

グアテマラ共和国西部地区 鉛物資源開発基礎調査報告書

(総合報告書)

JICA LIBRARY



1052044E3J

1979年2月

国際協力事業団
金属鉛業事業団

国際協力事業団	
受入 期 81.8.29	6611
登録No. C14336	661 MPN

は し が き

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

同調査は昭和50年度から3ヶ年に亘り実施されたものであり、金属鉱業事業団は本調査を住鉱コンサルタント㈱に発注し、同社は昭和51年10月20日～12月29日(第1年次)、昭和52年9月7日～53年3月21日(第2年次)、昭和53年6月23日～10月26日(第3年次)の3回に亘り、内田欽介氏を団長とする調査団を現地に派遣した。現地では、グアテマラ共和国の関係政府機関および日本大使館の協力を得て、地質調査、地化学探査、物理探査および試錐探査を実施、日本国内で調査結果の解析をおこなった。

本報告書は第1年次～第3年次の調査結果を要約した総合報告書である。各年次の調査結果の詳細は、それぞれの年次報告書にとりまとめている。

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

昭和54年2月

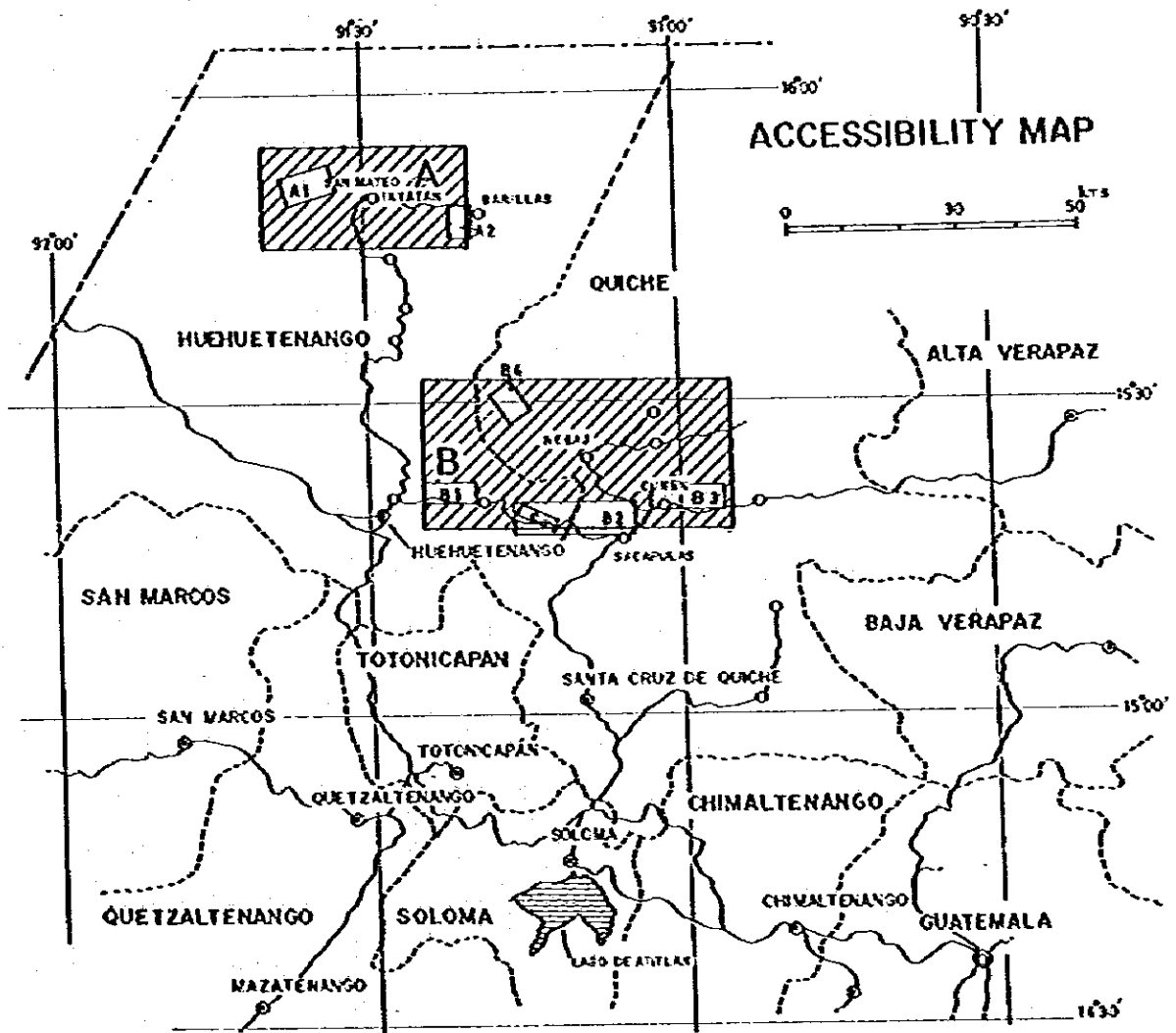
国際協力事業団

総裁 法 良 晋 作

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

Fig 1. LOCATION MAP OF PROJECT AREAS



要 約

グアテマラ共和国西部のAltos Cuchumatanes地域において、主として非鉄金属鉱物を対象とする鉱物資源基礎調査が実施された。この調査は、1976年度から1978年度に至る3年次にわたって実施された。

第1年次の現地調査は、1976年10月～12月に実施され、2地区計2000 km²の地域に対して、地質調査(1/50,000)と土壌および河床堆積物を対象とする地化学探査(2352試料。Cu, Pb, Zn 3元素)が行われた。

第2年次の現地調査は1977年9月～1978年3月に実施された。本年次の調査は、第1年次の調査により捕捉された地化深異常を中心として選択された6地区(計297 km²)に対する追補調査と、Llano del Coyote探鉱地周辺(14 km²)に対する探査作業からなる。後者は第1年次調査中に行われた国連報告書の再検討により選択された。追補調査に対しては地質調査(1/20,000)、および土壌を対象とする地化学探査(1,671試料。Cu, Pb, Zn, Ag 4元素)が実施された。一方、Llano del Coyoteに対しては、地質調査(1/10,000)土壌地化学探査用試料のグリッド・サンプリング(861試料。Cu, Pb, Zn, Ag 4元素)、物理探査(IP 42 line . km, 磁探72 line . km)、および試錐(3孔計830.7 m)が行われた。

