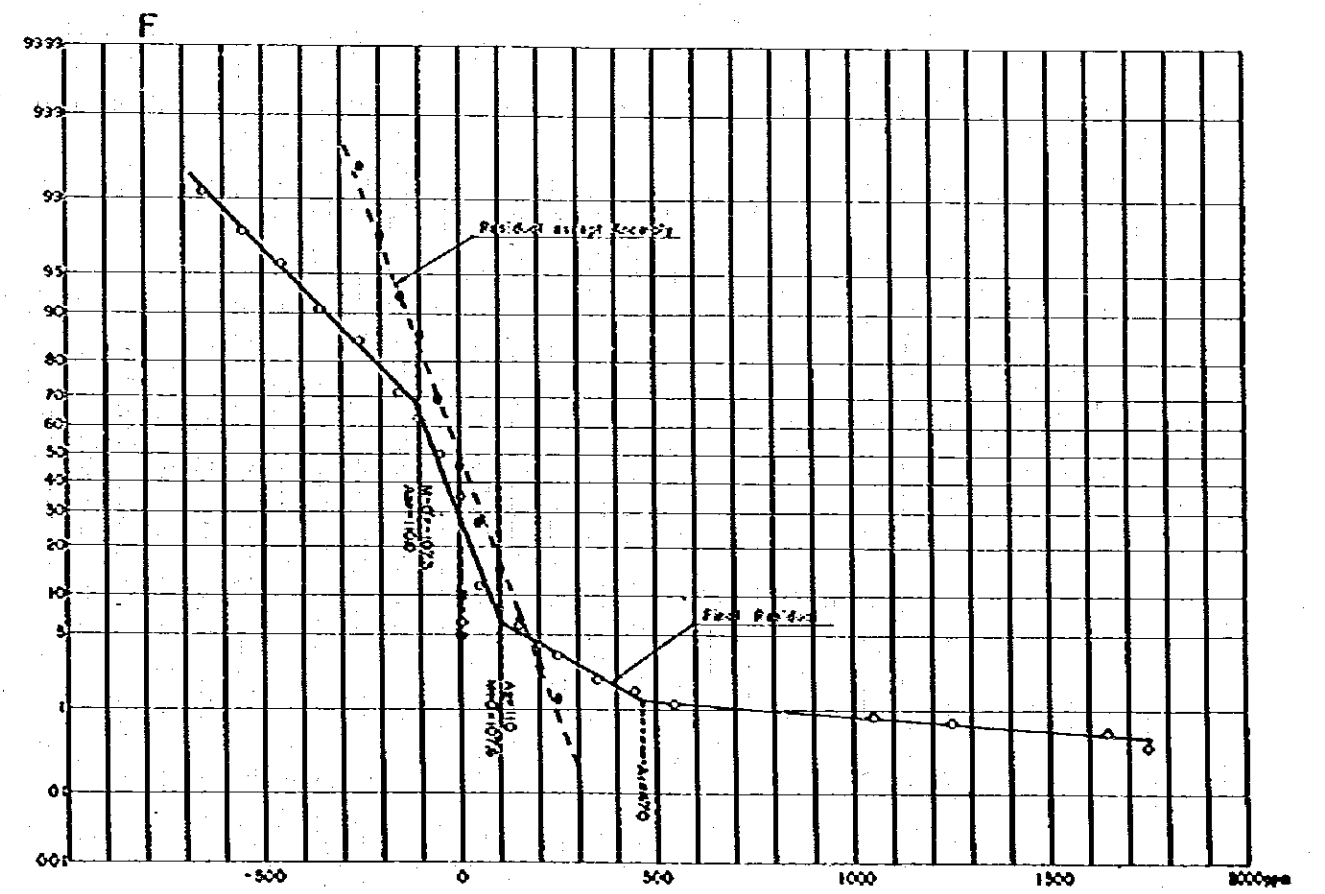
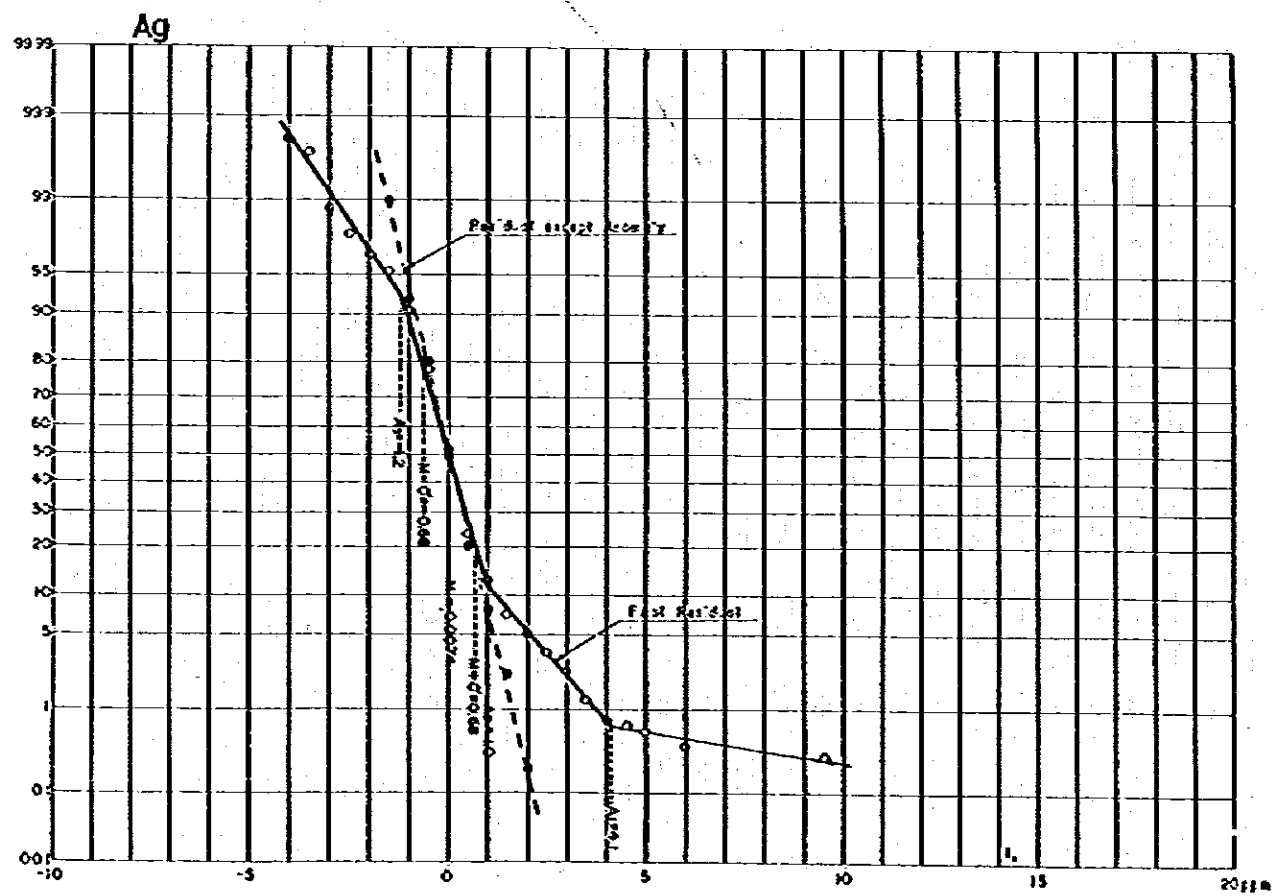
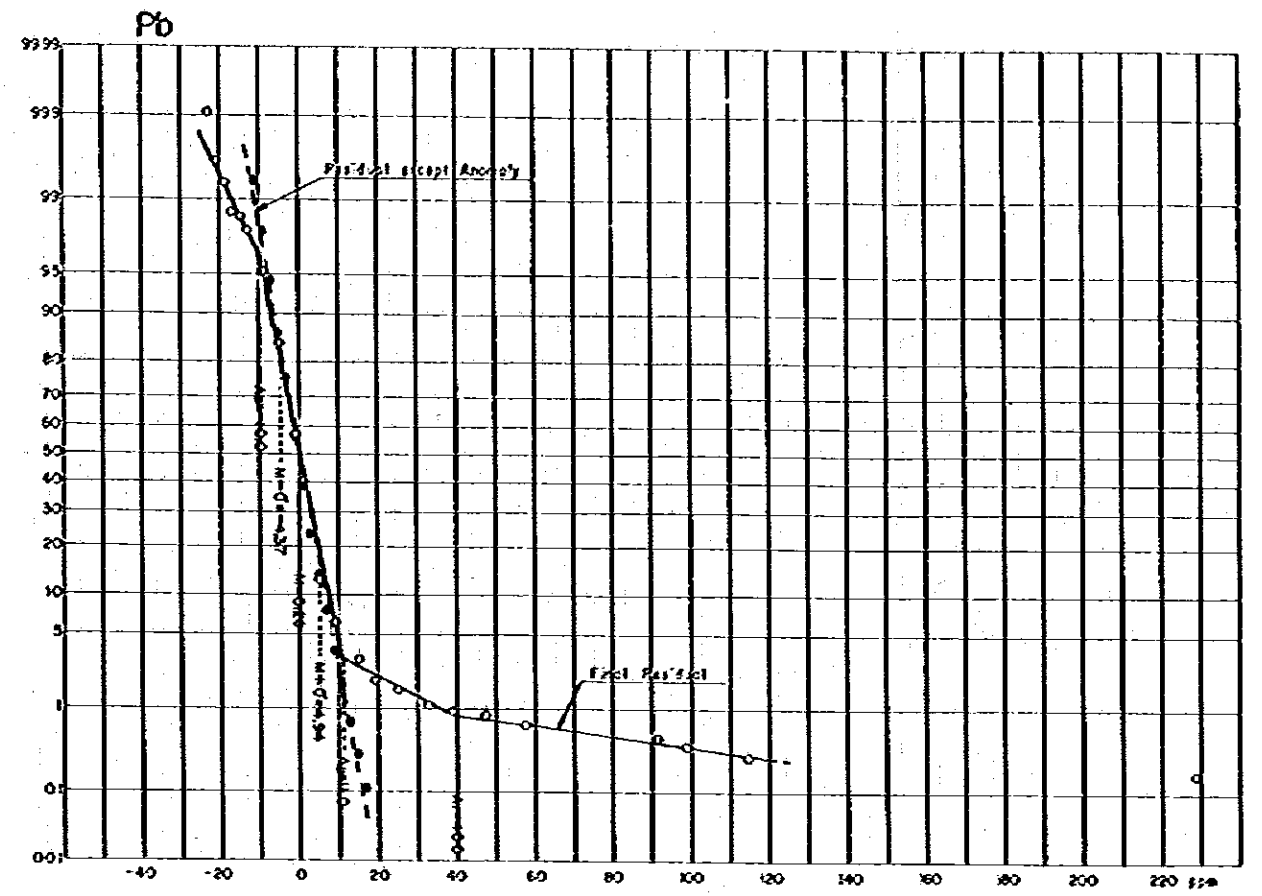
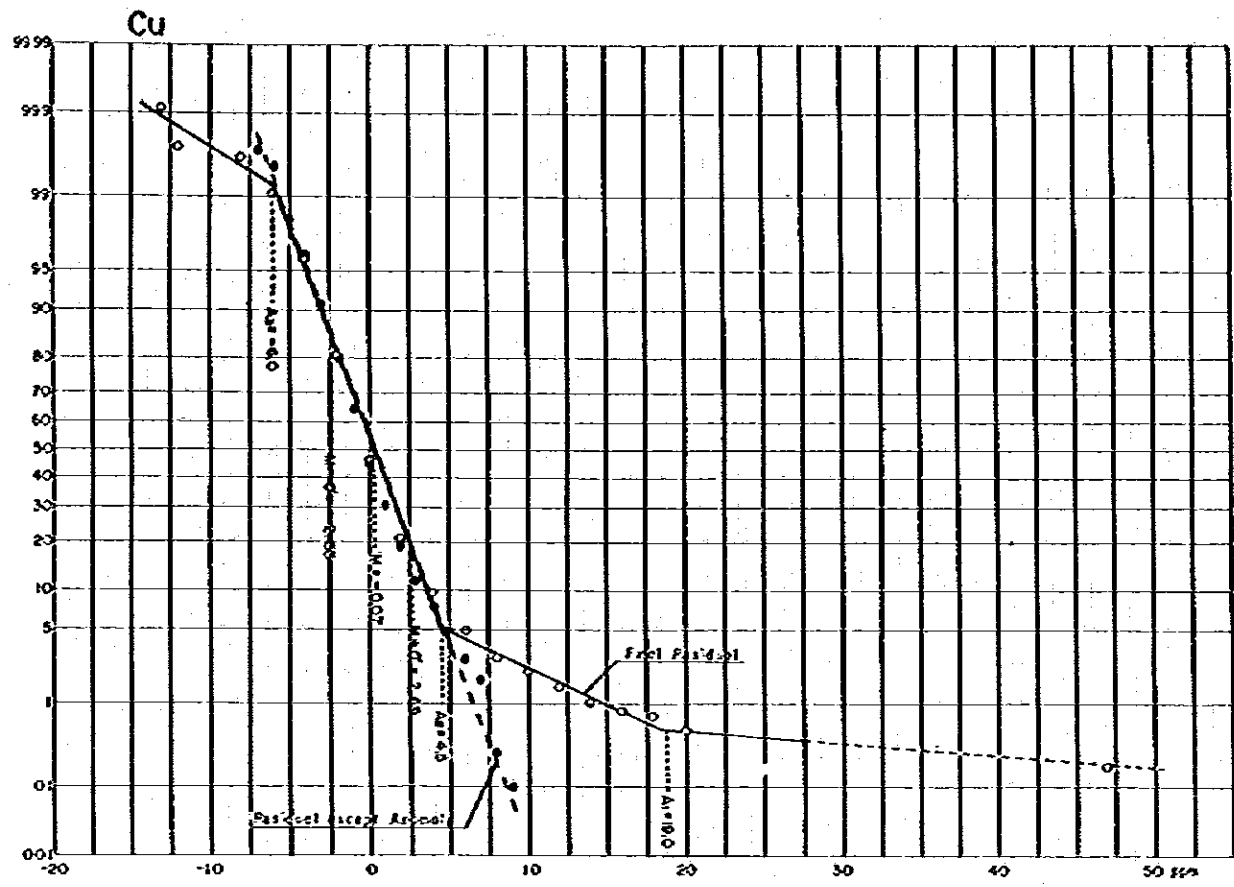
異常を除去した後の残差はもちろん0付近を中心とする正規分布に極く近い分布を示し、その累積頻度分布は、確率紙上で直線に近似される。この種の残差の平均値を M 、標準偏差 σ とし、Fig. VI-1には、 $M-\sigma$ 、 M 、 $M+\sigma$ に相当する点を図示した。

一方、最終残差も0付近を中心に分布するが、正規分布に比較して、マイナス側およびプラス側に過剰を含み、累積頻度分布はプラス側で2個所、マイナス側で1個所の折点を持つのが一般である。プラス側の2折点のうち、高残差側のものを A_1 、低残差側のものを A_2 とし、また、マイナス側の折点を A_3 として、Fig. VI-1に示した。一般に、 A_2 の残差値は $M+\sigma$ より大きく、 A_3 の残差値は $M-\sigma$ より小さい。また、 A_2 と A_3 の残差値の絶対値は同程度である事が多い。

Table VI-2に、残差の頻度分布の統計的基礎数字として、異常を除去した後の残差の $M-\sigma$ ・ M ・ $M+\sigma$ 、最終残差の A_1 ・ A_2 ・ A_3 における残差値を表示した。

広域概査全域にわたる各元素の最終後背値分布を、コンターマップにしてPI-VI-1-1~5に示した。この図には同時に、各試料採取地点での最終残差を、(1) A_1 以下、(2) $A_1 \sim M-\sigma$ 、(3) $M-\sigma \sim M$ 、(4) $M \sim M+\sigma$ 、(5) $M+\sigma \sim A_2$ 、(6) $A_2 \sim A_3$ 、(7) A_3 以上、の7段階に分類し、シンボルマークにより図示した。

最終後背値の分布は、指示元素含有量のトレンド、すなわち長波長の変動を示すものであり、取り込み範囲と同程度またはそれ以上の面積に及ぶような変化は、最終後背値の分布により示される。一方、最終残差は測点ごとに変化が著しく、短波長の変動を示している。酸化帯からの二次分散のうちでも、広い範囲に及ぶようなものは前者により、狭い範囲で消滅してしまうようなものは後者により示されるであろう。したがって、均化採異常