第3年次の現地調査は、1978年6月～11月に実施された。この年の作業は、第2年次の調査結果からLlano del Coyote地区に集中され、第2年次調査で捕捉された地化学探査と物理探査異常地に対する試錐探鉱(7孔1,203 m)と、試錐孔の集中する地区中央部(5 km²)に対する精地的地質調査(1/5,000)が行われた。

3年次にわたる調査により、次の結果を得た。

① スカルンないし熱水交代型鉱化の認められるC地区Llano del Coyote地区では、Cuを伴うZnの鉱化が期待され、10孔計2,033.7 mの試錐が実施された。その結果、第3年次に実施されたMJ-9孔の地表から88.6～98.1 mにおいて、9.5 m間平均12.76% Znの有望な硫化物鉱化に着鉱した。なお、本孔の酸化帯下底部付近82.3～82.9 mでは、輝銅鉱を伴う銅の2次富化帯に着鉱している(0.60 m間3.80% Cu)。上記Zn鉱着鉱部は、多量の鉱化をつかんでいるMJ-1(酸化鉱5.9 m間1.42% Zn)、およびUN-4(硫化鉱5.5 m間2.96% Zn)の着鉱点から、それぞれ水平距離約150 mおよび135 mに位置する。これらの着鉱部は、いずれもTactic層とChicol層との境界部に位置する緑泥石と透角閃石～陽起石に富むスカルン中にある。

本地区で行われた試錐結果は、第3年次に実施された地表の岩石試料の地化探結果と非常に良く対応する。すなわち、多量のZn 鉱化に着鉱した上記の3孔の着鉱部は、いずれも

500 ppm で定義されたZn異常帯直下に位置する。この帯内に位置するもう1孔(MJ-10)でも、0.1%代のZn鉱微をつかんでいる。上記4孔以外の試錐はすべてZn異常帯外に位置する。この異常帯は、長軸(WNW-ESE)約3.6 km、短軸(NNE-SSW)平均約200 mの広がりを持ち、今後の探鉱が期待される。なお、この異常帯は、上記の着鉱層が構造上ほとんど地表に露出しないので鉱化作用に伴う一次分散ハロを表すものと解釈される。

第2年次に実施された土壌地化探の異常帯と試錐結果との対応は良くない。これは、浅成変質や土壌の機械的移動等の二次分散により、指示元素が地形的低所に移動しているためと考えられる。

IP異常、特にFE 3%以上の異常帯は、良く溶脱帯下の黄鉄鉱濃集部を指示した。しかし、Zn濃集部との対応は良くない。後気探査異常については、最も顕著な推定磁性帯(O-W4間)に試錐が行われていないため、結論的なことは言えぬ。IP異常にほぼ一致して見られる広範な異常は黄鉄鉱帯中に認められる重量数%程度の磁鉄鉱に由来すると思われる。

② 2年次追補調査で抽出された地化探異常地のうち、何等かの追加探鉱の必要を認められるものは、A-1地区内の「Peñasco - Pacural 異常地」のみである。これは、3.0 km × 0.7 kmの広がりをもつ。異常地内の分析値(ppm)の平均はCu 678, Pb 140, Zn 2,117, Ag 9.7であり、最高値はCu 2,875, Zn 12,000であった。この異常地は、古生層石灰質岩中のミシシッピー・バレー型類似のPb-Zn鉱化とされるLaurita旧坑付近にみられるものである。この異常は今後時期をみて、旧坑取り明け、トレンチ等で確認する必要があると考えられるが、第3年次に追加探鉱は行わなかった。

今回のプロジェクトを通じて得られた、調査地域における金属鉱床、特に非鉄金属鉱床のポテンシャルについての、我々の結論は次の通りである。

① 調査地域は、金属、特に非鉄金属鉱化の微弱な所である。このことは、恐らく、この地域に酸性貫入岩類が少ないことに起因しよう。調査地域に、 $n \times 10^1$ Tオーダー以上の可採鉱量を持つ金属鉱床が存在する可能性は少ないと考えられる。

② 調査地域内で、将来小規模な稼行鉱山となりうる可能性を多少とも残す金属鉱床タイプは、スカルンないし熱水交代型(Cu)-Zn鉱床、ミシシッピー・バレー型類似の古生層石灰質岩中のPb-Zn鉱床、およびカンラン岩中の塊状クロム鉄鉱鉱床と思われる。

③ スカルンないし熱水交代型鉱化ではLlano del Coyote地区のMJ-9着鉱部(9.5 m間12.76% Zn)を中心に、3.6 km × 0.2 kmの岩石試料のZn異常(500 ppm以上)がある。今後この部分に $n \times 10^5 \sim n \times 10^6$ Tの可採鉱量が確認される可能性がある。本地区は立地条件が良いので、この程度の鉱量品位でも稼行しうる可能性がある。今後積極的に探鉱することが提言された。

④ 石灰質岩中のPb-Zn鉱化のうち、今次プロジェクトで地化探異常として捕捉出来たものには前記の「Peñasco Pacural 異常地」がある。このほか、顕著な地化探異常としては捕捉出来なかったが、Pachac, Saclecán, Peña de Plata等の示徴、旧坑等がある。これら

には、局部的に高品位部が存在する可能性が残されているが、仮に高品位部があったとしても、その規模はせいぜい 10^4 Tオーダーどまりであろう。これらの異常地や示徴地が、立地条件の極度に悪く産業基盤の整備されていない所に位置しているので、多少の高品位部が存在しても、当分開発は困難と思われる。したがって、本地区のこのタイプの鉱化に対する探鉱の優先順位は低く、追加探鉱の可否は、当国の他地域の予察調査を完了してから後で判断すべきであろう。

⑤ 調査地域内の既知クロム鉄鉱床には、当面商業生産を行えるようなものはない。今後小規模な新鉱体が発見される可能性を全く否定することは出来ぬが、もし仮に発見されたとしても、その規模は恐らく一鉱床あたり $n \times 10^3$ Tオーダー以下と思われる。しかし、立地条件が良いので、「市況の良い時に、地域住民が、副業的に小規模に採掘する。」機会はあるかもしれない。

今回のプロジェクトを通じて得られた経緯のうち、今後当国で同種の調査を行う時の参考になるとと思われる事項は次の通りである。

① 非鉄金属鉱物に対する広域調査対象地を選定する場合は、酸性貫入岩体（特に白亜紀—古第3期の）が多い地域が、より望ましいと考える。

② 探査方法としては、今次プロジェクトでは、予察段階から精査段階を通じ、地化学探査が有効であった。また予察段階の地化探結果の解析方法としては、「移動平均解析」が有効であった。特にそのうちの「標準偏差解析」が、鉱化作用による影響を良く明らかにした。したがって、今後この種の調査を行う場合には、「移動平均解析」を利用することが推しよられる。また「シキイ値」の決定にも移動平均解析を応用し、予察段階で作成した分析値の「移動平均値±取り込み範囲内の2標準偏差値」の曲面を「シキイ値」とし、追続調査段階でも、これを使用することが、比較的合理的と考えられる。この場合、各試料採取点の実際の分析値と、その点での曲面との残差が正である所が、異常値となる。指示元素については、今回分析を行った4元素に、Auを追加することが望ましい。

③ IP探査は、今回の調査では、溶脱帯下の黄鉄鉱帯を良く捕捉した。したがって、有用鉱物が黄鉄鉱に伴うと予想される鉱床の探査には当然利用価値がある。このほか、酸化帯の厚い場合や、鉱物の累帯配列が予想される場合には、地質調査や地化学探査の補助手段として、追続調査段階で利用する価値があると考えられる。

目 次

本 文

はしがき	I
要 約	III
1. 序 論	1
1-1 調査経緯・実績・人員・謝辞	1
1-2 本プロジェクト前の調査	6
2. 一般事情	7
2-1 グアテマラ共和国の一般概況	7
2-2 調査地域の概況	9
2-2-1 位 置	9
2-2-2 交 通	10
2-2-3 通 信	11
2-2-4 Huchuetenango市について	11
2-2-5 地 勢	13
2-2-6 気 候	13
2-2-7 植 生	14
3. 地 質	15
3-1 概 要	15
3-2 野外調査	16
3-3 調査結果の記載と表示	16
3-4 広域地質上の位置	17
3-5 層序および一般地質	22
3-6 貫入岩類	25
3-6-1 酸性(珪長質)～中性貫入岩類	25
3-6-2 超塩基性(超苦鉄質)岩類	34
3-7 構造地質	36

3-8	欽化作用	39
3-8-1	金属欽化	39
3-8-2	非金属欽化	49
3-9	金属欽化位置の決定要因	50
3-9-1	Cu, Pb, Zn, Ag, 黄鉄欽, 磁鉄欽, 鏡鉄欽, 重晶石の欽化の位置	50
3-9-2	クロム鉄欽欽化の位置	51
4.	地化学探査	52
4-1	概 要	52
4-2	野外調査, 試料採取, 試料調整および化学分析	53
4-3	分析結果とその表示	53
4-4	結果の解析	54
4-4-1	解析方法の選択	54
4-4-2	シキイ値の決定	55
4-4-3	異常値の決定とその表示	73
4-4-4	移動平均解析	75
4-4-5	相関分析	78
4-5	探欽対象地の選択と評価	79
4-5-1	第1年次調査地域からの第2年次調査対象地の選択	79
4-5-2	第2年次調査地域からの第3年次調査対象地の選択	79
4-5-3	地化探異常地と試験結果	80
4-5-4	その他の異常地について	80
4-6	考 察	80
4-6-1	指示元素について	81
4-6-2	結果の解析法について	81
4-6-3	シキイ値について	81
4-6-4	碓鉄欽帯の存在と地化探結果	81
4-6-5	炭酸塩岩中の Pb, Zn異常値	82
4-6-6	岩石試料の地化探	82
5.	物理探査	83

5-1	概 要	83
5-2	調査実績	84
5-3	強制分標法	84
5-3-1	仕様および調査内容	84
5-3-2	測定および測定機器	84
5-3-3	測定値と表示	86
5-3-4	結果の要約	87
5-4	微気探査	91
5-4-1	測定結果	96
5-4-2	解析結果	96
5-5	考 察	97
6.	試錐探査	99
6-1	作業実績	99
6-2	目 的	99
6-3	試錐結果	99
7.	結 論	103
7-1	調査地域の探鉱ポテンシャルについて	103
7-1-1	概 況	103
7-1-2	(Cu)-Znを伴うスカルン-熱水交代型鉱化	103
7-1-3	石灰質岩中のPb-Zn鉱化	103
7-1-4	クロム鉄鉱	103
7-2	今後の探鉱対象地の選択について	104
7-3	探鉱方法について	104
7-3-1	地化学探査	104
7-3-2	物理探査	104
8.	主要参考文献	106

付 表 (本文中綴込み)

第 1 表	年次別作業実績	3
第 2 - A 表	年次別調査員 (日本側)	4
第 2 - B 表	" (グァテマラ側)	5
第 3 - A 表	主要経済指標	8
第 3 - B 表	主要輸出入相手国 (1976年)	8
第 3 - C 表	主要輸出品目 (1976年)	9
第 4 表	調査地域位置一覧 (第 2 年次)	10
第 5 - A 表	火成岩の完全分析結果 (第 1 年次)	29
第 5 - B 表	" " (第 2 年次)	30
第 6 - A 表	1976年採取試料ノルム	31
第 6 - B 表	1977年採取試料ノルム	31
第 7 表	花崗岩類の K - Ar 絶対年次	33
第 8 表	既知探鉱地および鉱徴地一覧	41・42・43・44
第 9 - A 表	1976年採取地化探試料数一覧	53
第 9 - B 表	1977年採取地化探試料数一覧	54
第 10 - A 表	統計学的解析要約 (第 1 年次) : (1) A 地区 : 河床堆積物, 水系別	58
第 10 - B 表	" (") (2) B 地区 : " "	59
第 10 - C 表	" (") (3) A 地区 : 土壌, 地層別	60
第 10 - D 表	" (") (1) B 地区 : " "	61
第 11 表	しきい値と試料数の比較 (図表法と従来の方法による)	66
第 12 表	地化探試料統計値一覧 (第 2 年次)	69
第 13 表	各地区シキイ値一覧 (第 2 年次)	72
第 14 表	統計学的解析による異常地域一覧 (第 1 年次)	74
第 15 表	主要異常地域一覧 (第 2 年次)	76
第 16 表	物探 — 地化探異常地と試錐結果との対比	98
第 17 表	試錐 — 一覧	100
第 18 表	試錐結果要約	101