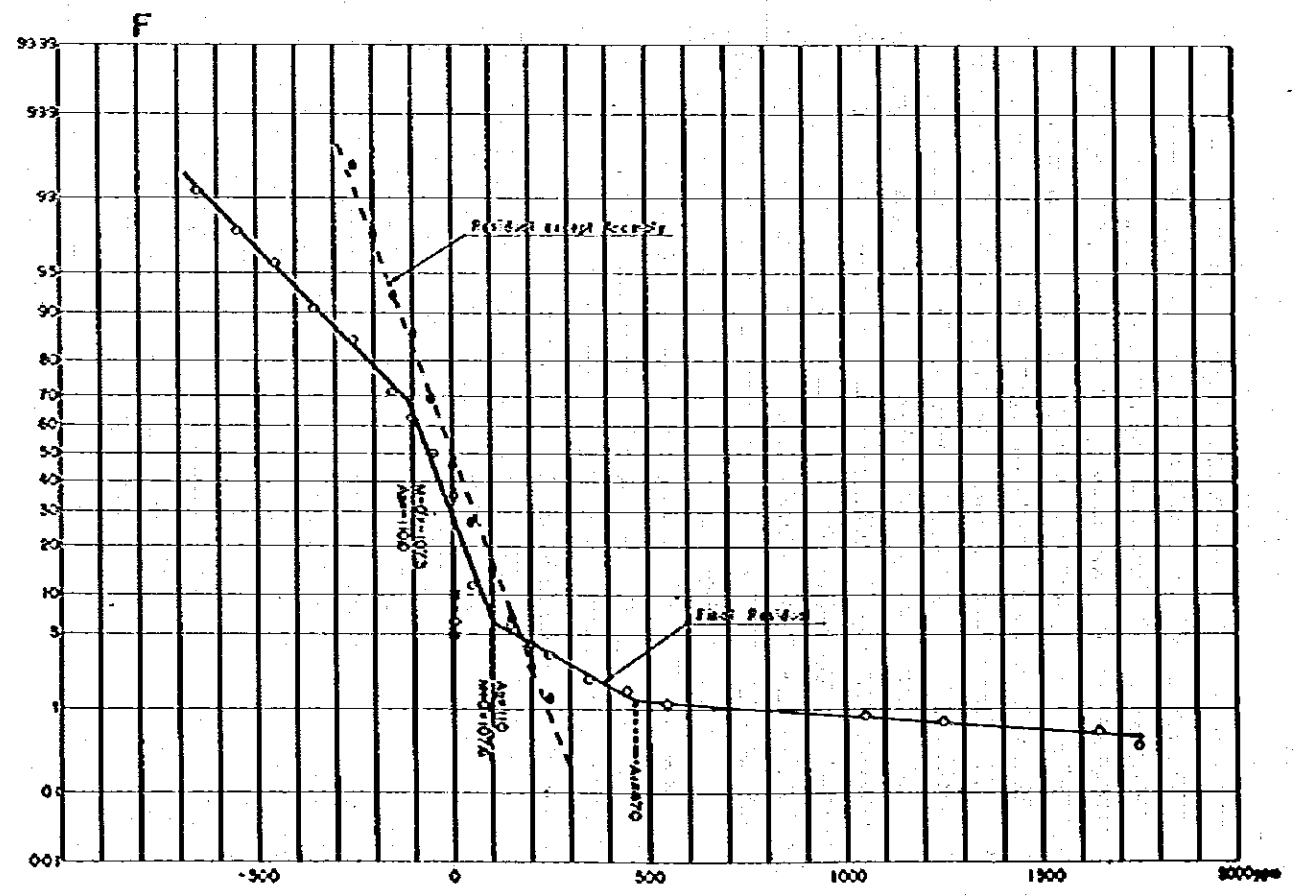
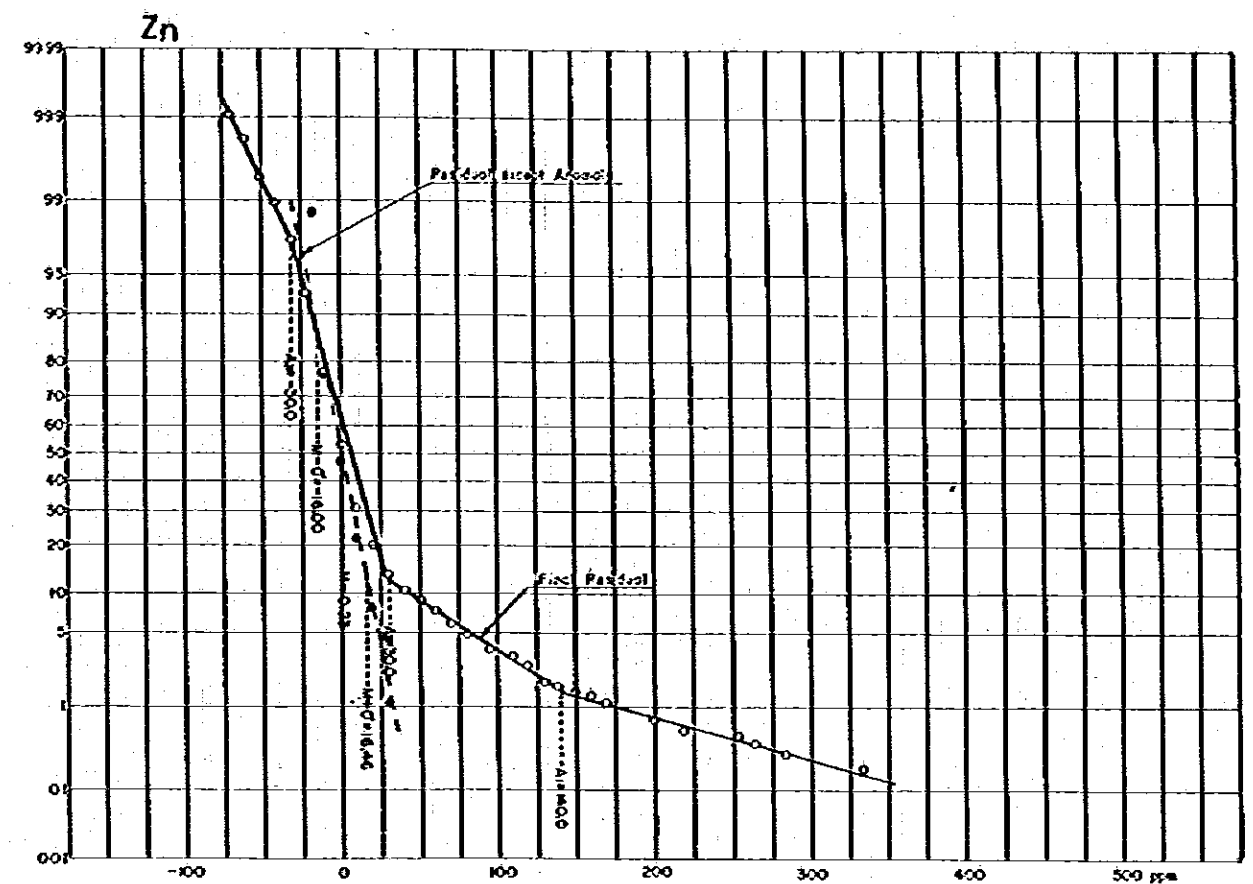
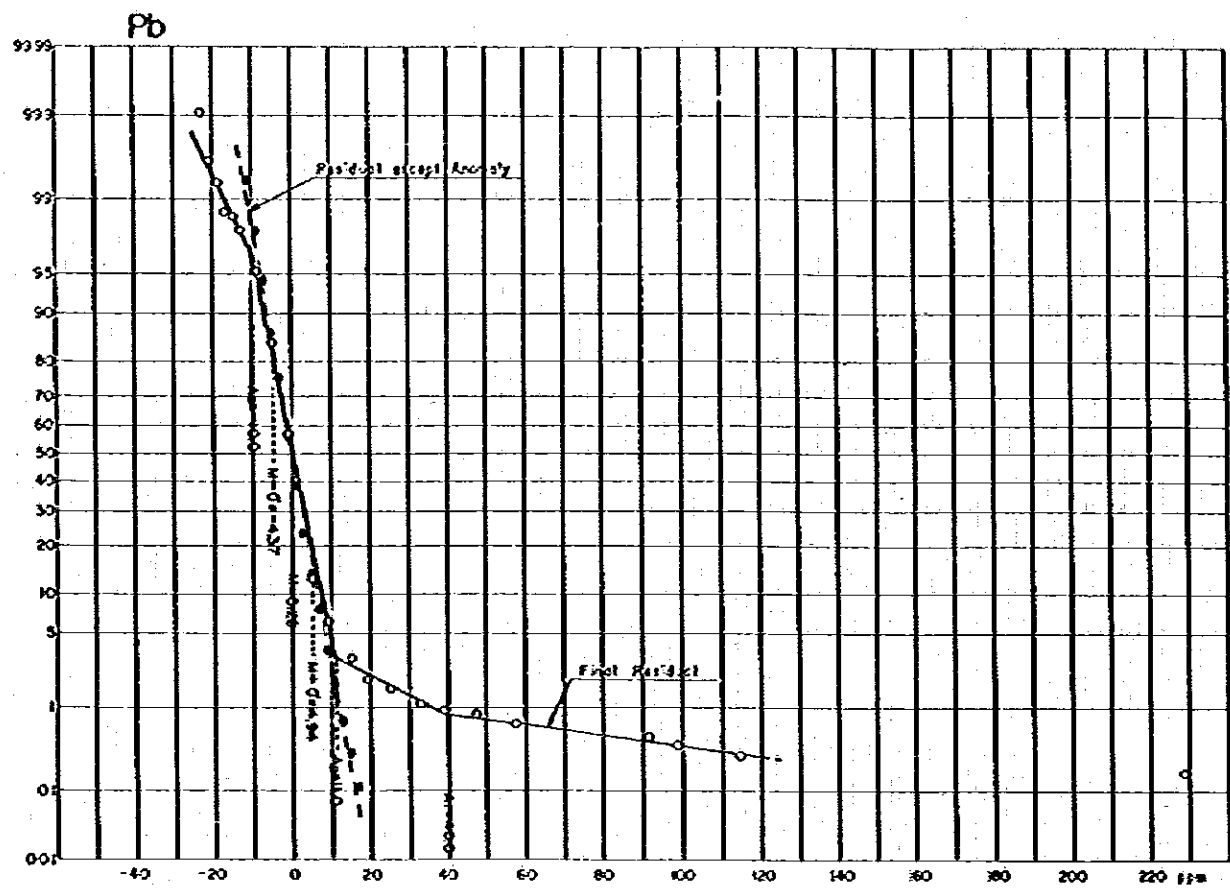


Fig. VI-1

Regional Geochemical Survey
 Cumulative Frequency Distribution of Residuals (Phase II)

としては、高後背値部（周開よりも最終後背値の高い区域）と、最終残差分布の A_3 点の残差値以上を示す割点（プラス側の異常点）およびその分布密集度が問題となる。

Table VI-2 Some Fundamental Values of Geochemical Statistics of the Regional Geochemical Survey (Phase II)

unit: ppm

| | Cu | Pb | Zn | Ag | F |
|------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| A_3 | -6.0 | -10.0 | -30.0 | -1.20 | -110 |
| $M-\sigma$ | -2.55 | -4.37 | -16.0 | -0.66 | -107.3 |
| M | 0.07 | 0.28 | 0.23 | 0.007 | 0.20 |
| $M+\sigma$ | 2.69 | 4.94 | 16.46 | 0.68 | 107.6 |
| A_2 | 4.5 | 11.0 | 30.0 | 1.0 | 110 |
| A_1 | 19.0 | 40.0 | 140.0 | 4.1 | 470 |

Meanings of the symbols are given in the text.

A-2 結果（準精査）

5地区において実施した準精査についても概査の場合と同様な逐次近似的データ処理を行った。ただし、この場合は、分析データの取り込み範囲を1辺2kmの正方形とした。

結果をTable VI-3の(A)~(E)に、地区別に各元素の頻度分布の統計的基礎数字として、異常を除去した後の残差の $M-\sigma$ ・ M ・ $M+\sigma$ 、最終残差の A_1 ・ A_2 ・ A_3 における残差値、最終後背値分布のTにおける含有量を示した。

Table VI-3 Some Fundamental Values of Geochemical Statistics of the Semi-detailed Geochemical Survey (Phase II)

unit: ppm

A. Puerto Rico

| | Cu | Pb | Zn | Ag | F |
|----------------|-------|--------|--------|--------|------|
| A ₃ | -4.8 | -12.0 | -25.0 | -0.33 | - 90 |
| M-σ | -1.57 | - 5.76 | -12.49 | -0.27 | - 50 |
| M | 0.019 | 0.14 | 0.16 | -0.009 | 0 |
| M+σ | 1.61 | 6.03 | 12.81 | 0.25 | 50 |
| A ₂ | 3.0 | 8.0 | 20.0 | 0.5 | 90 |
| A ₁ | 8.0 | 50.0 | 75.0 | 1.7 | 300 |
| T | 10 | 33 | 66 | 2.1 | 400 |

D. Sierra Santa Fé del Pino

| | Cu | Pb | Zn | Ag | F |
|----------------|-------|--------|--------|-------|------|
| A ₃ | -6.0 | -12.0 | | -0.50 | -100 |
| M-σ | -2.26 | - 5.45 | -10.99 | -0.25 | - 64 |
| M | 0.008 | 0.035 | 0.086 | 0.006 | 0.7 |
| M+σ | 2.27 | 5.52 | 11.16 | 0.26 | 65 |
| A ₂ | 3.5 | 11.0 | 20.0 | 0.50 | 120 |
| A ₁ | - | 40.0 | 85.0 | - | - |
| T | 16 | 25 | 80 | 1.6 | 650 |

B. Cerro la Vasca

| | Cu | Pb | Zn | Ag | F |
|----------------|-------|---------|--------|--------|------|
| A ₃ | - | 3.0 | - | (0.20) | - |
| M-σ | -1.29 | - 2.76 | -12.43 | -0.26 | -152 |
| M | 0.013 | - 0.026 | 0.055 | 0.005 | 0 |
| M+σ | 1.32 | 2.20 | 12.54 | 0.27 | 152 |
| A ₂ | 2.0 | 4.0 | 20.0 | 0.35 | - |
| A ₁ | - | - | 100.0 | - | - |
| T | 12 | - | 80 | 1.8 | - |

E. Cerro Blanco

| | Cu | Pb | Zn | Ag | F |
|----------------|-------|---------|--------|-------|------|
| A ₃ | -2.5 | -11.0 | -35.0 | -0.55 | -100 |
| M-σ | -1.60 | - 4.38 | -17.32 | -0.22 | - 66 |
| M | 0.014 | - 0.007 | 0.60 | 0.003 | 0 |
| M+σ | 1.62 | 4.37 | 18.51 | 0.23 | 66 |
| A ₂ | 2.5 | 10.0 | 20.0 | 0.30 | 100 |
| A ₁ | 10.0 | 30.0 | 90.0 | - | 250 |
| T | 16 | 35 | 120 | 1.6 | 650 |

C. Cerro de Minerva

| | Cu | Pb | Zn | Ag | F |
|----------------|-------|---------|-------|--------|------|
| A ₃ | -2.0 | - | (0.0) | (0.0) | - |
| M-σ | -1.15 | - 3.86 | -8.36 | 0.12 | - 97 |
| M | 0.010 | - 0.086 | -0.11 | 0.00 | - 5 |
| M+σ | 1.17 | 3.69 | 8.14 | 0.12 | 88 |
| A ₂ | 1.5 | 6.0 | 10.0 | (0.12) | 120 |
| A ₁ | - | - | - | - | - |
| T | - | - | 80 | 2.0 | - |

Meanings of the symbols are given in the text.

B. 第Ⅳ年次調査

本調査では、個々の対象地区が、比較的狭い範囲に限定されているので、その解析法は

C. Lepeltier (1969) の簡便法によった。

その結果得られた値を Table N-4 に示す。これらの値によって異常値をつぎのように分類した。

| | | |
|--------|-------|-----------------|
| A 級異常値 | | M + 2σ 値 |
| B 級異常値 | | T 値あるいは M + σ 値 |
| C 級後背値 | | M 値 |
| D 級後背値 | | |

6-6 地化学異常域

前述の基礎的統計計算値を基準にして地化学異常域を抽出した。

6-6-1 広域調査

元素ごとに、高後背値または高残差値を示す部分を対象にして最終的に 23 の異常域を抽出した (Table W-5 参照)。これらの異常域は地質、鉱床との相互関係から大きくつぎの 5 種類に区分される。

- A 熱変成・鉱化・変質作用および旧探鉱跡が存在する地区上にあるもの..... 9 箇所
- B 調査地域北半部に分布する螢石鉱化帯上にあるもの..... 7 箇所
- C 火成岩類分布域内で且 Cu・Pb・Zn・Ag の鉱化変質作用が認められない地区上に存在するもの..... 5 箇所
- D その他..... 2 箇所

これらの異常域それぞれについて、原因を検討した結果はつぎのとおりである。

熱変成・鉱化・変質作用および旧探鉱跡が存在する地区上の異常

また以下に述べられるように、B・C・D に属する地化学異常は、探鉱対象から除外された。

i) East of Boquillas del Carmen

ここは現在検行中の Puerto Rico・San José 鉱山および周辺の鉱化・変質帯中の水系の下流部に相当するので、これらの鉱化・変質帯の影響を明確に反映したものと理解された。

ii) South Sierra del Carmen

ここは、白堊系石灰岩類、第三系火山岩類とこれらを含めく貫入岩類等が複雑に錯綜する地区である。また、Fronteriza 鉱山ほか多数の旧坑が分布している既知鉱化・変質帯があるので、これらを示徴したものと考えられた。

Table VI-4 (continued)

| Surveyed area (sample number) | Element | Min. | M | M ₇₅ | (T) | | (ppm) Max. | Correlation coefficients | | | |
|---|---------|------|-------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|--------------------------|-------|--------|--------|
| | | | | | Skew point | M ₂₅ | | Cu | Pb | Zn | Ag |
| 4. Cerro de Minerva, Detailed survey (274) | Cu | 2 | 9.2 | 15.7 | 15 | 26.8 | 33 | 1.000 | 0.239 | 0.051 | 0.263 |
| | Pb | 14 | 25.0 | 32.9 | 37 | 43.2 | 81 | | 1.000 | 0.350 | 0.093 |
| | Zn | 29 | 61.4 | 83.7 | 80 | 115.6 | 269 | | | 1.000 | -0.027 |
| | Ag | 0.8 | 2.79 | 4.71 | - | 7.94 | 7.0 | | | | 1.000 |
| 5-(1) El Volcán, Semi-detailed survey (261) | Cu | 1 | 16.4 | 49.7 | 25 | 150.9 | 116,000 | 1.000 | 0.120 | 0.755 | 0.038 |
| | Pb | 13 | 48.3 | 121.7 | 65 | 307.5 | 1,875 | | 1.000 | 0.345 | 0.538 |
| | Zn | 5 | 113.3 | 401.4 | 220 | 1,421 | 26,630 | | | 1.000 | 0.202 |
| | Ag | 0.2 | 1.64 | 2.97 | 28 | 5.40 | 47.0 | | | | 1.000 |
| 5-(2) El Volcán, Detailed survey (52) | Cu | 8 | 15.7 | 23.0 | - | 33.6 | 44 | 1.000 | 0.855 | 0.868 | 0.139 |
| | Pb | 22 | 54.4 | 108.4 | - | 216.0 | 415 | | 1.000 | 0.929 | 0.248 |
| | Zn | 53 | 159.4 | 357.4 | - | 801.3 | 1,630 | | | 1.000 | 0.141 |
| | Ag | 1.0 | 1.64 | 2.31 | - | 3.27 | 4.0 | | | | 1.000 |
| 6. Mina la Morena, Detailed survey (283) | Cu | 1 | 12.5 | 45.3 | 18 | 164.4 | 98,214 | 1.000 | 0.607 | 0.418 | 0.981 |
| | Pb | 13 | 39.8 | 76.3 | 52 | 146.2 | 1,500 | | 1.000 | 0.194 | 0.560 |
| | Zn | 2 | 41.3 | 159.3 | - | 614.1 | 75,000 | | | 1.000 | 0.266 |
| | Ag | 1.0 | 2.14 | 3.67 | - | 6.29 | 341.0 | | | | 1.000 |
| 7-(1) Sierra de Cruces, semi-detailed survey (361) | Cu | 2 | 11.5 | 23.3 | - | 47.4 | 248 | 1.000 | 0.212 | 0.292 | -0.067 |
| | Pb | 6 | 28.0 | 50.8 | 45 | 92.1 | 1,667 | | 1.000 | 0.666 | 0.069 |
| | Zn | 2 | 46.5 | 129.7 | 175 | 363.5 | 10,652 | | | 1.000 | 0.057 |
| | Ag | 1.2 | 1.58 | 2.69 | 3.9 | 5.29 | 33.0 | | | | 1.000 |
| 7-(2),(3) Sierra de Cruces (Santa Elena, Picacho), Detailed survey (317) | Cu | 2 | 9.6 | 16.2 | 15 | 27.2 | 76 | 1.000 | 0.128 | 0.190 | -0.109 |
| | Pb | 6 | 28.4 | 47.4 | 40 | 79.1 | 300 | | 1.000 | 0.636 | 0.141 |
| | Zn | 6 | 54.6 | 143.5 | 155 | 376.8 | 4,211 | | | 1.000 | 0.071 |
| | Ag | 0.1 | 1.38 | 3.30 | 5.0 | 7.90 | 33.0 | | | | 1.000 |
| 8. Sierra del Paloalno, Regional survey (135) | Cu | 1 | 5.2 | 7.9 | 7.0 | 12.0 | 24 | 1.000 | 0.311 | 0.721 | 0.342 |
| | Pb | 11 | 29.2 | 42.7 | - | 62.5 | 65 | | 1.000 | -0.042 | 0.801 |
| | Zn | 5 | 15.2 | 26.6 | 17 | 45.3 | 152 | | | 1.000 | -0.035 |
| | Ag | 0.7 | 2.34 | 3.68 | - | 5.79 | 5.0 | | | | 1.000 |
| 9. Sierra de Puerto Blanco, Regional survey (104) | Cu | 3 | 6.6 | 9.8 | 9.2 | 14.6 | 31 | 1.000 | 0.032 | 0.271 | 0.188 |
| | Pb | 13 | 27.1 | 49.0 | 38 | 58.8 | 250 | | 1.000 | -0.018 | 0.343 |
| | Zn | 10 | 15.7 | 22.0 | 17 | 30.9 | 40 | | | 1.000 | -0.166 |
| | Ag | 0.6 | 2.55 | 3.88 | - | 5.69 | 10.0 | | | | 1.000 |

Table VI-4 Some Statistical Values of Geochemical Elements(Phase III)

| Surveyed area (sample number) | Element | (T) | | | | | | Correlation coefficients | | | |
|--|---------|------|------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|--------------------------|--------|--------|--------|
| | | Min. | M | M ₂₀ | Skew point | M ₂₀ | (ppm) Max. | Cu | Pb | Zn | Ag |
| All samples (3081) | Cu | 1 | 11.3 | 26.0 | | 60.1 | 111,600 | 1.000 | 0.026 | 0.004 | 0.553 |
| | Pb | 6 | 37.2 | 80.4 | | 173.4 | 49,000 | | 1.000 | 0.958 | 0.253 |
| | Zn | 2 | 51.0 | 156.0 | | 476.9 | 75,000 | | | 1.000 | 0.148 |
| | Ag | 0.1 | 2.02 | 4.49 | | 9.58 | 341.0 | | | | 1.000 |
| All of rock samples (2040) | Cu | 1 | 10.8 | 27.6 | | 70.3 | 111,600 | 1.000 | 0.026 | 0.471 | 0.573 |
| | Pb | 6 | 39.0 | 88.6 | | 201.2 | 49,000 | | 1.000 | 0.225 | 0.252 |
| | Zn | 2 | 39.2 | 131.3 | | 438.3 | 75,000 | | | 1.000 | 0.252 |
| | Ag | 0.1 | 2.17 | 4.80 | | 10.62 | 341.0 | | | | 1.000 |
| All of soil samples (1051) | Cu | 2 | 12.3 | 22.0 | | 39.4 | 750 | 1.000 | 0.253 | 0.806 | 0.687 |
| | Pb | 10 | 34.0 | 65.0 | | 124.3 | 2,857 | | 1.000 | 0.452 | 0.333 |
| | Zn | 25 | 85.4 | 166.1 | | 322.8 | 16,993 | | | 1.000 | 0.700 |
| | Ag | 0.1 | 1.77 | 3.72 | | 7.81 | 56.0 | | | | 1.000 |
| 1-(1) Puerto Rico, Detailed survey (403) | Cu | 1 | 8.8 | 18.0 | 19 | 36.6 | 750 | 1.000 | 0.095 | 0.710 | 0.634 |
| | Pb | 10 | 50.4 | 110.0 | 75 | 239.1 | 2,857 | | 1.000 | 0.355 | 0.276 |
| | Zn | 5 | 46.0 | 148.0 | 80 | 477.6 | 8,400 | | | 1.000 | 0.788 |
| | Ag | 1.0 | 2.89 | 4.89 | 7.4 | 8.27 | 56.0 | | | | 1.000 |
| 1-(2) Puerto Rico, Further detailed survey (595) | Cu | 1 | 14.3 | 31.0 | - | 67.2 | 750 | 1.000 | 0.126 | 0.362 | 0.581 |
| | Pb | 10 | 80.2 | 206.0 | 150 | 528.9 | 49,000 | | 1.000 | 0.814 | 0.488 |
| | Zn | 15 | 91.1 | 250.0 | 200 | 685.0 | 18,000 | | | 1.000 | 0.488 |
| | Ag | 1.0 | 4.01 | 6.86 | 6.5 | 11.95 | 150.0 | | | | 1.000 |
| 2-(1) South Sierra del Carmen, Seaf- detailed survey (302) | Cu | 1 | 13.4 | 29.3 | - | 63.9 | 3,048 | 1.000 | 0.932 | 0.266 | 0.940 |
| | Pb | 7 | 24.5 | 39.5 | 44 | 63.7 | 1,316 | | 1.000 | 0.237 | 0.956 |
| | Zn | 6 | 53.8 | 120.0 | - | 266.0 | 250 | | | 1.000 | 0.158 |
| | Ag | 0.1 | 0.90 | 2.37 | 2.4 | 6.26 | 75.0 | | | | 1.000 |
| 2-(2) South Sierra del Carmen, Detailed survey (163) | Cu | 5 | 8.7 | 14.2 | 22 | 22.9 | 92 | 1.000 | -0.133 | 0.327 | -0.135 |
| | Pb | 8 | 28.7 | 41.6 | - | 60.3 | 61 | | 1.000 | -0.162 | 0.590 |
| | Zn | 20 | 20.4 | 61.0 | - | 182.8 | 321 | | | 1.000 | -0.344 |
| | Ag | 0.2 | 1.76 | 3.60 | - | 8.22 | 14.0 | | | | 1.000 |
| 3. Cerro Challo, Seaf-detailed survey (151) | Cu | 7 | 19.5 | 33.9 | - | 59.1 | 100 | 1.000 | -0.687 | 0.292 | -0.376 |
| | Pb | 14 | 27.6 | 40.7 | 43 | 60.1 | 568 | | 1.000 | 0.002 | 0.170 |
| | Zn | 8 | 68.5 | 124.1 | - | 224.9 | 481 | | | 1.000 | -0.014 |
| | Ag | 0.2 | 1.35 | 2.30 | - | 3.93 | 4.0 | | | | 1.000 |

Table VI-5 List of Geochemical Anomalies of Regional Geochemical Survey (Bg.: High Background Zone, Res.: Anomalous Residual Swarm) (Phase II)

| Anomalous zone | Cu | | Pb | | Zn | | As | | F | | Geology | Mineralización |
|------------------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|---|----------------------------------|
| | Dg. | Res. | Dg. | Res. | Dg. | Res. | Dg. | Res. | Dg. | Res. | | |
| 1) Downstream of Arroyo del Venado | o | | o | | o | | o | | o | | Boquillas f. Rhyolite | Massive-type fluorite |
| 2) Agua-Chile y Cuatro Talamas | o | | o | | o | | o | | o | | Santa Elena f. | Mina Puerto Rico, etc. (Pb, Zn) |
| 3) East of Boquillas del Carmen | o | | o | | o | | o | | o | | Santa Elena-Cupido f. | Manto-type fluorite |
| 4) Jardín | o | | o | | o | | o | | o | | Santa Elena f. | Mina Fronteriza (Pb, Zn) |
| 5) South Sierra del Carmen | o | | o | | o | | o | | o | | Santa Elena f. | Manto-type fluorite |
| 6) Cerro del Venado | o | | o | | o | | o | | o | | Santa Elena f. | Massive-type fluorite |
| 7) Cerro Chaliso | o | | o | | o | | o | | o | | Santa Elena f. | Manto-type fluorite |
| 8) Sierra de San Vicente | o | | o | | o | | o | | o | | Santa Elena f. | Manto-type fluorite |
| 9) Sierra de Juntas | o | | o | | o | | o | | o | | Santa Elena f. | Manto-type fluorite |
| 10) Sierra del Aleman | o | | o | | o | | o | | o | | Santa Elena f. | Manto-type fluorite |
| 11) Rancho Santa Margarita | o | | o | | o | | o | | o | | Santa Elena f. | Mina de Minería (Pb, Zn, Fe) |
| 12) Cerro de Minería | o | | o | | o | | o | | o | | Santa Elena f. | Mina de Oro (Pb, Zn) |
| 13) Sierra Santa Fe del Pino | o | | o | | o | | o | | o | | Cupido f. | |
| 14) East of Sierra de Hechiceros | o | | o | | o | | o | | o | | Tertiary volcanics | |
| 15) South of Sierra de Hechiceros | o | | o | | o | | o | | o | | Tertiary volcanics | |
| 16) El Volcan | o | | o | | o | | o | | o | | Boquillas f. (?) | Mina Volcan (Pb, Zn, Fe) |
| 17) Sierra La Morena | o | | o | | o | | o | | o | | Aurora f. | Mina La Morena (Pb, Zn) |
| 18) Cerro Blanco | o | | o | | o | | o | | o | | Quartz porphyry Santa Elena-Boquillas f. | |
| 19) South of Cerro la Maquina | o | | o | | o | | o | | o | | Aurora-Santa Elena f. Quartz monzonite | Mina Santa Elena (Pb, Zn, Fe) |
| 20) East of Sierra de Cruces | o | | o | | o | | o | | o | | Cupido-Santa Elena f. "Magnetic Body" Aurora f. | Picacho y Aho Nuevo (Pb, Zn, Fe) |
| 22) Sierra de San José | o | | o | | o | | o | | o | | Tertiary volcanics | Abandoned mine |
| 23) Rancho el Refugio | o | | o | | o | | o | | o | | Tertiary volcanics | |

iii) Cerro Challo

ここは螢石鉱化帯上にあるが、同時に、貫入岩による明瞭なドーム構造がみられる地区に含まれている。接触変成帯・熱水変質帯が確認されているので、これらを示徴したものと考えられる。

iv) Cerro de Minerva

貫入岩体によるドーム構造、接触変成および熱水変質帯および旧坑等もあり、これらを示徴したものと考えられる。

v) Sierra Santa Fe del Pino

同山脈中央部東側に位置するこの地化学異常はMina de Osoに代表される旧採鉱地とその周辺の熱水変質帯を反映したものと考えられる。

vi) El Volcan

酸性貫入岩体による接触変成帯およびMina el Volcan, Collan 等に代表される鉱化帯が存在するので、これらを示徴したものと考えられる。

vii) Sierra la Morena

Morena 山脈の東側、背斜軸に平行する新層に沿って分布する Mina la Morena, Mina el Refugio 等の鉱化帯および山脈中央部にある大規模な石灰岩の熱変成帯をとらなり Mina la Diana 鉱化帯等を示徴している。

viii) East of Sierra de Cruces

ix) South of Sierra de Cruces

Sierra de Cruces は大規模な酸性貫入岩体で構成され、その東側から南側縁辺部には接触変成帯および鉱化・変質帯があり、これらを示徴したものと考えられる。

このように、地表調査によって確認された、貫入岩に起因する接触変成帯および鉱化変質帯は、広域地化学探査によって、ほとんどが、地化学異常域として捕捉された。

螢石鉱化帯上の異常

螢石鉱床は白亜紀石灰岩中に賦存し、その形態は、特定層準中に賦存するマント型、貫入火成岩と石灰岩の接触部にある不規則塊状型あるいは鉱脈型等がある。地表調査によれば、これらの鉱床周辺には弱い熱水変質作用が観察され、ときには少量の硫化鉄鉱の鉱染もみられるが、顕著なCu・Pb・ZnおよびAgの鉱化作用は伴われていない。螢石とCu・Pb・Zn・Agの鉱化作用の関係は未だ明らかではないが、地表調査によれば、両者の賦存層準や変質作用は相互に異なっている。しかしながら螢石鉱床は熱水変質作用を随伴しており、鉱床をもたらした熱水溶液が地化学異常の原因となる程度のCu・Pb・ZnおよびAgを拡散した可能性があるため、今回は地化学異常の原因を螢石鉱化作用にもとめ、Cu・Pb・Zn・Agの鉱化作用の示徴から除外した。

火成岩類分布域で、かつ、鉱化・変質作用の認められない地域上の異常

周辺の白亜系石灰岩類分布域に比較して、第三系火成岩類分布域上の試料の金属成分含有量は高い値を示した。従って、統計処理上これらは異常として検出されたが、この原因は直接的に母岩に由来するものとして除外した。