添 付 図 (袋 内)

PL-1	地 質 図	A 地区	.....	1/50,000
PL-2	地 質 図	B 地区	.....	1/50,000
PL-3	地質断面図	A 地区	.....	1/50,000
PL-4	地質断面図	B 地区	.....	1/50,000
PL-5	地化探異常地区説明図	A 地区	.....	1/100,000
PL-6	地化探異常地区説明図	B 地区	.....	1/100,000

1 序 論

本報告書は、日本国際協力事業団 (JICA) と金属鉱業事業団 (MMAJ) が、グアテマラ共和国経済省鉱山局 (DGMH) と共同で、昭和51年度から同53年度まで、3年次にわたり実施した『グアテマラ共和国西部地区鉱物資源開発基礎調査』の結果を総合、要約したものである。今年次より詳細な記述は、各年次別報告書を参照されたい。なお、グアテマラ共和国経済省鉱山局は、1978年11月改組され、大統領直属の『鉱業・炭化水素・核エネルギー庁 (La Secretaría de Estado para Minería, Hidrocarburos y Energía Nuclear)』となった。しかし、本報告書では、便宜上旧称 DGMH をもって両者を示すこととする。

1-1 調査経緯・実績・人員・謝辞

昭和51年7月26日、日本国際協力事業団 - 金属鉱業事業団による使節団とグアテマラ鉱山局との間の技術的検討の結果、Altos Cuchumatanes 高地に A, B 2地区合計 2,000 km² の予察調査対象地域が選択された。なお、両地域の一部は、国連が1966, 1967年に実施した国連鉱物調査 (United Nations Mineral Survey) 地域と重複する (Fig. 3)。

第1年次の現地調査は、1976年10月21日から12月26日迄行われ、A地区650 km²、B地区1,350 km² に地質調査と地化学探査を併用した予察調査が実施された。

第2年次現地調査は、1977年9月から1978年3月に実施された。本年次の調査は、第1年次予察調査により捕捉された地化探異常地を中心として選択された6地区297 km² に対する追補調査 (Follow-up works) と、Llano del Coyote (ヤノ・デル・コヨーテ) 地区14 km² に対する精査からなる。前者は地質調査と地化探土壌試料の採取からなり、後者は、地質調査、地化探土壌試料のグリッド・サンプリング、物理探査 (IP および地上微気探査)、および試錐3孔計830.7 m からなる。なお、後者は第1年次調査期間中に実施された国連報告書 (UN; 1973) の再検討、国連および鉱山局が実施した試錐コアの再調査、および現地踏査の結果から、探鉱価値と余地があるとして調査対象に選ばれたものである。その理由は下記の通りである (MMAJ-JICA; 1977)。

- ①本地区の地表で見られる鉱化は広範であり、かつ物探、地化探異常の両者ともに両側に開いている。したがって、更に範囲外に連続することが予想される。
- ②国連実施地化探の Cu 異常値は余り高くはないが、本地区には50~70mの溶脱帯が存在するので、絶対値は必ずしも炭化物帯の品位の高低を示さない。また Zn 異常値は、十分探鉱の価値ある値を示す。
- ③国連の試錐はすべて IP 異常に対してのみ実施され、地化探異常には一孔も実施されていない。また大部分の試錐は短尺のため、炭化帯中で終り、ほとんど目的を達していない。
- ④UN-4 で着鉱した鉱化 (5.5 m 間 2.96% Zn) の追跡が行われていない。

第3年次の現地調査は、1978年6月から10月にかけて実施された。本年次の調査は、C地区 Llano del Coyote 地区に集中され、7孔1,203 mの試錐と、試錐孔を中心とした5 km² に対する補足地質精査が実施された。これは、第2年次調査の結果本地区が最も有望と判断されたからである。

各年次調査地区の位置詳細は次章2-2-1項に記され、その概略は Fig. 1 に図示された。また、調査実績は第1表に、調査に従事した人員は第2表に、それぞれ示した。

謝辞：御協力をいただいたグアテマラ国鉱業・炭化水素・核エネルギー庁 Jorge Luis Monzón Juárez 長官（前鉱山局長）以下関係各位に深く感謝の意を表わす。また、各種の御援助を賜った原富士男大使、および森純造前大使、ならびに館員の皆様に心から感謝する次第である。

Table 1 Field works carried out in phase I ~ III

Phase	Area	Topo. Map (sq. km)	Area (sq. km)	Route Mapped (km)	Geochemical Samples Collected	Geophysical Survey		Diamond Drilling
						IP	Mag.	
Phase I	A		650	375.0	Stream. 204 Soil. 695			
	B	-	1,350	793.5	Stream. 581 Soil. 872	-	-	-
	Total		2,000	1,168.5	Stream. 785 Soil. 1,567			
Phase II	A-1, Pechac-Laurita		36	83.0	Soil. 262			
	A-2, Peña de Plata		24	65.6	" 169			
	B-1, La Barranca		36	75.8	" 266			
	B-2, Río Blanco	-	126	224.1	" 537	-	-	-
	B-3, Cunén		48	98.4	" 259			
	B-4, Salquíl		27	64.8	" 178			
Total		297	611.7	" 1,671				
Phase III	C, Llano del Coyote	14	14	88.1	Soil. 861	42 line.km	72 Line.km	3 Holes S30.70m
	C, Llano del Coyote	-	5	66	-			7 Holes 1203.0m

* Preparation of photogrammetrical topographic map from ICGN air photographs.