その他と分類した異常

地化学異常の直接の原因は明らかではない。1箇所は個人牧場の近傍、もう1箇所は沢の下流部において現われた。人為的汚染も考えられることから、これらを除外した。

6-6-2 地区別準精査および精査

地区別準精査は広域概査とは別個に地質準精査に平行して実施された。この地区選定は、主として写真判読と既存資料による。また、精査は地区の一部の酸化変質帯を対象にして補足的に実施された。

これらの調査結果はつぎのように総括される。

i) Puert Rico 地区

Sierra del Carmen 西斜面から East Boquillas del Carmen にかけて、Fを除く各元素の後背値および残差値の高異常が検出された。後背値異常域が、現検行中の Mina Puerto Rico, Mina San José を含んでその下流域にかけて、E-Wの方向性をもって大きく現われるのに対し、残差値異常は両鉱山を含んでNNW-SSE方向に延びる Las Norias 構造帯に沿って分布している。広域概査で確認された異常域をより詳細明瞭に浮彫りにした。

ii) Cerro la Vasca 地区

本地区では広域概査による地化学異常は検出されていない。この準精査においても、Cu・Zn・Agの後背値の小規模異常が散在するに過ぎず、残差値異常も顕著ではない。然しながら、地表調査によって、貫入岩と石灰岩の接触部付近に小規模なスカルの露頭が12箇所で見られたので土壌による精査を実施した。結果はC・Pb・Znおよび一部ではAgが、スカム分布帯上で異常を示したが、小規模であった。

iii) Cerro de Minerva 地区

本地区では広域概査によってPb・ZnおよびFの後背値異常とFの残差値異常が検出されている。河川堆積物による準精査によっても、小規模なAgとZnの後背値異常と散点的残差値異常のみが検出されたに過ぎない。

しかし、地区北西部および北東部に位置する小範囲の熱水変質帯および旧坑付近をカバーした土壤による精査によって、北西部においてはCu・Pb・Zn・Ag 4成分ともに旧坑付近に異常が集中した。また、北東部においても4成分の異常が旧探鉱跡を含む東西性帯状地帯（貫入岩体の接縁部に沿う）に集中して現われた。

これらの地表で確認できる鉍化変質帯以外の地点での異常は散点的であり且弱い。F成分は他の成分と異なる分布を示し、異常の程度は弱く散点的である。

iv) Sierra Santa Fé del Pino

広域概査と同様に、Mina de Oso 周辺にPb・Zn・Agの広範囲な後背値異常とCu・Pb・Zn・Agの顕著な残差異常が検出された。そしてMina de Oso付近の土壤による精査でも、Pb・Znのまとまった異常と弱いCu・Agの異常域が検出された。F成分は本地区でも異常を示さなかった。

これらの異常域はいずれもMina de Oso 鉍化帯の反映と考えられる。

v) Cerro Blanco 地区

本地区はCerro Blanco 貫入岩体周辺部とSierra la Morena山脈との2地区に大きく分けられ、広域概査においても2地区別途に述べられている。

a) Cerro Blanco 貫入岩体周辺部

河川堆積物による準精査の結果Cu・Ag・Fの後背値異常とCu・Pb・Zn・Agの残差異常が認められる。さらに、土壤による精査では、貫入岩体の西側と東側でCu異常、北側でF異常が認められた。しかし、Pb・Zn・Agの異常は弱く、かつ、散点的であった。

地表調査によれば、貫入岩体は新鮮な石英斑岩で、熱水変質作用は観察されていない。また、周囲の石灰岩類には局部的酸化鉄鉍汚染を除けば、熱水変質作用・再結晶作用ともにほとんど認められない。

従って、これらの地化学異常域は、貫入岩体のもつ初生的微量金属成分含有量と若干の熱水変質作用に起因するものと考えられる。

b) Sierra la Morena 地区

Mina la Morena から南西方向に延びる広範囲なCu・Pb・Zn・Ag 4成分の後背値異常が重複して分布し、残差異常もこの範囲に集中する。これらの異常域の分布は、地表調査で確認されたMina la Morena およびMina el Refugio等の旧坑付近からMorena山脈中の石灰岩再結晶帯中のMina la Diana 鉍徴地を包含するものである。

6-6-3 第Ⅱ年次地区別調査

第Ⅱ年次までの調査結果を総合して、さらに探鉱が必要として推奨された9地区において実施された。採取試料は岩石を原則とし、岩石露頭の無い場合は土壌試料を採取した。対象成分はCu・Pb・ZnおよびAgの4成分である。

9地区14事例の地化学探査の結果、既知鉱徴地のほとんどは地化学異常帯として検出された。鉱徴地を示徴した異常と同種の異常帯やその他の興味ある異常・現象について要約すれば次の通りである。

1. Puerto Rico 地区

本地区全域を覆った精査によると、鉱徴地が密集するPuerto Rico 鉱山からVenós 鉱山にかけての異常帯は、他の異常帯よりもCuに富むことで特徴づけられる。この特徴的な範囲を覆った特別精査の結果、Cu異常は基盤岩類・Puerto Rico層、および貫入モンゾニ閃長岩と密接な関連をもっていることが判明した。規模の大きい鉱床は貫入モンゾニ閃長岩あるいはそれを示徴するCu異常周辺のPb-Zn成分の異常帯に位置することから、Puerto Rico 鉱山・San José 鉱山周辺の、基盤岩類・Puerto Rico層分布域外の石灰質堆積岩分布域でのPb-Zn異常を伴うCu異常帯周辺が要探鉱地区として挙げられる。

2. South Sierra del Carmen 地区

本地区の異常のうち、石英閃長斑岩・流紋岩類I中のものは石灰質堆積岩中のものよりもCuに富む傾向がある。準精査によって得られた流紋岩類I中の異常帯(Ⅱ-C, Ⅱ-E, Ⅱ)が、石英閃長斑岩によってもたらされたものであるならば、下位の石灰質堆積岩中の鉱化が期待される。精査域では、既知鉱床を示徴するCu異常からなる小規模な異常帯Ⅱ、およびPb-Ag成分の異常で構成される広い異常帯Nはともに石灰質堆積岩中分布域にあり、今後の調査が望まれる。

3. Cerro Chalio 地区

火成岩類はCu異常に富み、堆積岩中の螢石鉱化帯にはPb・Zn・Agの異常が集中している。要調査地区は認められない。

4. Cerro de Minerva 地区

白亜系と貫入岩体にまたがって分布し、鉱徴を含む異常帯はPb・Znともに富んだPb-Zn成分の異常からなり、鉱徴地は見出されていない異常帯はすべて貫入岩体中に位置し、Znに富んだPb-Zn成分の異常で構成されている。今後の調査を要する異常帯は認められない。

5. El Volcan 地区

異常はCollan 鉱山・El Volcan 鉱山およびLa India 鉱山の周辺に集中して分布し、他に重要な異常帯は認められない。

6. Mina la Morena 地区

主要な異常帯は La Morena 鉱山周辺、および La Diana 鉱山周辺に分布するものである。この2つの異常帯はNS方向に並び、La Diana 鉱山周辺の再結晶帯の伸長方向と一致していることから、NS方向に伸びた一連の鉱化作用によってもたらされたものと考えられる。したがって、La Diana 鉱山から La Morena 鉱山にかけての範囲については今後の調査が望まれる。

7. Sierra de Cruces 地区

本地区では、Sierra de Cruces 複合岩体は Cu 異常で特徴づけられ、下部白亜系中の含銀鉛亜鉛鉱床のほとんどは Pb-Zn 成分の異常によって示徴された。準精査地区の異常帯 N は小規模であるが同様の鉱化作用が期待される範囲である。

本地区で最も著しい異常帯は Santa Elena 精査地区にみられる Santa Elena 背斜構造に沿う N であり、北翼のブランチ部とそれに近接した西翼、および南翼のブランチ部とそれに近接した東翼が高異常地であり、それぞれ鉱化作用の著しい場所となっている。また前者は Pb・Zn に、後者は Cu に富むことで特徴づけられる。この異常帯の地表近くはすでに採鉱されつくしており、今後の採鉱余地は両ブランチの下部延長部のみである。

8. Sierra del Palomino 地区

今後の調査を要する異常帯は認められない。

9. Sierra de Puerto Blanco 地区

今後の調査を要する異常帯は認められない。

第7章 物理探査

第7章 物理探査

7-1 総説

第1年次は、Coahuila 州北部地域で、鉱物資源賦存の可能性を確認するため、17,000 km^2 の地域に総測線長19,100 line - km の空中磁気探査が実施された。

本調査により多くの磁気異常が観測され、これら異常をひきおこしている磁性岩体のほとんどは、第三紀の安山岩、玄武岩、閃緑岩で、解析によりこれら磁性岩石の立体的分布が詳かにされ、浅部～深部の地下構造が推定された。この結果、写真地質解析により知られた地表に分布する貫入岩のほか、本調査により数多くの潜在する貫入岩が検出された。

当地域に存在する金属鉱床のほとんどは、これらの貫入岩の周辺に位置しているが、鉱床生成に密接な関係をもつ貫入岩は、調査地域の北東側と南西側に多く存在することが判明し、今後の精査地区、探鉱有望地区を選定することに大いに役立った。

第2年次では、調査の主眼が地質調査と地化学探査に置かれたため物理探査は実施されなかった。

第3年次は、Puerto Rico 地区において、地下構造、鉱化変質帯、鉱床等について情報を得る目的で、IP法電気探査20 km 、TURAM 法電気探査40 km が実施された。

調査の結果、IP法の測定データから、結晶片岩からなる本地区の基盤の構造の推定ができ、またTURAM法により本地区内に多数分布する鉛、亜鉛鉱床と密接な関係があると考えられる多くの電磁気異常が検出された。

また、Sierra de Cruces and Mina Picacho 地区において45.5 km の地上磁気探査が行われ、Sierra de Cruces 山塊を形成している貫入岩の東側縁辺部における磁性岩体の分布状態を知ることができた。磁性岩体の中には鉄鉱床と推定されたものもある。

第4年次は、Mina la Morena 地区で鉱化帯の規模を明らかにし、試錐位置選定のための情報を得る目的で、IP法電気探査34.9 km が実施された。

本調査地域は、第2年次の地質調査8地域の中で、顕著な地化学異常が認められた最も有望な地域である。

本調査の結果、バックグラウンドの2倍程度の余り優勢でないIP異常が多く検出された。

これらの大部分は、石灰岩の再結晶帯の周辺部で、比抵抗3,000 $\Omega - \text{m}$ 以下の低比抵抗帯に分布し、恐らく硫化鉱物または炭質物を含む泥質層によるものと思われ、異常値の大きさからは、金属分の含有は少ないものと推定された。

ただ、異常の中には、再結晶帯の中の高比抵抗帯(10,000 $\Omega - \text{m}$ 以上)に分布し、サンブルの測定結果や地質資料を総合して、鉱化帯または鉱床に関係すると考えられる2～3の異

常も認められた。

7-2 調査方法

(i) 第1年次調査

第1年次調査では空中磁気探査が実施されたが、その調査概要は次のとおりである。

調査地域は Mexico 国北部の Rio Grande 河を挟んで米国 Texas 州に隣接する Coahuila 州の北西部に位置し、東 Sierra Madre 山脈の最北端部を占める。地域内には北北西～南南東の方向性の山脈がいくつか走り、これら山脈の中には標高 2,500～3,000 m 級の高山もあるが、山脈の間は標高 1,000 m 程度の半砂漠状の平原である。

調査面積 ; 17,000 km²

調査測線 ;

| | 方 向 | 測線間隔 | 測線数 | 測線長 |
|-----|---------------|-------|-----|-----------|
| 主測線 | N30° E-S30° W | 1 km | 83本 | 17,350 km |
| 副測線 | N60° W-S60° E | 10 km | 25本 | 1,750 km |
| | | | 合計 | 19,100 km |

飛行高度 ; 500 m (対地高度)

全磁力強度 ; 48,000 γ

伏 角 ; 57° N

傾 角 ; 10° E

飛行基地 ; デリシヤス市 (Delicias) 飛行場……調査地域南半分
サビナス市 (Sabinas) 飛行場……調査地域北半分

日変化観測地点 ; 上記飛行場周辺

現地調査 ; 1976年2月29日～11月23日

調査機器 ;

| | |
|-------------|------------------------|
| 使用航空機 | 小型双発機 Norman Islander |
| 空中磁力計 | Varian V-85 |
| 磁気記録計 | Hewlett Packard 7100 B |
| デジタル記録計 | Geometrics G 704 |
| インター パロメーター | Geometrics G 803-201 |
| 航跡撮影カメラ | Geocam G-2 |
| 電波高度計 | Collins ALT-50 |
| 高度記録計 | Hewlett Packard 680 |
| 水晶時計 | Geometrics |

(2) 第Ⅱ年次調査

第Ⅱ年次は、Puerto Rico地区でIP法電気探査とTURAM法電磁探査を、またSierra de Cruces and Mina Picacho地区では地上磁気探査を実施した。

IP法は時間領域法 (Time domain method) で、Pole - Dipole 電極配置により100, 200, 300 mの3種の電極間隔で測点直下の300 mまでのデータを得た。

測線は200 mの間隔で、1 kmの測線20本を設定し、総測線長20 km、面積は3.8 km²である。

測定機器は次のとおりである。

IP送信機 SCINTREX (CANADA) IPC-7/15KV 1セット

最大出力 20 A, DC 5000 V

発電機 SCINTREX (CANADA) MC 15KV-AC 1セット

最大出力 15 KV, 400 Hz, 300 V

IP受信機 SCINTREX (CANADA) IPR-8 2セット

最大感度レンジ 0.3 mV, 分極率測定範囲 0~100 milliseconds

TURAM法はIP法と同じ区域で、IPの測線とその間に新たに測線を追加し(測線間隔100 m, 測線数40本)で実施し、測線延長40 km、調査面積3.9 km²である。

本調査で実施されたTURAM法は、各測線の中央を通り、測線に直角な給電線の両端を接続して、200, 400 (参考データ), 800 Hzの3種類の交流電流を供給し、2つの受信コイルにより磁場の振幅比と位相差を測定した。

今回使用した測定機器は次のとおりである。

SCINTREX (CANADA) MODEL SE-71 TURAM SYSTEM

発電機 12V DC 3A 1セット

直流交流変換機 200, 400, 800 Hz 出力180W 1セット

レスーバーコイル 2セット

受信機 1セット

位相差測定範囲 $-20^{\circ} \sim +20^{\circ}$

振幅比測定範囲 0 ~ 2.0

磁気探査は予備調査の結果、調査予定地域の北側約 $\frac{2}{3}$ の地区(3.7 km²)を選定し、次のような調査を実施した。

測線数 40本

測線長 1~3 km

測線総延長 45.5 km

測線間隔 400~1,000 m
 磁力計 SCINTREX(CANADA) MODEL MP-2
 プロトン磁力計 感度±1γ 2セット
 測定成分 全磁力強度
 固定観測点 エルクレス(Hercules) 釜山付近

(3) 第N年次調査

第N年次はMina la Morena 地区の3.3km²で、時間領域のIP法電気探査を実施した。電極の配置はDiple - Diple法を用いた。

測線間隔は100m、測線長は1.5kmで計画したが、調査の結果、異常帯を把握するため新たに0.7~2.0kmの測線を追加し、測線数23本、測線総延長34.9kmとなった。電極間隔(a)=100m、電極隔差係数(n)=1~4まで4種類を採用し、深度250mまでの情報を求めた。

使用機器は次のとおりである。

送信器

型式 : IPC-7/15KI
 製作所 : SCINTREX(CANADA)社
 出力電圧 : 0~5,000V, DC
 出力電流 : 0~20A, DC

受信器

型式 : IPR-8
 製作所 : SCINTREX(CANADA)社
 最大感度レンジ : 0.3mV
 分極率測定範囲 : 0~100 milli-seconds

発電機

型式 : MG 15KI-AC
 製作所 : SCINTREX(CANADA)社
 出力 : 15KI 400Hz, 300V

7-3 調査結果

(1) 第1年次調査結果

本調査地域の磁気異常は、第三紀の安山岩、玄武岩および閃緑岩等によるもので、磁気異常の解析結果から、これらの磁性岩体の立体的分布が明らかになり、その分布から浅部~深部の地下構造が推定された。これにより、写真地質解析により知られていた地表に露出

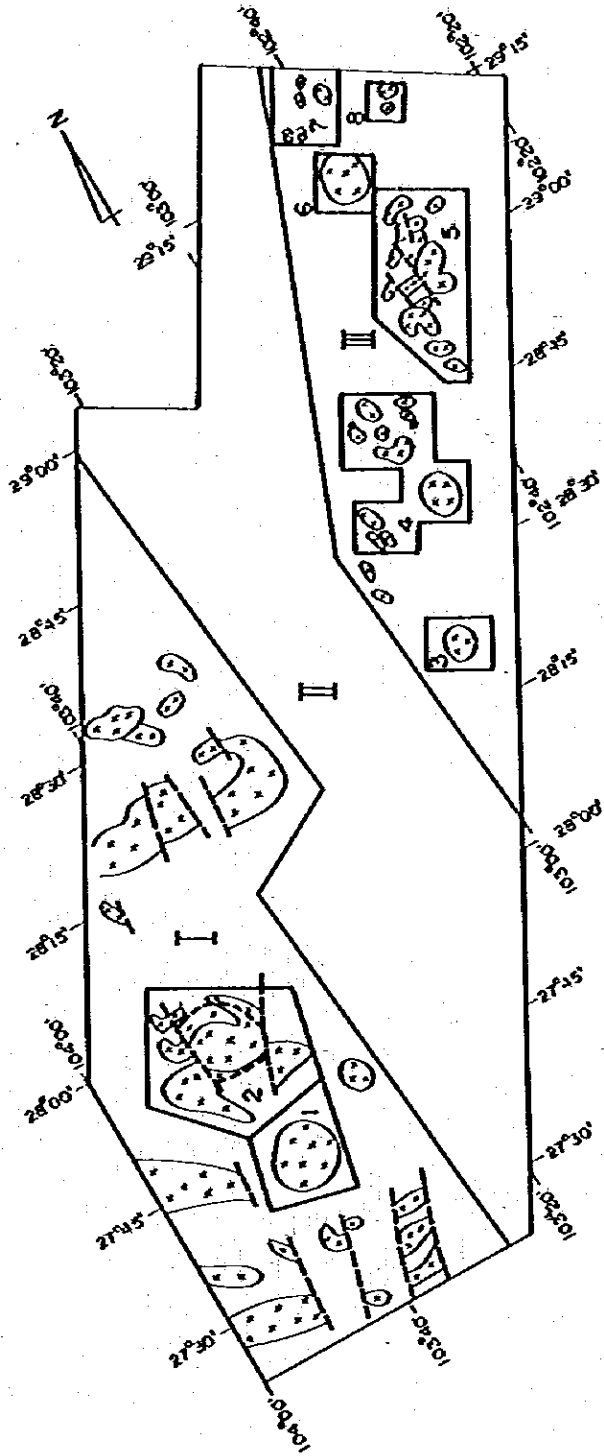


Fig. VII - I Areas recommended to further investigation

する貫入岩の他に、数多くの潜在貫入岩を検出することができた。

地表に露出する貫入岩には、特に強い磁気異常を伴うものと、ほとんど磁気異常のないものがあり、前者は閃緑岩質岩、後者は花崗岩であり、今回検出した潜在貫入岩は、帯磁率測定結果とあわせ、すべて閃緑岩質岩と考えられた。

本調査地域内に存在する金属鉱床のほとんどは、貫入岩の周辺に位置しているが、今回の調査により、鉱床生成に密接な関係をもつ貫入岩の分布地域を限定することができ、さらに写真地質解析と総合して第Ⅲ年次の準精査地区として6地区が選定された。

(2) 第Ⅲ年次調査結果

a. Puerto Rico 地区

本調査地区のIP異常は結晶片岩の分布に極めてよく一致しているが、地質調査および地化学検査の結果からは、片岩中には強いIP効果をあらわす酸化鉱物は含まれておらず、また、採取した岩石試料のFE測定結果からも、本地区に分布する石墨片岩以外のすべての岩石は、いずれもIP効果をほとんど持っていない。

得られたIP異常帯の中には小さないくつかの鉛、亜鉛の鉱徴がみられるが、これらはいずれも酸化鉱で、かつ非常に小さな鉱徴なので、IP異常帯の広がりから判断して、本調査地区のIP異常はこれら酸化鉱によるものとは考えられない。以上の理由で、今回得られたIP異常帯の中には、有望な鉱床が発見される可能性は極めて少なく、基盤岩である片岩、特に石墨に富む片岩がIP異常の原因となっていると判断した。したがって、IP調査の結果を用い、各種資料を総合して、この基盤岩の概略的地下構造を定性的に推定した。

一方、TURAM法によっても数多くの異常が、調査地区の南西側半分の区域に検出されたが、これらに当地区内に分布する鉛、亜鉛鉱床によるものと推定された。TURAM異常の解析結果では、これらの鉱床は $0.2 \sim 1.2 \Omega \cdot m$ の比抵抗で、その潜頭深度は $0 \sim 20 m$ の範囲のものが多く、鉱床の型は異常のパターンから推定して脈状で、長さは短いもので約 $30 m$ 、長いものでは約 $700 m$ である。

以上、本調査地区においては、TURAM異常は鉛、亜鉛鉱床に起因し、IP異常は石墨に富む片岩に起因するものと考えられる。両異常の相互的な関係は不明である。

b. Sierra de Cruces and Mina Picacho 地区

磁気探査により多くの異常が観測され、解析の結果、磁性岩体の帯磁率は $1.4 \sim 19.2 \times 10^{-3} \text{ c.g.s.e.m.u./cc}$ 、深度は $10 \sim 120 m$ で、脈状のものが多く、幅は $60 \sim 360 m$ 、長さは $300 \sim 1,800 m$ と推定された。

これらの磁性岩体は、スカルン帯や貫入岩の中の磁鉄鉱の濃集部分に一致するものと

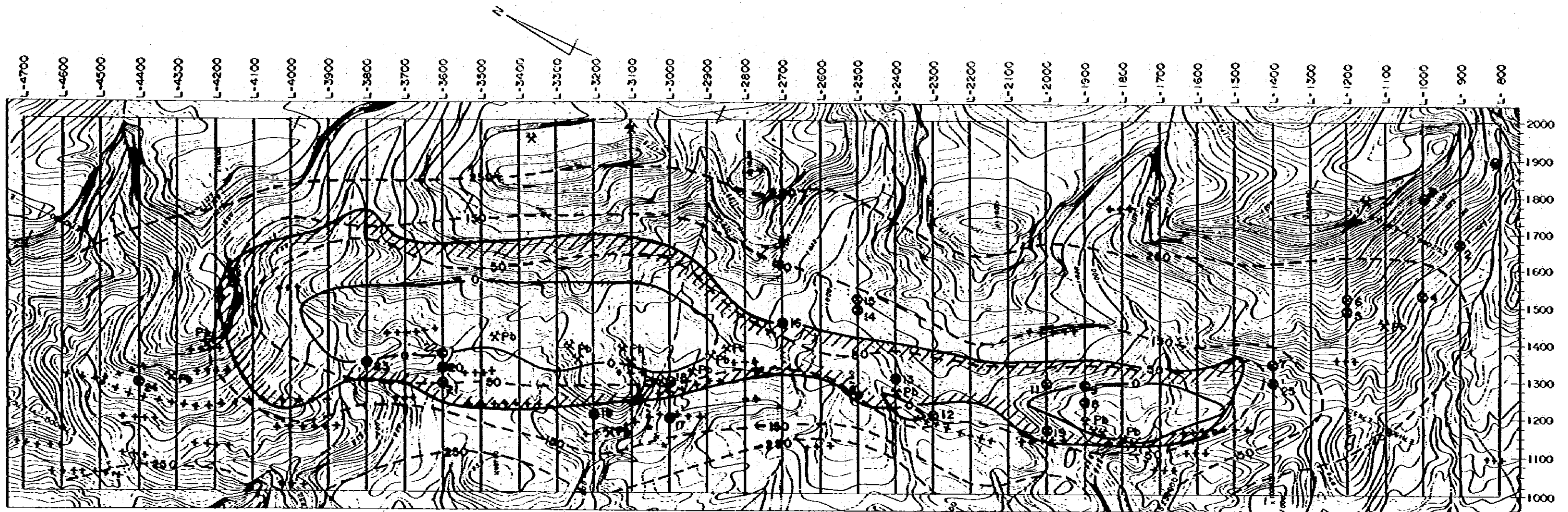










Fig. VII-2 INTERPRETATION MAP OF IP AND TURAM SURVEY

-  IP anomalous zone at the depth of 100ms below the ground surface
 Mine site or location of mineral showing
 Boundary of outcrop of schist
 } Probable boundary of schist of 50ms, 150ms, 250ms respectively below the ground surface
 }
 }
 Location of rock sampling and rock number
 Axis of low resistivity body found out by Turam survey
- 0 100 200 300m
 S = 1:10,000

推定され、中でも磁性岩体№16, 21, 22の帯磁率は特に大きく、これらは鉄鉱床を示徴する可能性が強い。なお磁気異常のパターンから、多数の小断層が存在し、多くの磁性岩体はこれらの小断層により切断されているものと推定される。

(3) 第N年次調査結果

本調査地区のほとんどは石灰岩の再結晶帯にあり、調査の結果、その分極率は5~55 milli-sec.で、今回は25 milli-sec.以上の値をIP異常とみなした。しかし、異常値はバックグラウンドの2倍程度で、余り強い異常ではない。

見掛比抵抗は150~82,000 Ω -mの広範な変化を示すが、石灰岩の再結晶帯の中心部は10,000 Ω -m以上の高比抵抗帯となっている。

IP異常の多く(約70%)は、再結晶帯の周辺にある見掛比抵抗の低い約3,000 Ω -m以下の部分に分布するが、比抵抗の高い再結晶帯の中にも、小規模の異常が若干分布している。

岩石サンプルの比抵抗とIPの測定結果は、再結晶石灰岩のうち、赤鉄鉱を含むものは、比抵抗も分極率もともに大きい傾向が認められた。

以上より今回得られた異常のうち、高比抵抗帯に分布する2~3のIP異常は酸化帯又は鉄床に関係があるものと推定される。これに反し、3,000 Ω -m以下の低比抵抗帯に分布する70%を占める異常は、石灰岩中の細粒の炭酸鈣物ないしは炭質物を含む泥質層によるものと考えられるが、前述のように、異常値と異常帯の比抵抗の大きさからも、炭化物および炭質物の含有量は多くなく、とくに炭化物の量は少ないものと推定される。

第 8 章 試 錐 探 査

第8章 試錐探鉱

8-1 概 要

本試錐探鉱は1977~1978年(第Ⅲ, 第Ⅳ年次)の两年にわたり, Puerto Rico地区ならびにMina la Morena地区において実施された。

Puerto Rico地区は第Ⅲ年次, 第Ⅳ年次の地質, 地化探, 物理探査の調査結果からLas Norias断層沿いの鉱化の状況を把握する目的で実施された。

試錐作業は1977年10月1日に開始され, 翌1978年3月9日に終了した。その間, 3孔の垂直試錐が実施され, 総試錐延長は600.70mである。

Mina la Morena地区は第Ⅲ年次に行われた地質, 地化探および第Ⅳ年次の物理探査や地表地質調査によって見出された鉱化徴候地帯について, 地下の構造を明らかにし, 鉱床賦存の可能性を探る目的で実施された。

試錐作業は1978年7月14日に開始され, 同年11月2日に終了し, 工事量は5孔で1,240.90mである。

8-2 試錐作業

8-2-1 工法および使用機材, 資材

掘進の対象となる岩石は, 主に石灰岩, 礫岩, 片岩等からなっており, 断層に伴う破砕帯, 逸水層, 断層角礫粘土帯等の存在が予測されたので, これらに対処できる工法として, ベントナイト泥水使用によるワイヤーライン工法を採用した。第Ⅲ年次の1977年にはNQおよびBQサイズを主体に掘進を計画したが, 脆弱な岩質部分の孔壁崩壊, 粘土を伴う断層破砕帯の孔壁保護には最終的にはケーシングの挿入を必要とし, 第Ⅳ年次の1978年にはHQ-WLを補充して使用した。

使用した機種および資材はTable V-1~4に示したとおりである。大部分は日本から発送されたが, ケーシングパイプならびにドリルパイプの一部, 泥水材料, 油脂燃料類, セメント等は現地にて調達された。また, ダイヤモンドビットおよびリーマーの一部については, Mexico市でリセットを行った。

1978年度のMina la Morena地区はMorena山脈中央部に位置するため, 近くに人家集落はなく, 従って作業に当って, まず, ベースキャンプ用木造家屋の建築を行った。

8-2-2 準備, 移設, 撤去作業

試錐工事が開始された第Ⅲ年次に当り, 試錐工事に先立って, 試錐機および機材類の多くは日本から海路Acapulco港へ輸送され, Acapulco港からはCRMによって陸路Ejido las

Table VIII-1 Drilling Equipment

| Item | Type | Quantity | Specification |
|----------------------|--------------------------------|----------|---|
| Drilling machine | TGM-5A (Tone Boring, Co.) | 1 set | Capacity: HQ 350a, NQ 510a, BQ 660a Inner diameter of spindle: 93mm Spindle speed: 140, 340, 525, 690 r.p.m. Weight (excl. engine): 1,600kg |
| Wireline hoist | WHS-600 (Tone Boring, Co.) | 1 " | Attached to drilling machine |
| Engine for drill | F3L-912 (Mitsui Deuts, Co.) | 1 " | Diesel engine: 4 cycle air-cool type Revolution: 1800 ~ 1500 r.p.m. Related power: 40 ~ 33.5 P.S. |
| Drilling pump | NAS-3B (Tone Boring, Co.) | 1 " | Type: 2 cylinders - Double acting Piston diameter: 75mm Capacity: 105l/min Pressure: 32kg/cm ² |
| Engine for pump | TS-130C (Yanmar Diesel Co.) | 1 " | Diesel engine Revolution: 2200 r.p.m. Related power: 11 P.S. |
| Mud mixer | MCE-100A | 1 " | Tank capacity: 125l Effective capacity: 100l Propeller revolution: 800-1000 r.p.m. |
| Engine for mixer | TS-50 | 1 " | Diesel engine Revolution: 2000 r.p.m. Related power: 4 P.S. |
| Derrick | DRP9-5 | 1 " | Steel structural derrick (vertical) Maximum load capacity: 6t Effective length of pull rod: 6m |
| Generator | YSG-2SN | 1 " | 2KVA 100-110A |
| Engine for generator | NS-40 | 1 " | Diesel engine Revolution: 2000 r.p.m. Related power: 4 P.S. |
| Water tank | | 8 sets | Plastic tank 5m ³ 5 sets 1.5m ³ 3 sets |

Table VIII-2 Drilling Tools

| Item | Type | Puerto Rico | Mina la Morena | Specification |
|-----------------------|--------------|-------------|----------------|---------------|
| Drill rod | HQ-3.05 m | pcs | 50 pcs | |
| | " -1.52 " | | 2 " | |
| | NQ-3.00 " | 70 | 70 " | |
| | " -3.05 " | | 20 " | |
| | " -1.50 " | 2 | 2 " | |
| | BQ-3.00 " | 110 | 67 " | |
| | " -3.05 " | | 33 " | |
| | " -1.52 " | 2 | 2 " | |
| AQ-3.05 " | 10 | 15 " | | |
| Casing pipe | HW-1.52 m | pcs | 20 pcs. | |
| | " -0.61 " | | 20 " | |
| | NW-3.00 " | 10 | 10 " | |
| | " -3.05 " | | 45 " | |
| | " -1.00 " | 2 | 2 " | |
| | BW-3.00 " | 93 | 43 " | |
| | " -3.05 " | | 46 " | |
| " -1.00 " | 2 | 2 " | | |
| Wireline core barrels | HQ-3.05 m | sets | 3 sets | |
| | NQ-3.00 " | 3 | 3 " | |
| | " -3.05 " | | 1 " | |
| | BQ-3.00 " | 3 | 3 " | |
| | " -3.05 " | | 1 " | |
| Single core tube | 114m/m-1.50m | set | 1 set | |
| | " -0.50" | | 1 " | |
| | 99m/m-1.50" | 1 | 1 " | |
| | " -0.50" | 2 | 2 " | |
| Water swivel | EH | 1 set | 1 set | 50J-25m/m |
| Hoisting swivel | B | 1 set | 1 set | |
| Rod holder | RH-85 | 1 set | 1 set | |
| | E-7454 | 1 " | 1 " | |
| Inclinater | Tro-Parl | | 1 set | |
| Diamond bit | NQ-WL | 6 pcs | 6 pcs | 30 cts |
| | BQ-WL | 14 " | 3 " | 20 " |
| Reaming shell | NQ-WLR | 2 pcs | 3 pcs | 6.628 cts |
| | BQ-WLR | 6 " | 1 " | 6 " |
| Casing shoe | HW | pc | 1 pc | 38 cts |
| | BW | 1 | | 15 " |