第2-A表 調査人員表（日本側）

	第1年次（昭和51年）		第2年次（昭和52年）		第3年次（昭和53年）	
	氏名	所属	氏名	所属	氏名	所属
管外・調整	菅川 鶴夫	通産省資源エネルギー庁資源課	水野 恒夫	金属鉱業事業団	黒原 謙三	金属鉱業事業団
	浅金 野藤	金属鉱業事業団, 前メッキ工場	河浜 敏忠	"	原 謙三	"
調査班	内田 敬一	住鉱コナサルタラント株式会社	内田 敬一	住鉱コナサルタラント株式会社	内田 敬一	住鉱コナサルタラント株式会社
	川武 阿葉	住鉱コナサルタラント株式会社	松本 正康	住鉱コナサルタラント株式会社	蛇目 秀忠	住鉱コナサルタラント株式会社
物探班			小川 忍	住鉱コナサルタラント株式会社		
			渡高 杉児	"		
試金班			狭智 成	住鉱コナサルタラント株式会社	智神 金成	住鉱コナサルタラント株式会社
				"	明田 成光	"

Table 2-B Counterpart from Dirección General de Minería e Hidrocarburos
(Present Secretaría para Minería, Hidrocarburos y Energía Nuclear)

Phase I (1976)		Phase II (1977)		Phase III (1978)	
Ing. Fernando R. Santiago	Leader, Mining engineer Chief of the Metal Mining Section.	Ing. Fernando R. Santiago	Leader, Mining engineer Chief of the Metal Mining Section.	Ing. Fernando R. Santiago	Leader, Mining engineer Chief of the Metal Mining Section.
Sr. Armando Castellanos	Geophysical technician	Ing. Antonio González C.	Sub leader Chemist Chief of the Department of Investigation & Technical Services	Ing. Antonio González C.	Sub leader Chemist Chief of the Department of Investigation & Technical Services
Sr. Rollando Licóna	ditto	Sr. Hugo Lucero	Geological technician	Sr. Hugo Lucero	Geological technician
Sr. Mario Lima	Geological Technician	Sr. Mario Lima	ditto	Sr. Armando Castellanos	Geophysical technician
Sr. Jorge Mario Quínez	ditto	Sr. Armando Castellanos	Geophysical technician	Sr. Armando Rivera	Driller
Sr. Edgar Fernández	Draftsman	Sr. Ronald Licóna S.	ditto	Sr. Felipe Gálvez	ditto
Sr. Edwin Valenzuela	ditto	Sr. Armando Rivera	Driller	Sr. Obdulio Calderon	ditto
		Sr. Felipe Gálvez	ditto	Sr. Julio Valdéz	ditto
		Sr. Julio Valdéz	ditto	Sr. Gonzalo Morataya	ditto
		Sr. Gonzalo Morataya	ditto	Sr. Fredy D. Recinos	ditto
		Sr. Fredy D. Recinos	ditto	Sr. Carlos Medrano	Surveyor
				Ing. Marco Antonio Kopp M	Chemist, Ex-Chief of Laboratory
				Dr. Jorge Mario Ruano P.	Chemist Chief of Laboratory
				Profa. Flor de María Gintora R.	Chemist
				Br. Pedro Valencia	ditto

1-2 プロジェクト前の調査

1966年から1967年にわたり、国連は当国の2地域計12,000 km²に対して、広域予察地化学探査を実施した(UN; 1968)。このうちArea-IIは、今回プロジェクトの対象地域と或る部分で重複している(Fig. 3)。国連調査で捕捉された31ヶ所の異常地のうち7ヶ所は、全域またはその一部が、我々の第1年次調査地域内に位置している。これらは、No. 10 Llano del Coyote, No. 11 Pichiquil, No. 12 Sacapulas, No. 16 San Luis, No. 18 Nebáj, No. 19 Chiantla, および No. 21 Laurita である(UN; 1968)。これらの異常地に対して国連は、引きつづいて追補調査を行った(UN; 1969-1970?)。さらに国連は、今回我々が探査を再開したLlano del Coyoteに対して、IP, EM, 地上磁探, 地化探, 地表精査等を実施するとともに、7孔総延長約751.4 mの試錐を行った(UN; 1973, MMAJ-JICA; 1977 and 1978)。また、我々の第1年次A地区内に位置する Cerro Bobí の異常に対しても2孔計116.8 mの試錐(内1孔DGMHによる)を行っている(UN; 1969-1970?, MMAJ-JICA; 1977)。

国連の調査を引きつぎ、DGMHはLlano del Coyoteで2孔189.7 m, および Cerro Bobí で1孔の試錐を行っている。Llano del Coyoteにおける国連-DGMHによる探査実績の詳細は第2年次報告書第3部および第3年次報告書を参照されたい。

今回の調査地を含む広域の地質図には、当国の国土地理院(Instituto Geográfico Nacional; IGN)が公用した1/500,000縮尺のグアテマラ全土の地質図(Bonis et al.; 1970)がある。これは、局所的な各種の既存地質図と、写真地質とを総合して作成されたものである。

Anderson 他は、1966年から1969年にかけて Altos Cuchumatanes 高地の地質調査を行い、この地方の層序についての研究を発表している(Anderson et al.; 1973)。彼等の調査範囲は、今回我々の第1年次調査A地区の南半分とB地区の南西約1/4に重複している(Fig. 3)。

IGN刊行の1/50,000 Chiantla 地質図巾(Blount; 1967)は、第1年次B地区南西隅約1/4と重複し、また、IGN未公開1/50,000 Nebáj 地質図巾は、B地区中央部から東部にかけての約1/4をカバーしている(IGN; unpublished)。

Kesler 他は、Altos Cuchumatanes 地域を含むグアテマラ中部の石灰質岩中のPb-Zn 鉱床の研究を行い、これらがいわゆるミツンッピー・バレー型鉱床と、岩しよう性熱水鉱床との両方の性質をもっていると結論している。

これらの従来からの研究・調査地域と、我々の調査地域との位置的な関係はFig. 3に示されている。

2 一般事情

2-1 グアテマラ共和国の一般概況

グアテマラ共和国は、中央アメリカ北西部に位置し、北西をメキシコ、東を英領ホンジュラス (Belize)、南東はホンジュラスおよびエル・サルバドルにそれぞれ接している (Fig1)。当国は中米諸国のうち最大の面積 (約 109,000 Km²) と第2の人口 (1976年: 約 626万人) をもつ。また、当国首都グアテマラ市は中米・カリブ海諸国への航空路の中継点になっている。