Table VIII-3 Consumed Materials (Puerto Rico)

| Article | Specification | Unit | Quantity | | | |
|-------------------------------|--------------------|------|----------|-------|-------|-------|
| | | | DDH-1 | DDH-2 | DDH-3 | Total |
| Diesel fuel | | ℓ | 1,400 | 1,400 | 1,800 | 4,600 |
| Casoline | | " | 4,200 | 1,600 | 3,600 | 9,400 |
| Mobil oil | | " | 70 | 60 | 70 | 200 |
| Lubricant | | " | 100 | - | - | 100 |
| Kerosene | | " | 20 | 100 | 100 | 220 |
| Grease | #2 | kg | 6 | 4 | 6 | 16 |
| Antifreeze solution | | ℓ | - | 20 | - | 20 |
| Bentonite | 25kg/bag | bag | 30 | 49 | 28 | 107 |
| BH | | kg | - | 50 | 25 | 75 |
| Cement | | pack | 34 | 28 | 38 | 100 |
| Potassium chloride | | kg | - | 20 | - | 20 |
| Diamond bit | NQ | pcs | 2 | 1 | 3 | 6 |
| ditto | BQ | " | 8 | 3 | 3 | 14 |
| ditto | BW | " | 1 | - | - | 1 |
| Diamond reaser | NQ | " | 1 | - | 1 | 2 |
| ditto | BQ | " | 3 | 1 | 2 | 6 |
| Metal crown | BW | " | 2 | - | - | 2 |
| ditto | BQ | " | 2 | - | - | 2 |
| Drill rod | BQ - 3a | " | 2 | 5 | 6 | 13 |
| ditto | BQ - 1.5a | " | 1 | - | 1 | 2 |
| Casing pipe | BW - 3a | " | 15 | 2 | 2 | 19 |
| Core lifter | NQ | " | - | - | 2 | 2 |
| ditto | BQ | " | 4 | - | 2 | 6 |
| Core lifter case | NQ | " | - | - | 2 | 2 |
| ditto | BQ | " | 2 | - | 2 | 4 |
| Inner tube stabilizer | NQ | " | 1 | - | 1 | 2 |
| ditto | BQ | " | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Inner tube | BQ - 3a | " | - | - | 2 | 2 |
| Outer tube assezbly | | " | 1 | - | 1 | 2 |
| Spare blade for casing cutter | BQ and BW | set | 4 | - | - | 4 |
| Spare piece for rod holder | RH-85 NQ | " | - | - | 1 | 1 |
| ditto | RH-85 BQ | " | - | 1 | - | 1 |
| TN-metal | 5 x 5 x 8a/a | pcs | 10 | - | - | 10 |
| Wire rope | 12.5a/a x 30a | vol | - | - | 1 | 1 |
| Steel wire | #10 | kg | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Old cloth | | kg | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Oil filter | for F3L-912 engine | pcs | - | 1 | - | 1 |

Table VIII-4 Consumed Materials (Mina la Morena)

| Article | Specification | Unit | Quantity | | | | | Total |
|-----------------------|----------------------------------|------|----------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | | DDH-1 | DDH-2 | DDH-3 | DDH-4 | DDH-5 | |
| Diesel fuel | Drilling machine & Drilling pump | ℓ | 700 | 800 | 800 | 550 | 600 | 3,450 |
| " " | Tank lorry | ℓ | 500 | 500 | 500 | 450 | 500 | 2,450 |
| " " | Generator | ℓ | | | | | | 1,000 |
| " " | Water pump | ℓ | | | | | | 1,000 |
| " " | Truck | ℓ | | | | | | 1,000 |
| " " | Others | ℓ | | | | | | 700 |
| Gasoline | | ℓ | 3,500 | 2,300 | 2,000 | 1,500 | 3,000 | 12,300 |
| Engine oil | | ℓ | 60 | 10 | 10 | 10 | 50 | 140 |
| Cylinder oil | | ℓ | 40 | - | - | - | 40 | 80 |
| Grease | #2 | kg | 30 | 5 | 5 | 5 | 50 | 95 |
| Bentonite | | kg | 150 | - | - | - | - | 150 |
| Cement | | t | 1.5 | - | - | - | - | 1.5 |
| Diamond bit | NQ | pcs | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 9 |
| | BQ | " | 1 | 3 | - | - | - | 4 |
| | HW | " | - | - | 1 | - | - | 1 |
| Diamond reaming shell | NQ | " | 2 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 5 |
| | BQ | " | 0.5 | 0.5 | - | - | - | 1 |
| Metal crown | 115 #/m | pcs | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Core barrel | 3.00 x BQ | " | 0.5 | 0.5 | - | - | - | 1 |
| Drill rod | 3.00 x NQ | " | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| Core lifter | NQ | " | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 10 |
| | BQ | " | 2 | 2 | - | - | - | 4 |
| Core lifter case | NQ | " | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 4 |
| | BQ | " | 1 | 1 | - | - | - | 2 |

Norias ベースキョンプまで運搬された。

作業班の編成は日本人技師 1 名、CRM 技術員 1 名及び現地作業補助員 2 名の計 4 名とし、2 班編成の 1 日 2 方制をとった。他にタンクローリー運転手、同補助員が作業に従事した。

試験用道路の建設は CRM に委託し、ブルドーザーならびに人力により造成された。工事道路の総延長は Ruerto Rico 地区で 2.8 km、Mina la Morena 地区で 11.0 km であった。

試験用水は両地区ともに現場付近で得られなかったため、部落の水井戸より採水し、タンクローリー車 (10 t) で現場まで運搬、組立式ポリエチレン製水槽 (5 m³) 2 基に貯水して使用した。

試験機の移設は 10 t トラックおよび 1.5 t 軽トラックを用いて行った。

8-2-3 掘進作業

1) Puerto Rico 地区

各孔の掘進状況は Table VI-5, 6 の工程表および Table VI-7~14 の工事総括表の通りである。

掘進に当っては NQ-WL ダイヤモンドビットで口切りを行い、NW-CP を追切りにより挿入した。その後は NQ-WL を使用して限界に達するまで掘進を延ばし、BW-CP を挿入して BQ-WL に切換え、予定深度まで掘進した。

本地区では Las Norias 断層に伴われた破砕帯およびその近傍を掘進したため、しばしば断層破砕帯・逸水帯・粘土帯に遭遇し、またチャート層や珪岩層の多い硬岩部では、全体の固結度が低く崩壊しやすい状態であった。

掘進中はベントナイト泥水を使用して孔壁保持をはかり、崩壊の著しい部分はセメンテーションを反復実施しながら孔壁を保護し掘進する状態で、掘進能率は著しく低下した。

また、全量逸水によるスライムの急激沈降と孔壁の崩壊により、ドリルロッドの滞留事故を引き起し、修正再掘進を行う事態も生じた。

2) Mina la Morena 地区

各孔の掘進状況は Table VI-8 の工程表および Table VI-9~13 の工事総括表の通りである。

掘進の方法はまず 115% メタルクラウンを使用して表土部を無水掘りにて掘進し、HW-CP を挿入した。その後は NQ-WL を使用して掘進し、限度に達したところで BQ-WL に切り換えて、予定深度まで掘進した。ここでは前年度の経験にもとづき、HQ-WL を追加補充し万全を期したが、NQ-WL を主体に掘進することができて、殆ど使用するに至らなかった。

本地区の掘進対象岩石は主に再結晶石灰岩で、開口性の裂かが発達しており、掘進中激しい逸水現象が頻繁にみられた。当初はセメンテーションによる逸水防止を図ったが、数センチ〜数 10 センチ毎に逸水するため、防止の効果が上らず、作業も遅延するので、逸

Table VIII-6 Progress of Drilling Works (Mina la Morena)

| Item | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Remarks |
|---|-------|-------|-------|------|-------|---------|
| 1 Trip (Japan-drilling site) | 14 19 | | | | | |
| Preparation of camp | | | | | | |
| 2 Construction of access road (by C.R.M.) | | | | | | |
| Haulage, Preparation | 20 25 | | | | | |
| DR-N | | 20 24 | | | | |
| Drilling | | 15 18 | | | | |
| Dismounting | | 16 18 | | | | |
| Haulage, Preparation | | 19 21 | | | | |
| DR-K2 | | | 21 | | | |
| Drilling | | | 21 | | | |
| Dismounting | | | 21 | | | |
| Haulage, Preparation | | | 22 24 | | | |
| DR-K3 | | | | | | |
| Drilling | | | 23 | | | |
| Dismounting | | | 23 | | | |
| Haulage, Preparation | | | 24 27 | | | |
| DR-M1 | | | | | | |
| Drilling | | | 24 | | | |
| Dismounting | | | 24 | | | |
| Haulage, Preparation | | | 25 27 | | | |
| DR-N3 | | | | | | |
| Drilling | | | 27 | | | |
| Dismounting | | | 27 | | | |
| Haulage, Preparation | | | 28 30 | | | |
| DR-N5 | | | | | | |
| Drilling | | | 28 | | | |
| Dismounting | | | 28 | | | |
| Haulage (Drilling site-Base Camp) | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 Trip (Drilling site-Japan) | | | | | 28 29 | |
| 6 Inspection of core and others | | | | | | |

Table VIII-7 Summary of Drilling Results: DDH-1 (Puerto Rico)

| Item | Working period | | Number of days | Actual working days | Repairing days | No working days | Total number of workers excl. Repair incl. Repair | |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|--|-------------------------------------|---|-------------------------|--|------------|
| Preparation | 1st Oct. '77- 8th Oct. '77 | | 7.5 | 7.5 | - | - | 55 | 55 |
| Drilling | 8th Oct. '77-26th Nov. '77 | | 49.5 | 21 | 26.5 | 2 | 161 | 379 |
| Dismounting | 27th Nov. '77-27th Nov. '77 | | 1 | 1 | - | - | 7 | 7 |
| Total | 1st Oct. '77-27th Nov. '77 | | 58 | 29.5 | 26.5 | 2 | 223 | 441 |
| Drilling length, etc. | | | | Core recovery for each 100m section | | | | |
| Planned length | 200.00m | Over-burden | 0 | Depth of hole | Section | Total | | |
| Increase or decrease in length | -69.50m | Core length | 113.85m | 0 - 98.75m | 90.2% | 90.2% | | |
| Length drilled | 130.50m | Core recovery | 87.2% | 98.75 - 130.50m | 77.8% | 87.2% | | |
| Working time | Drilling | Drilling | 53 ^h 05 ^m | 10.0% | 8.4% | Drilling efficiency | | |
| | | Hoisting & lowering rod, casing | 238 ^h 15 ^m | 44.6% | 37.7% | 130.50m/Working period | | 2.25m/day |
| | | Repairing | 242 ^h 30 ^m | 45.4% | 38.4% | 130.50m/Working days | | 4.42m/day |
| | | Sub total | 533 ^h 50 ^m | 100.0% | 84.5% | 130.50m/Drilling period | | 2.64m/day |
| | Preparation | 68 ^h 00 ^m | | 10.8% | 130.50m/Net drilling days | | 6.21m/day | |
| | Dismounting | 13 ^h 00 ^m | | 2.1% | Total workers/130.50m (incl. Repair) | | 3.38man/m | |
| | Others | *16 ^h 10 ^m | | 2.6% | Total workers/130.50m (excl. Repair) | | 1.71man/m | |
| | Total | 631 ^h 00 ^m | | 100.0% | Total drilling workers/130.50m (incl. Repair) | | 1.23man/m | |
| | Inserting casing pipe | Pipe size & inserted length (m) | Inserted length / Drilling length x 100% | Recovery of casing pipe (%) | Total drilling workers/130.50m (excl. Repair) | | 2.90man/m | |
| | | BW.C.P. 97 | 100 | 88.65 | Drilling length by each size (m) | | | |
| | | | | Bit size | NQ | BQ | | |
| | | | | Drilling length | 91.65 | 38.85 | | |
| | | | | Core length | 85.05 | 28.80 | | |
| Remarks: 1. *Waiting water 2. Water supply was done by C.R.N. | | | | | | | | |

Table VIII-8 Summary of Drilling Results: DDH-2 (Puerto Rico)

| Item | Working period | | | Number of days | Actual working days | No working days | Total number of workers |
|------------------------------------|---------------------------------|--|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Preparation | 28th Nov. '77 ~ 2nd Dec. '77 | | | 5 | 5 | 0 | 44 |
| Drilling | 3rd Dec. '77 ~ 31st Dec. '77 | | | 29 | 28 | 1 | 232 |
| Dismounting | 1st Jan. '78 ~ 3rd Jan. '78 | | | 3 | 2 | 1 | 17 |
| Total | 28th Nov. '77 ~ 3rd Jan. '78 | | | 37 | 35 | 2 | 293 |
| Drilling length, etc. | | | | Core recovery for each 100m section | | | |
| Planned length | 0 | Over burden | 3.00m | Depth of hole | Section | Total | |
| Increase or decrease in length | +0.20m | Core length | 172.56m | 0 ~ 96.65m | 98.7% | 98.7% | |
| Length drilled | 200.20m | Core recovery | 86.2% | 96.65 ~ 200.20m | 74.5% | 86.2% | |
| Working time | Drilling | Drilling | 116 ^h 50 ^m | 29.1% | 24.4% | Drilling efficiency | |
| | | Hoisting & lowering rod, casing | 173 ^h 10 ^m | 43.1% | 36.1% | 200.20m/Working period | 5.41m/day |
| | | Repairing | 112 ^h 00 ^m | 27.8% | 23.4% | 200.20m/Working days | 5.72m/day |
| | | Sub total | 402 ^h 00 ^m | 100.0% | 83.9% | 200.20m/Drilling period | 6.90m/day |
| | Preparation | 22 ^h 00 ^m | | 4.6% | 200.20m/Net drilling days | 9.50m/day | |
| | Dismounting | 21 ^h 00 ^m | | 4.4% | Total workers/200.20m | 1.46man/m | |
| | Others | *34 ^h 00 ^m | | 7.1% | Total drilling workers/200.20m | 1.16man/m | |
| | Total | 479 ^h 00 ^m | | 100.0% | | | |
| Inserting casing pipe | Pipe size & inserted length (m) | Inserted length / Drilling length x 100% | Recovery of casing pipe (%) | Drilling length by each size (m) | | | |
| | | | | Bit size | NQ | BQ | |
| | NW.C.P. 9.00 | 100 | 100 | Drilling length | 109.85 | 90.35 | |
| BW.C.P. 109.85 | 100 | 100 | Core length | 108.60 | 63.96 | | |
| Remarks | | | | | | | |
| 1. *Waiting water | | | | | | | |
| 2. Water supply was made by C.R.H. | | | | | | | |

Table VIII-9 Summary of Drilling Results: DDH-3 (Puerto Rico)

| Item | Working period | | | Number of days | Actual working days | No working days | Total number of workers | |
|--|---|---|--|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|
| Aid for construction of access road (C.R.H.) | (4th Jan. '78-26th Jan. '78) | | | (23) | (21) | (2) | (93) | |
| Preparation | 27th Jan. '78-31st Jan. '78 | | | 5 | 5 | 0 | 49 | |
| Drilling | 1st Feb. '78-26th Feb. '78 | | | 26 | 26 | 0 | 220 | |
| Dismounting | 27th Feb. '78 ~ 4th Mar. '78 | | | 6 | 6 | 0 | 47 | |
| Total | 27th Jan. '78 ~ 4th Mar. '78 (4th Jan. '78 ~ 4th Mar. '78) | | | 37 (60) | 37 (58) | 0 (2) | 316 (409) | |
| Drilling length, etc. | | | | Core recovery for each 100m section | | | | |
| Planned length | 200.00m | Overburden | 0 | Depth of hole | Section | Total | | |
| Increase or decrease in length | +70.00m | Core length | 244.75m | 0 - 107.50m | 85.9% | 85.9% | | |
| Length drilled | 270.00m | Core recovery | 90.6% | 107.50 - 190.20m | 98.5% | 91.4% | | |
| | | | | 190.20 - 270.00m | 88.7% | 90.6% | | |
| Working time | Drilling | Drilling | 154 ^h 00 ^m | 36.2% | 29.1% | Drilling efficiency | | |
| | | Hoisting & lowering rod casing | 175 ^h 00 ^m | 41.2% | 33.1% | 270.00m/Working period | | 7.30m/day |
| | | Repairing | 96 ^h 00 ^m | 22.6% | 18.2% | 270.00m/Working days | | 7.30m/day |
| | | Sub total | 425 ^h 00 ^m | 100.0% | 80.4% | 270.00m/Drilling period | | 10.38m/day |
| | Preparation | 46 ^h 00 ^m | | 8.6% | 270.00m/Net drilling days | | 10.38m/day | |
| | Dismounting | 58 ^h 00 ^m | | 11.0% | Total workers/270.00m | | 1.17man/m | |
| | Others | (168 ^h 00 ^m) | | (24.1) | Total drilling workers/270.00m | | 0.85man/m | |
| | Total | 529 ^h 00 ^m (679 ^h 00 ^m) | | 100.0% | Drilling length by each size (m) | | | |
| | Inserting casing pipe | Pipe size & inserted length (m) | Inserted length / Drilling length x 100% | Recovery of casing pipe (%) | Bit size | NQ | BQ | |
| | | BW.C.P. 190.20 | 100 | 100 | Drilling length | 190.20 | 79.80 | |
| | | | | Core length | 173.85 | 70.90 | | |
| Remarks: 1. Parenthesized figures show the work for road construction in cooperation with C.R.H. 2. Water supply was made by C.R.H. | | | | | | | | |

Table VIII-10 Summary of Drilling Results: DDH-MI (Mina la Morena)

| Item | Working period | | Number of days | Actual working days | Repairing days | Road re-pairing days | Total number of workers | | |
|--|----------------------------------|----------------------------------|--|---|---|----------------------------|-------------------------|--------------------|--|
| | | | | | | | excl. Road repairs | Incl. Road repairs | |
| Preparation | 20th Jul.'78~25th Jul.'78 | | 6 | 6 | 0 | 0 | 57 | 57 | |
| Drilling | 26th Jul.'78~14th Aug.'78 | | 20 | 16 | 0 | 4 | 155 | 246 | |
| Dismounting | 15th Aug.'78 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 10 | 10 | |
| Total | 24th Jul.'78~15th Aug.'78 | | 27 | 23 | 0 | 0 | 214 | 305 | |
| Drilling length, etc. | | | Core recovery for each 100m section | | | | | | |
| Planned length | 300.0 m | Over-burden | 0 m | Depth of hole | | Section | Total | | |
| Increase or decrease in length | +2.25 m | Core length | 288.69m | 0~100.05 m | | 96.69 % | 96.69 % | | |
| Length drilled | 302.25 m | Core recovery | 95.51% | 100.05~200.50 m | | 97.07 % | 96.88 % | | |
| | | | | 200.50~302.25 m | | 93.32 % | 95.51 % | | |
| Working time | Drilling | Drilling | 95 ^h 30 ^m | 51.9 % | 33.5 % | Drilling efficiency | | | |
| | | Hoisting & lowering tool, casing | 33 ^h 30 ^m | 18.2 % | 11.8 % | 302.25 m/Working period | | 11.19 m/day | |
| | | Repairing | - | - % | - % | 302.25 m/Working days | | 13.14 m/day | |
| | | Others | 55 ^h 00 ^m | 29.9 % | 19.3 % | 302.25 m/Drilling period | | 15.11 m/day | |
| | | Sub total | 184 ^h 00 ^m | 100.0 % | 64.6 % | 302.25 m/Net drilling days | | 18.89 m/day | |
| | Preparation | 57 ^h 00 ^m | | 20.0 % | Total workers/302.25 m (incl. Road repairs) | | 1.01 man/m | | |
| | Dismounting | 8 ^h 00 ^m | | 2.8 % | Total workers/302.25 m (excl. Road repairs) | | 0.71 man/m | | |
| | Others * | 36 ^h 00 ^m | | 12.6 % | | | | | |
| | Total | 285 ^h 00 ^m | | 100.0 % | | | | | |
| | Inserting casing pipe | Pipe size & inserted length (m) | Inserted length / Drilling length x 100% | Recovery of casing pipe (%) | Total drilling workers/302.25m (incl. Road repairs) | | 0.81 man/m | | |
| HW.C.P.: 2.25 | | 0.7 | 100 | Total drilling workers/302.25m (excl. Road repairs) | | 0.51 man/m | | | |
| BW.C.P.: 260.25 | | 86.1 | 100 | Drilling length by each size (m) | | | | | |
| Bit size | | 115 mm | NQ | BQ | | | | | |
| Drilling length | | 2.25 | 258.00 | 42.00 | | | | | |
| Core length | 1.65 | 245.79 | 41.25 | | | | | | |
| Remarks: * Waiting for water and road repairing. | | | | | | | | | |

Table VIII-11 Summary of Drilling Results: DDH-M2 (Mina la Morena)

| Item | Working period | | Number of days | Actual working days | Repairing days | No. working days | Total number of workers | |
|---|------------------------------------|--------------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------|
| Preparation | 16th Aug. '78-18th Aug. '78 | | 3 | 3 | 0 | 0 | 36 | |
| Drilling | 19th Aug. '78- 8th Sep. '78 | | 21 | 17 | 0 | 4* | 146 | |
| Dismounting | 9th Sep. '78 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 11 | |
| Total | 16th Aug. '78- 9th Sep. '78 | | 25 | 21 | 0 | 4 | 193 | |
| Drilling length, etc. | | | Core recovery for each 100m section | | | | | |
| Planned length | 212.5 m | Over-burden | 0 m | Depth of hole | | Section | Total | |
| Increase or decrease in length | ±89.7 m | Core length | 277.90m | 0-100.25 m | | 96.36% | 96.36 % | |
| Length drilled | 302.20 m | Core recovery | 91.96% | 100.25-200.95 m | | 86.84% | 91.59 % | |
| | | | | 200.95-302.20 m | | 92.69% | 91.96 % | |
| Working time | Drilling | Drilling | 93 ^h 30 ^m | 50.5% | 41.2 % | Drilling efficiency | | |
| | | Hoisting & lowering rod, casing | 59 ^h 00 ^m | 31.9% | 26.0 % | 302.20 m/Working period | | 12.09 m/day |
| | | Repairing | 3 ^h 00 ^m | 1.6% | 1.3 % | 302.20 m/Working days | | 14.39 m/day |
| | | Others | 29 ^h 30 ^m | 16.0% | 13.0 % | 302.20 m/Drilling period | | 14.39 m/day |
| | | Sub total | 185 ^h 00 ^m | 100.0% | 81.5 % | 302.20 m/Net drilling days | | 17.78 m/day |
| | Preparation | 25 ^h 00 ^m | | 11.0 % | Total workers/302.20 m | | 0.64 man/m | |
| | Dismounting | 9 ^h 00 ^m | | 4.0 % | Total workers/ | | man/m | |
| | Others | 8 ^h 00 ^m | | 3.5 % | (excl. Road Repairs) | | man/m | |
| | Total | 227^h00^m | | 100.0 % | | | | |
| | Inserting casing pipe | Pipe size & inserted length (m) | Inserted length / Drilling length x 100% | Recovery of casing pipe (%) | Total drilling workers/302.20m | | 0.48 man/m | |
| M.C.P.: 0.6 | | 0.2 | 100 | Total drilling workers/ | | man/m | | |
| BW.C.P.: 130.15 | | 43 | 100 | Drilling length by each size (m) | | | | |
| Bit size | | 115 mm | NQ | BQ | | | | |
| Drilling length | | 0.6 | 132.55 | 169.05 | | | | |
| Core length | 0.6 | 119.00 | 158.30 | | | | | |
| Remarks: * Waiting for decision of increase in drilling length. | | | | | | | | |

Table VIII-12 Summary of Drilling Results: DDH-M3 (Mina la Morena)

| Item | Working period | | Number of days | Actual working days | Repairing days | No. working days | Total number of workers | |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|--|--|---|-------------------------|---------------|
| | | | | | | | excl. Repairs | incl. Repairs |
| Preparation | 10th Sep.'78-11th Sep.'78 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 16 | 16 |
| Drilling | 12th Sep.'78-24th Sep.'78 | | 13 | 9 | 4 | 0 | 77 | 112 |
| Dismounting | 25th Sep.'78 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 9 | 9 |
| Total | 10th Sep.'78-25th Sep.'78 | | 16 | 12 | 4 | 0 | 102 | 137 |
| Drilling length, etc. | | | Core recovery for each 100m section | | | | | |
| Planned length | 212.5 m | Overburden | 5.5m | Depth of hole | | Section | Total | |
| Increase or decrease in length | -0.25 m | Core length | 206.40m | 0-109.95 m | | 97.0 % | 97.0 % | |
| Length drilled | 212.25 m | Core recovery | 97.24% | 109.95-212.25 m | | 97.6 % | 97.2 % | |
| Working time | Drilling | Drilling | 68 ^h 30 ^m | 35.5 % | 31.1 % | Drilling efficiency | | |
| | | Hoisting & lowering tool, casing | 30 ^h 00 ^m | 15.6 % | 31.6 % | 212.25 m/Working period | | 13.27 m/day |
| | | Repairing | 71 ^h 00 ^m | 36.8 % | 32.3 % | 212.25 m/Working days | | 17.69 m/day |
| | | Others | 23 ^h 30 ^m | 12.1 % | 10.7 % | 212.25 m/Drilling period | | 16.33 m/day |
| | | Sub total | 193 ^h 00 ^m | 100.0 % | 87.7 % | 212.25 m/Net drilling days | | 23.58 m/day |
| | Preparation | Preparation | 18 ^h 00 ^m | | 8.2 % | Total workers/ 212.25 m (incl. Repairs) | | 0.65 man/m |
| | | Dismounting | 9 ^h 00 ^m | | 4.1 % | Total workers/ 212.25 m (excl. Repairs) | | 0.48 man/m |
| | | Others | | | % | | | |
| | Total | 220^h00^m | | | 100.0 % | | | |
| | Inserting casing pipe | Pipe size & inserted length (m) | Inserted length / Drilling length x 100% | Recovery of casing pipe (%) | Total drilling workers/212.25m (incl. Repairs) | | 0.53 man/m | |
| N.W.C.P.: 5.80 | | 2.7 | 100 | Total drilling workers/212.25m (excl. Repairs) | | 0.36 man/m | | |
| N.W.C.P.: 153.30 | | 72.0 | 100 | Drilling length by each size (m) | | | | |
| | | | | Bit size | 115 mm | NQ | | |
| | | | | Drilling length | 5.80 m | 206.45 m | | |
| | | | Core length | 5.80 m | 200.60 m | | | |
| Remarks: | | | | | | | | |

Table VIII-13 Summary of Drilling Results: DDH-M4 (Mina la Morena)

| Item | Working period | | Number of days | Actual working days | Repairing days | No. working days | Total number of workers |
|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--|---|---------------------------------|------------------|-------------------------|
| Preparation | 26th Sep. '78~27th Sep. '78 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 16 |
| Drilling | 28th Sep. '78~ 3rd Oct. '78 | | 6 | 6 | 0 | 0 | 52 |
| Dismounting | 4th Oct. '78~ 5th Oct. '78 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 18 |
| Total | 26th Sep. '78~ 5th Oct. '78 | | 10 | 10 | 0 | 0 | 86 |
| Drilling length, etc. | | | | Core recovery for each 100m section | | | |
| Planned length | 212.5 m | Over-burden | 5.90m | Depth of hole | Section | Total | |
| Increase or decrease in length | -9.25 m | Core length | 203.15m | 0.106.55 m | 99.9 % | 99.9 % | |
| Length drilled | 203.25 m | Core recovery | 99.95% | 106.55~203.25m | 100.0 % | 99.9 % | |
| Working time | Drilling | 52 ^h 30 ^m | 62.5 % | 44.5 % | Drilling efficiency | | |
| | Hoisting & lowering rod, casing | 16 ^h 30 ^m | 19.6 % | 14.0 % | 203.25 m/Working period | | 20.33 m/day |
| | Repairing | - | - | - | 203.25 m/Working days | | 20.33 m/day |
| | Others | 15 ^h 00 ^m | 17.9 % | 12.7 % | 203.25 m/Drilling period | | 33.88 m/day |
| | Sub total | 84 ^h 00 ^m | 100.0 % | 71.2 % | 203.25 m/Net drilling days | | 33.88 m/day |
| | Preparation | 18 ^h 00 ^m | / | 15.3 % | Total workers/203.25 m | | 0.42 man/m |
| | Dismounting | 16 ^h 00 ^m | / | 13.5 % | Total workers/ | | man/m |
| | Others | - | / | % | Total workers/ (excl. Repairs) | | man/m |
| | Total | 118 ^h 00 ^m | / | 100.0 % | Total drilling workers/203.25 m | | 0.26 man/m |
| | Inserting casing pipe | Pipe size & inserted length (m) | Inserted length / Drilling length x 100% | Recovery of casing pipe (%) | Total drilling workers/ | | man/m |
| N.W.C.P.: 5.90 | | 2.9 | 100 | Total drilling workers/ (excl. Repairs) | | man/m | |
| Drilling length by each size (m) | | | | | | | |
| Bit size | | 115 mm | NQ | Drilling length | | 5.90 m 197.35 m | |
| Core length | | 5.90 m | 197.25 m | | | | |
| Remarks: | | | | | | | |

Table VIII-14 Summary of Drilling Results: DDH-M5 (Mina la Morena)

| Item | Working period | | Number of days | Actual working days | Repairing days | No. working days | Total number of workers | |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------|
| Préparation | 6th Oct. '78~7th Oct. '78 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 16 | |
| Drilling | 8th Oct. '78~15th Oct. '78 | | 8 | 8 | 0 | 0 | 72 | |
| Dismounting | 16th Oct. '78~19th Oct. '78 | | 4 | 4 | 0 | 0 | 30 | |
| Total | 6th Oct. '78~19th Oct. '78 | | 14 | 14 | 0 | 0 | 118 | |
| Drilling length, etc. | | | | Core recovery for each 100m section | | | | |
| Planned length | 212.5 m | Overburden | 1.90m | Depth of hole | Section | Total | | |
| Increase or decrease in length | +17.5 m | Core length | 208.45m | 0~105.75 m | 97.0 % | 97.0 % | | |
| Length drilled | 220.95m | Core recovery | 94.34% | 105.75~220.95m | 91.9 % | 94.3 % | | |
| Working time | Drilling | Drilling | 72 ^h 00 ^m | 52.0% | 41.9 % | Drilling efficiency | | |
| | | Hoisting & lowering rod, casing | 26 ^h 00 ^m | 21.0% | 15.1 % | 220.95 m/Working period | | 20.09 m/day |
| | | Repairing | - | - | - | 220.95 m/Working days | | 20.09 m/day |
| | | Others | 26 ^h 00 ^m | 21.0% | 15.1 % | 220.95 m/Drilling period | | 27.62 m/day |
| | | Sub total | 124 ^h 00 ^m | 100.0% | 72.1 % | 220.95 m/Net drilling days | | 27.62 m/day |
| | Preparation | 19 ^h 00 ^m | | 11.0 % | Total workers/ 220.95m | | 0.53 man/m | |
| | Dismounting | 29 ^h 00 ^m | | 16.9 % | | | | |
| | Others | - | | - % | Total workers/ | | man/m | |
| | Total | 172 ^h 00 ^m | | 100.0 % | (excl. Repairs) | | man/m | |
| | Inserting casing pipe | Pipe size & inserted length (m) | Inserted length Drilling x 100% | Recovery of casing pipe (%) | Total drilling workers/220.95m | | 0.33 man/m | |
| 115mm C.P.: 1.90 | | 0.9 | 100 | Total drilling workers/ | | man/m | | |
| Drilling length by each size (m) | | | | | | | | |
| Bit size | | 115 mm | NQ | | | | | |
| Drilling length | | 1.90 m | 219.05 m | | | | | |
| Core length | 1.90 m | 206.55 m | | | | | | |
| Remarks: | | | | | | | | |

水状態のまま掘進した。このためベントナイト泥水は余り使用できず、清水を流し込みながら掘進したが、逸水のままでは、ロッドのバイブレーションのため掘進速度が低下し、また、ビットの焼付、インナーチューブの落下によるビットの破損等の事故も発生した。

8-3 試錐探鉱のまとめ

8-3-1 試錐結果

1) Puerto Rico 地区

Las Norias 新層部で有望地点3箇所について試錐を実施し、いずれも新層面を貫き、当地域の基盤岩である片岩類または白亜系基底礫岩層に達しており、次のようなことが明らかになった。

地表部での新層の位置と試錐孔での新層部の深度から、Las Norias 新層の傾斜は $40 \sim 60^\circ$ 西落してあること、Las Norias 新層が地層の反復をもたらす新層群を伴っており、それらが逆新層の性格を持っていること、新層に伴われた破砕帯の規模が大きいこと等である。

一方、3孔での鉱化作用は全般的に弱かったが、DDH-2では次に示すような鉱化を把握した。

Mineralized Zones in DDH-2

| Depth (m) | Thickness (m) | Ag g/t | Cu ppm | Pb ppm | Zn ppm | Remarks |
|----------------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|---------------------------------------|
| 56.55~56.62 56.75~56.80 | 0.12 | 1.7 | 23 | 1042 | 8355 | Oxide vein |
| 57.35~58.35 | 1.00 | 2.9 | 23 | 1250 | 9375 | Fractured zone with swarm of veinlets |
| 58.95~59.20 | 0.25 | 16.1 | 34 | 2292 | 21875 | Oxide vein |
| 131.65~131.85 | 0.20 | 17.6 | 500 | 1042 | 43750 | Oxide vein |