グアテマラは、ラテン・アメリカ諸國中インディオの比率が最高の国で、全人口の64%を占める。次いで混血が30%、ヨーロッパ系が6%と云われている。言語は、スペイン語が国語となっているが、山岳地帯の原住民は依然として固有の言語を使用しており、今回プロジェクトにおいてもスペイン語が不自由な労働者が多かった。当然文盲率も高く、現地調査の際は少くとも各班に1人の高校教育を受けた助手を必要とする。国民の多くは、カトリック教徒であるが、山岳部の住民の間では、土俗の原始宗教や、これとカトリックとの混交した宗教等も信じられているようである。原住民 (特に山岳部の) の間には、古くからの風俗・習慣がいまだに豊富に伝承されている。原住民の性格・気質・思考方法等には日本人と共通した所があるように感じられた。

当国の通貨単位は quetzal (ケツアル : Q)、補助単位はセントボ (Centavo : C) と呼ばれ、対米ドル交換レートは安定しており、1対1の固定レートを保っている。米ドルは現金、旅行者小切手いづれも全国一般銀行において自由に交換することが出来る。

当国の1976年の国内総生産は、43億6千万米ドルで、国民1人当りの国内総生産は約700米ドルと推定される。中産階級が少く、農園主や高級官僚、軍人等の富裕階級と、自給自足的生活を営む山岳部の原住民や、農園労働者等の低所得者階級との所得隔差は大きい。当国の経済は、従来からコーヒー、綿花、砂糖、バナナ等の農産物に依存しており、これら4品目が輸出に占める割合は、1976年で約57%に達する。参考のため、主な経済指標の最近の動向、主要輸出入相手国および主要輸出入品目を下に記す。なお、外貨準備高は1978年2月現在で7億1千5百万米ドルと云われる。

(Table 3 - A) 主要経済指標

	1975年	1976年	1977年
G D P (百万米ドル)	3,646	4,363	
1人当りGDP (米ドル)	600	697	
インフレ率 (%)	13	11	13
国際収支 (百万米ドル)	104	212	119
貿易収支 (")	△31	△111	47
輸出FOB (")	611	794	1,189
輸入FOB (")	672	905	1,142
外貨準備高 (")	304	511	690

出典 = IFS (INTERNATIONAL FINANCIAL STATISTICS)

(Table 3 - B) 主要輸出入相手国 (1976年)

国名	輸出FOB		国名	輸入FOB	
	百万米ドル	%		百万米ドル	%
米 国	278	33	米 国	303	35
西 独	105	12	日 本	99	12
エル・サルバドル	80	10	ベネズエラ	77	9
日 本	77	9	エルサルバドル	64	8
コスタリカ	43	5	西 独	60	7
そ の 他	260	31	そ の 他	249	29
輸 出 総 額	843	100	輸 入 総 額	852	100

出典：外務省中南米課資料

(Table 3-C) 主要輸出入品目 (1976年)

品 目	輸出 F O B		品 目	輸入 F O B	
	百万米ドル	%		百万米ドル	%
コーヒー	264	31	原材料の中間材	302	35
砂糖	95	11	資本財	297	35
棉花	80	10	消費財	234	28
化学製品	50	6	その他	19	2
バナナ	45	5			
その他	309	37			
輸出総額	843	100	輸入総額	852	100

出典：外務省中南米課資料

当国においては、従来金属鉱業は余り盛んでなかった。しかし、1977年7月から東部 Lago de Izabal (ラゴ・デ・イサバル) 地域において、ラテライト・ニッケル鉱床の採鉱および製錬の操業が開始された。本プロジェクトは、Inco Ltd. と Hanna Mining Co. がグアテマラ政府と合併で設立した Eximibal 社によるものである。ちなみに、その計画生産量は露天掘りから約 4,200 STPD (湿量) 1.6~1.7% Ni、製錬所から 75% Ni マット中の Ni 含量として 14,000 STPY と云われるいる。また上記ニッケル鉱山の西で、Oxec (オシェック) 銅鉱山がカナダ Basic Resources 社により、小規模ながら、坑内掘採掘されている。

また、最近 Alta Verapaz (アルタ・ベラパス) 県と、Peten (ペテン) 県南部において石油の試掘に成功し、目下採掘が継続されているが、まだ商業生産には入っていない。

2-2 調査地域の概況

2-2-1 位置

第1年次調査対象となった2地区計 2,000 km² のうち、A地区は首都グアテマラ市の北西直距約 169 km に位置し、ウエウエテナンゴ県 (Departamento de Huehuetenango) にある。本地区は北緯 15°55' と 15°15'、および西経 91°20' と 91°10' に囲まれ、面積は約 650 km² である。一方、B地区は、首都の北西直距約 110 km に位置し、ウエウエテナンゴ県とエル・キチェ県 (Departamento del Quiché) にまたがる。本地区は北緯 15°32' と 15°18'、および西経 90°55' と 91°25' に囲まれた範囲で、その面積は約 1,350 km² である。

第2年次調査の対象となった7地区の位置は、下記第4表にまとめられた。この表においては、各地区の四隅の座標が、緯度、経度で表示されている。なお、A-1およびA-2地

区は第1年次A地区内に、また、B-1からB-4地区とC地区の5地区は第1年次B地区内に、それぞれ位置している。

(Table 4) 調査地域位置一覧表

地 区 名		1	2	3	4	IGN ¹ /50000地形図
A-1 Pechac-Laurita	北緯	15°51'42"	15°53'18"	15°51'14"	14°49'38"	Ocante San Miguel Acatán
	西経	91°51'42"	91°33'58"	91°33'15"	91°38'02"	
A-2 Peña de Plata	北緯	15°48'45"	15°48'45"	15°45'35"	15°45'35"	Barrillas
	西経	91°21'35"	91°19'20"	91°19'24"	91°21'35"	
B-1 La Barranca	北緯	15°22'50"	15°22'50"	15°20'40"	15°20'40"	Chiantla
	西経	91°24'59"	91°19'57"	91°19'57"	91°24'59"	
B-2 Río Blanco	北緯	15°20'40"	15°20'40"	15°17'21"	15°17'21"	Nebaj, Chiantla Sacapulas Huehuetenango
	西経	91°16'01"	91°04'23"	91°04'23"	91°16'01"	
B-3 Cunén	北緯	15°21'25"	15°21'25"	15°19'45"	15°19'45"	Tzija, Sacapulas, San Andres Sajcabaja, Nebaj
	西経	91°02'10"	90°55'30"	90°55'30"	91°02'10"	
B-4 Salquíl	北緯	15°30'40"	15°32'07"	15°29'31"	15°28'03"	Salcoma Chiantla
	西経	91°19'07"	91°17'10"	91°15'08"	91°17'10"	
C Llano del Coyote	北緯	15°20'15"	15°18'46"	15°17'45"	15°19'15"	Sacapulas, Nebaj, Huehuetenango Chiantla
	西経	91°15'00"	91°11'17"	91°12'14"	91°15'49"	