これらの鉱化部はいずれも鉛、亜鉛等の硫化鉱物を伴う方解石・酸化鉄脈からなるが、硫化鉱物は殆ど認められず、その初生鉱化品位は不明である。その他に、鉱化の有無を検討する目的で実施した分析の結果から、3孔ともLas Norias 新層部またはその近傍で、鉛や亜鉛が比較的高い値を示していることが判明した。これはLas Norias 新層がこの地区の鉱化に関する構造規制の役割りを果たしていることを裏づける事実の一つである。

2) Mina la Morena 地区

本地区で実施した5孔の試錐は各孔とも主として石灰岩からなり、一部泥灰岩が伴われており、これらはDDH-M4孔を除けば著しく再結晶化し、原岩推定が困難な場合もあったが、概ね良く地表地質分布と対応し、層序の解明に資するところが多かった。

構造的にはDDH-M1, DDH-M2, DDH-M3孔等では, Kau 層単元周辺に顕著な破碎帯の存在が確認され、また伏在の予想された潜頸性火成岩が出現せず、その伏在深度が予想外に深いことも明らかとなった。

熱変成帯は主として再結晶石灰岩からなり、スカルン鉱物に乏しいが、含スカルン鉱物再結晶帯の一部には巨晶変成晶状の柘榴石のほか、珪灰石や 灰鉄 輝石等が生じていることが確認され、その変成条件の推定に資するところが多かった。

DDH-M1, DDH-M2, DDH-M3, DDH-M5の各孔では、それぞれ比較的高品位の鉱体に着鉱し、本地区の鉱化帯の解明に貢献するところが多かった。特にDDH-M2及びDDH-M5孔では、初生硫化鉱が一部に認められ、鉱化作用の性質を明らかにする上で重要な資料を提供した。

IP異常を探索する目的で実施したDDH-M4孔では、炭質物に富む石灰岩および泥灰岩がみられ、その原因が鉱化作用によるものではないことが判明した。

8-3-2 試錐工事

本試錐探鉱は1977年のPuerto Rico地区においては、地質条件の不良に伴い、孔壁の保護対策に苦慮し工事は遅行して、大幅な工程の遅延をみた。次年度のMina la Morena地区については、前年の経験を生かして機材の補充、作業の合理化をはかり、掘進成績、コア採取率等について一応の成果をあげ得た。以下本試錐工事上の問題点について考察すれば、次のとおりである。

1) ワイヤーライン工法の採用

1977年はNQ, BQ-WLの2サイズのみで掘進計画を立てたため、孔内の悪条件に対応してケーシングプログラムに不足が生じた。1978年にはHQ-WLを追加し、殆ど使用しないで済んだが、未知の地帯の探鉱には余裕をもった計画を立てた方が得策であることが明確に示された。

ワイヤーラインの採用は崩壊性地層の掘進に一応の成果をあげているが、逸水層の掘進においてはインナーチューブの落下事故をまねき、先端のビットを貫通し破損するという機構上の弱点も現われている。

2) セメンテーションの効果

孔壁の保護はケーシング挿入が最終的な万全策であるが、プログラムの都合上極力セメ

ンテーションで保孔し、一段のケーシングを1 mでも深く延ばすのが通常である。しかし、破砕帯、逸水帯、粘土帯の保孔対策としてのセメンテーションの効果は、試錐作業工程に重大な影響を与える。Puerto Rico 地区では断層破砕帯、粘土帯を突破するため、工程が大幅に遅れながらも、セメンテーションを反復実施し、予定の深度まで掘進した。一方、Mina la Morena 地区においては、頻繁に遭遇する逸水層に止水の効果が上らず、結局逸水状態のまま、ロッドのバイブレーション、ビットの焼付等の障害を排除しながら掘進し、能率の低下を防いだ。

3) 準備、附帯作業の合理化

本試錐工事では、用水の確保、資機材の調達、道路状況等の問題が当初から指達されていた。

これについては試錐を開始した1977年度はともかくとして、1978年度では、CRMの手による準備作業が順調に進み、とくに道路状況が改善されたため、孔間移動が短時間で済み、また、試錐位置に近接してベースキャンプを設けたことにより、作業能率を著しく向上させることができた。

4) 試錐補助員の技術向上

海外で試錐工事を実施する場合、現地で雇用する試錐補助員の質が作業能率や事故の発生防止等に影響を与える。幸い今回の試錐補助員については、短期間に著しい技術向上がみられ、とくに第N年次の試錐作業の能率向上に大きく貢献している。

第 9 章 結論および将来への展望

第9章 結論および将来への展望

第Ⅲ年次までの調査結果を総合検討し、本地域に分布する各種鉱床および鉱化帯の評価を行い、興味あるものとして8地区が選出され、さらに、それらについての有望性はつぎのように順位づけられた。

- 第1順位 Mina la Morena地区のLa Diana鉱山周辺の熱変成帯
- 第2順位 El Volcan地区のEl Volcan鉱山周辺の熱変成帯
- 第3順位 La Morena鉱山付近の地化学異常域
- 第4順位 Sierra de Cruces地区のLibertad鉱山からNoria del Picachoドームにかけての気成～熱水変質帯
- 第5順位 El Volcan地区のCollan鉱山付近の珪化帯下部
- 第6順位 Sierra de Cruces地区のSanta Elena背斜の南北西ブランチ部と、Santa Elena鉱山南方約3kmの地化学異常域
- 第7順位 Puerto Rico地区のVenas鉱山南南西500m付近の鉱化帯
- 第8順位 Sierra del Carmen地区の地化学異常域

これらのうち、第1順位にランクされたMina la Morena地区のLa Diana鉱山周辺の熱変成帯が第Ⅳ年次において探査された。その結果、本地域には類例の少ない、含銀銅鉱床が発見された。

鉱床は主に高温型熱水性鉱脈群からなるが、一部にマント状・不規則塊状の部分もみられる。単位鉱脈は、脈幅数10cm～数m・走向延長数10m～数100mの規模をもち、その鉱石品位は、Au g/t 前後・Ag数10～数100 g/t ・Cu数%を示すが、PbおよびZnは、それぞれ、0.0n%および0n%程度で微量である。

鉱床は、Aurora層に属する石灰岩の再結晶帯中のNE-SW系断層破砕帯中に産出し、主要なものは、再結晶帯の中央部・東部および北東部に分布している。

現在までに確認された範囲における鉱床は、まだ、大規模とはいえない。

しかしながら、鉱床は深部に優勢に発達する傾向を示し、かつ、広域的にCupido層が好適な鉱床産出層となっており、本地区における今後の探鉱は、主要鉱化帯の深部における発達状況をCupido層層準まで確認することを指向すべき必要があるものと考察される。このためには、試錐探鉱の垂直深度を600m～800mに計画する必要がある。

さらに、本地区の今後の探鉱結果によって、第2順位から第4順位までの地区の探鉱価値を再評価する必要があるものと考えられる。

REFERENCES

PART I. Geological Survey

- Albritton, C.C. and Smith, J.F., 1956, The Texas lineament : 20th International Geological Congress, Mexico City, 1956, Sec. 5, p.501-518.
- Alstine, R.E.V., 1965, Geochemical prospecting in the Browns Canyon fluorspar district, Chaffee County, Colorado : U.S.Geol. Survey, Prof. Paper 525-D, p.D59-D64.
- , 1976, Continental rifts and lineaments associated with major fluorspar districts : Econ. Geol. v.71, p.177-187.
- Armstrong, R.L. and McDowell, W.G., 1974, Proposed refinement of the Phanerozoic time scale, Abstract, Int. Hig. Geochron, Cosmochron. Isotope Geol., Paris
- Berggeren, W.A. et al 1974, The late Neogene : Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol., v.16, p.1-216
- Charleston, C., 1973, Stratigraphy, tectonics, and hydrocarbon potential of the Lower Cretaceous Coahuila series, Coahuila, Mexico : Doctor thesis of Univ. Michigan.
- Cserna, Z., 1970, Mesozoic sedimentation, magmatic activity and deformation in northern Mexico : Instituto de Geologia de UNAM, Mexico.
- El Consejo de Recursos Minerales de Mexico, Anuario estadístico de la minería mexicana 1973, 1974 y 1975 : C.R.M. de Mexico.
- González, R.P., 1971, Informe preliminar del reconocimiento geoquímico de la Serranía del Burro y Sierras adyacentes en la parte norte del estado de Coahuila, correspondiente a una porción de la Sierra Madre Oriental : 3er Seminario interno anual 1972, C.R.N.N.R. de Mexico.
- Gorai, H., 1975, Evolution of igneous activity (in Japanese) : Kyoritsu Press.
- Hernández, J.V., 1964, Estudios geológico y geofísico de los yacimientos ferríferos de Hércules, Coahuila : C.R.M. de Mexico Boletín '68.

- Hill, R.T., 1902, The geographic and geologic features and their relation to the mineral products of Mexico : Amer. Inst. Metall. Engrs. Trans. v.32, p.163-178.
- Holmes, A., 1959, A revised geological time-scale, Trans. Edinb. Geol. Soc. v.17, p.183-216.
- Ikebe, N. et al., 1972, Neogene biostratigraphy and radiometric time scale of Japan - an attempt at intercontinental correlation : Pacific Geol., No. 4, p.39-78.
- Inlay, R.W., 1936, Geology of the western part of the Sierra de Parras : Bull. Geol. Soc. Amer. v.47, p.1091-1052.
- _____, 1937, Geology of the middle part of the Sierra de Parras : Bull. Geol. Soc. Amer. v.48, p.587-630.
- _____, 1940, Neocomian faunas of northern Mexico : Bull. Geol. Soc. Amer. v.51, p.117-190.
- Ingram, B.L., 1970, Determination of fluoride in silicate rocks without separation of aluminum using a specific electrode : Analytical Chem. v.42, p.1825-1827.
- Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan, 1975, Report on aeromagnetic survey of the Coahuila area, northern Mexico, Phase I.
- _____, 1976, Report on geological survey of the Coahuila area, northern Mexico, Phase II.
- _____, 1977, Report on geological survey of the Coahuila area, northern Mexico, Phase III.
- _____, 1978, Report on geological survey of the Coahuila area, northern Mexico, Phase IV.
- Kellum, L.B. et al., 1936, Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico : Part I. Relation of structures, stratigraphy, and igneous activity to an early continental margin : Bull. Geol. Soc. Amer. v.47, p.969-1008.
- King, P.B., 1965, Geology of the Sierra Diablo region, Texas : U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 480.
- _____, 1969, The tectonics of North America, a discussion to accompany the tectonic map of North America, scale 1:5,000,000 : U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 628.

- Kojima, M., 1973, The introduction of geochronology "when the earth was born" (in Japanese) : Tokyo Univ. Press.
- Kurie, A.E., 1973, Las Minas : Cuatro Palmas, La Fácil e Aguachile, región de Pico Etereo, Acuña, Coahuila, Mexico : Amer. Inst. Metall. Engrs. Sec. Mexico, Comité de Tecnología 1973.
- Lozej, G.P. et al., 1977, Stratigraphy and structure of La Encantada Mine area, Coahuila, Mexico : Bull. Geol. Soc. Amer. v.88, p.1793-1807.
- Luján, M.A., 1975, Geología e interpretación genética de los cuerpos de plomo-plata de la Encantada, Coahuila : Industrias Peñoles S.A.
- Matsuno, K. et al., 1975, A discrimination of geological structure by LANDSAT images, - application of the edge enhancement method (in Japanese): Chishitsu News No. 245, p.1-13, Geol. Survey of Japan.
- Maxwell, R.A. et al., 1967, Geology of Big Bend National Park, Brewster County, Texas : Publication of the University of Texas.
- Maxwell, R.A. and Dietrich, J.W., 1972, Geology of the Big Bend Area, Texas : West Texas Geol. Soc. Publication 72-59.
- Miyashiro, A., 1965, Metamorphism and metamorphic rocks (in Japanese): Iwanami Press.
- Miyashiro, A. and Kushiro, I., 1977, Petrology I, II and III (in Japanese) : Kyoritsu Press.
- Okabe, K., 1969, Mexico --- Economy and investment climate (in Japanese) : Institute of Developing Economies.
- Overseas Mineral Resources Development Co., Ltd., 1972, Report on mineral resources of Mexico (in Japanese) : O.H.R.D., Tokyo.
- Ridge, J.D., 1968, Ore deposits of the United States; 1933-1967 : v.1 and v.2, Amer. Inst. Metall. Engrs.
- Rivera, J.O., 1961, Depositos de fluorita con berilio en Aguachile, Coahuila : C.R.N.N.R. de Mexico Boletín 61.
- Salas, G.P., 1975, Carta y provincias metalogénicas de la Republica Mexicana : C.R.M. de Mexico Publication 21 E.

- Sanchez, A.P., 1975, Levantamiento geológico-geoquímico de detalle del area Puerto Rico, Municipio de Villa Ocampo, Coahuila : C.R.N.N.R. de Mexico.
- Schmitt, H.A., 1966, The porphyry copper deposits in their regional setting : in Geology of the Porphyry Copper Deposits, Southwestern North America p.17-33, Titley, S.R. and Hicks, C.L., eds., Univ. Arizona Press.
- Schulze, G., 1953, Los yacimientos de fluorita de Buenavista y la Encantada, Estado de Coahuila : Instituto Nacional para la Investigacion de Recursos Minerales Boletin 33.
- Shoji, R., 1976, Sedimentary petrology (in Japanese) : Asakura Press.
- Smith, C.I., 1970, Lower Cretaceous stratigraphy, Northern Coahuila, Mexico : Report of Investigation No. 65, Bureau of Economic Geology, the University of Texas.
- _____, 1970, Lower Cretaceous sedimentation and tectonics of the Coahuila and west Texas platforms : The geologic frame work of the Chihuahua tectonic belt symposium in honor of Prof. Ronald K. DeFor.
- Takeda, H., 1974, C.R.N.N.R. and mineral resources of Mexico (in Japanese): Chishitsu News No. 242, p.37-45, Geol. Survey of Japan.
- _____, 1974, Geology and mineral resources of Mexico, -- physiographic provinces and their geology -- : Chishitsu News No. 244, p.44-55, Geol. Survey of Japan.
- _____, 1975, Geology and mineral resources of Mexico, -- Situation of the mining industry -- (3) (in Japanese) : Chishitsu News No. 256, p.30-55., Geol. Survey of Japan.
- _____, 1977, Las características de la mineralización de los depositos de plomo-zinc-plata en las calizas de la parte norte de la Sierra Madre Oriental, Mexico : VI seminario interno sobre exploración geológico-minera, de C.R.N.
- Tatsumi, T., 1977, Modern reviews on mineral deposits (in Japanese): Tokyo Univ. Press.

Temple, A.K. and Grogan, R.M., 1963, Manto deposits of fluorspar, Northern Coahuila, Mexico : Econ. Geol. v.58, p.1037-1053.

СМИРНОВ, В.И., 1976, ГЕОЛОГИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, Maruzen.

PART II. Geochemical Survey

Lee M.J.L. and Sarmiento, R., 1972, Exploración geoquímica regional del norte del estado de Coahuila : 4° Seminario interno anual 1973, C.R.N.N.R. de Mexico.

Lepeltier, C., 1969, A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation : Econ. Geol. v.64, p.598-550.

PART III. Geophysical Survey

Darby, E.K. and Davies, E.B., 1967, The analysis and design of two-dimensional filters for two-dimensional data : Geophysical Prospecting, v.15, p.383-406.

Dreyer, H. and Naudy, H., 1967, Essai de filtrage non-linéaire appliqué aux profils aéromagnétiques : Geophysical Prospecting, v.16, p.171.

Hasegawa, H., 1967, A new method for numerical calculations of the formula of pseudo gravimetric anomalies : Bull. Soc. Expl. Geophysics. Jap. v.20, no. 5, p.198-207.

Henderson, R.G. and Zietz, I., 1949, The computation of second vertical derivatives of geomagnetic fields : Geophysics, v.14, p.508-516.

Mesko, G.A., 1966, Two-dimensional filtering and second derivative method : Geophysics, v.31, p.606-617

Mufti, I.R., 1972, Design of small operators for the continuation of potential fields : Mining Geophysics, v.2, p.591-605.

Oldham, C.H.G., 1969, The $(\sin X)/X \cdot (\sin Y)/Y$ method for continuation of potential fields : Mining Geophysics, v.37, p.488-506

Rosenbach, O., 1953, A contribution to the computation of "second derivatives" from gravity data : Geophysics, v.18, p.46-71.

Seigel, H.O., 1970, Induced Polarization Method :

Soc. Expl. Geophysics. Memorial edition of 20th year of the Soc. Expl.
Jap., 1968, Geophysics. Jap. : Chapter 2-6 ; IP-method,
Chapter 2-7 ; Electromagnetic method, S.E.G.P.

Mining Geophysics, v.II : Chapter II ; Electrical
methods, Part C ; The electromagnetic method.