第3年次の調査は、上記C地区の内部で行われた。

各年次の調査範囲は、(Fig.1およびFig.3)にまとめられた。

2-2-2 交 通

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

A地区に至る交通の便は非常に悪い。すなわち、本地区内を通過する車行可能な道路は未舗装の国道9N号線一本のみである。この道路は、HuehuetenangoからBarrillas(バリージョス)に至る全天候主要道路ではあるが、未舗装で道巾も狭く(3ないし3.5m)、かつ非常にカーブが多い。また、海拔3,000m前後の尾根上を通る区間が多いため、乾期でも濃霧に悩まされる事が多い。Huehuetenangoから本地区の中心部にあり、A-1地区調査のための労務者、馬匹、食糧調達の出来るSan Mateo Ixtatán(サン・マテオ・イxtatán)までの道路距離は僅か115kmであるが、車行4時間半を要す。同様に、前者からA-2地区調査のための準備基地となるBarrillasまでの所要時間も、道路距離146kmにもかかわらず、車行6時間である。これ以外には車行可能な道路がないので、国道近傍以外の場所に達するには徒歩または馬匹によることになる。ちなみに、馬匹を使用した場合の歩度は、4~4.5km/hである。また、天候と地形上の制約から、ヘリコプターの使用は時期的

にも、場所的にも非常に利便されよう。

B地区の交通もまた、2、3の車行可能な道路付近以外は良くない。本地域南部には、国道7W号線がChixoy-Polochic(チソイ・ポロチック)断層の断層谷にはほぼ平行して走り、Aguacatán(アグアカタン)、Llano del Coyote, Sacapulas(サカプラス)、Cunén(クネン)等の村々を結んでいる。したがって、この道路が通過するB-1、B-2、B-3およびC地区への交通は比較的便利である。なお、この道路は、HuehuetenangoとCobán(コバン)を結ぶ主要道路で、全天候道路ではあるが未舗装、幅員3~3.5mである。ちなみに、Huehuetenango-Cunén(クネン)間7.6kmの所要時間は3時間である。Cunén(クネン)以東の道路状況は、上記よりさらに劣悪である。

この国道から分岐し、県道3号線(全天候未舗装)がNebaj(ネバジャ)に通じている。さらに、2本の狭小な未舗装全天候道路がNebajからSan Juan Cotzaj(サン・ホアン・コツァル)およびChajul(チャフル)まで延長されている。また、NebajからAcúl(アクル)に簡易道路が延長されているが、これは晴天時4輪駆動車のみ通行可能である。このほか、B地区南西部の石灰岩カルスト台地上の部落には、国道9Nから簡易道路が数本延長されているが、これらは雨期には車行不能である。上記以外に最近Rio Blanco北側に、局部的な道路が2、3本新設されている。

上記の限定された道路近傍以外の大部分の場所には、徒歩または馬匹が交通手段となる。主要村落間の距離と所要時間は、(Fig. 2)に示した。

2-2-3 通 信

当国では、まだ余り電話が普及していない。首都とHuehuetenango市との間には、電々公社(GUATEL)の電話回線が開設されているが、Huehuetenango市内には戸別配線がほとんど行われておらず、通話のためには電話局に行く必要がある。Huehuetenango市以外の調査各地区には民間用電話線は延長されていない。各調査地域への唯一の通信連絡方法は電報で、各町村の中心部にある郵便局より受電可能である。

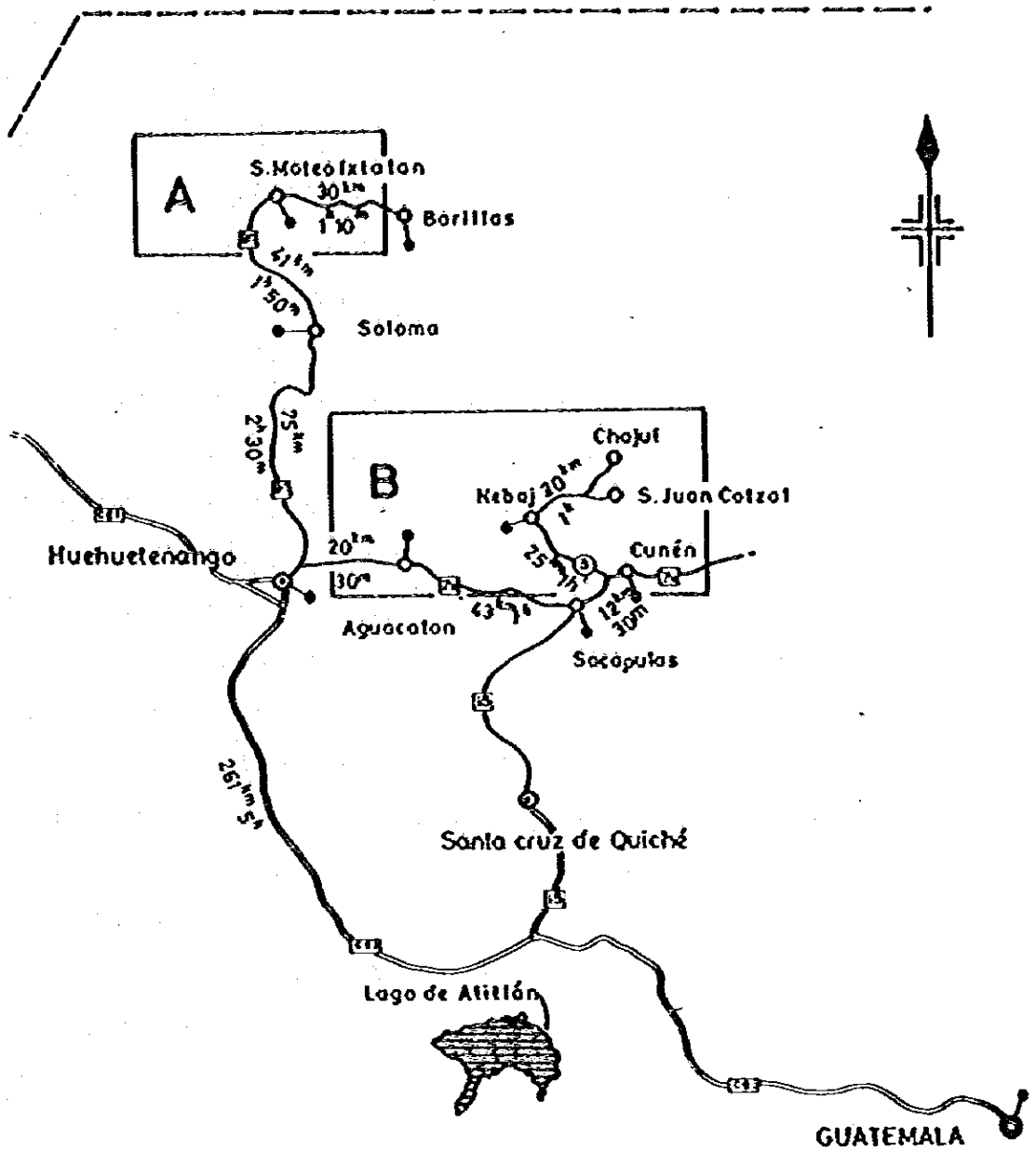
郵便は安全に配達され、紛失することはほとんどない。Huehuetenango-首都間の所要日数は1~2日である。Huehuetenangoから日本への航空郵便の所要日数は平均8日、日本からHuehuetenangoへは平均6日であった。

テレックスは、Huehuetenango市から車行約1時間30分にあるQuetzaltenango(ケサルテナンゴ)市のGUATEL局から打電出来る。

2-2-4 Huehuetenango市について

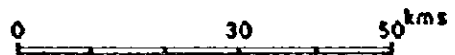
Huehuetenango市は同名の県庁所在地であり、第1、2年次現地調査の際現場事務所が設けられた。第2年次報告書の各論記載中では、交通の基点として使われている。

Fig 2 ROAD MAP OF PROJECT AREAS



LEGEND

- Paved
- Gravel
- Central American HWY
- National
- Departmental



本市は人口5～10万人ではあるが、グアテマラでは4、5位の都会である。県庁、軍隊の分遣所の他各種の政府機関の事務所がある。電々公社（GUATEL）の電報電話局、郵便局、銀行（3店）、民間放送局（2局）、総合病院、自動車修理工場、ホテル、スーパーマーケット（2店）等があり、都市としての機能を一応備えている。

3年次にわたる調査期間中、特殊なものを除き、食料、燃料等の補給は本市で行った。

2-2-5 地 勢

調査地域は、地形的には二つの特徴的な部分に分けられる。一つはA、B両地域の大部分が位置しているAltos Cuchumatanesの高地部であり、他の一つは、B-1、B-2、B-3およびC地区が属するB地区南部のChixoy Polochic断層谷と、その隣接地域を含む前記高地の南側山麓地帯である。前者の標高は海拔1,000 mから3,335 mの範囲を示し、後者は1,700 mから2,450 mの間を変化する。

高地部の地形は、基盤を構成する地質の差を反映して、場所により特徴的な様相を呈する。すなわち白亜紀の石灰質岩からなるIxcoy層が露出する地域では、植生のまばらな広大なカルスト台地が発達し、その縁辺部には登はん不能な急崖を形成することが多い。この部分には人家や畑は殆んどない。ジュラ紀の陸成砂岩、頁岩を主とするTodos Santos層の露出する地域は、その軟弱な岩質を反映して、一般に平坦な地形が形成され、耕地や集落の場となっている。ただし、同層の基底礫岩はしばしば急崖をつくる。古生代Santa Rosa層群や、変成岩地域では、通例深く解析された峡谷や、やせ尾根を伴う急峻な地形が卓越する。この部分の局部的な標高差は、しばしば1,000 mか、それ以上にも達する。

Altos Cuchumatanes 高地の山麓地帯は、EWに直線的に延長するChixoy-Polochic断層の新層崖と、その南側に同じ方向に伸びる比較的ゆるやかな地溝状の部分からなる。この部分では、局部的な標高差はめったに300 mをこさぬ。Llano del Coyote付近では、酸化作用に伴う変質帯を反映して、頂上が平坦で、南北に急斜面をもつ丘陵地が形成されている。

2-2-6 気 候

調査地域は、緯度から云うと、亜熱帯ないし熱帯に属するが、標高1,500～3,000 mの地域が大部分を占めるため、気温は5℃～25℃を示し、一年中春か秋のような所が多い。しかし、標高や地形によりかなり変化が多い。すなわち、Altos Cuchumatanes 高地の北東縁に近く、高度も低いA地区東部のA-2地区の一部等では、熱帯ないし、亜熱帯的な気温を示すし、B地区南部のChixoy Polochic断層谷沿いの地域でも雨期直前の3月、4月には日中気温が30℃をこすこともある。

この様な地域差は、雨量についても云える。すなわち、A地区の大部分はグアテマラで最

も雨量の多い地域に近く、年間降水量は2,500～5,000%と推定され、雨天日は年間200日にも達する。ここでは雨期、乾期の別もはっきりしない。現地住民によると比較的雨の少いのは6月から8月と、11月から翌年1月と云われるが、年により非常に差があるようである。B地区高地部の気候も同様、A地区に準じ年間降水量は2,000～3,000%に達する。これに対して、Chixoy Polochic 断層沿いの海拔2,500 m以下の山麓地域は降水量も少く（年間降水量1,200～1,500%）、雨期、乾期の別が明瞭である。この部分の乾期は11月から翌年4月で、年間降水量の大部分は、5月から10月の雨期6ヶ月間の降雨による。

2-2-7 植 生

調査地域の植生は、気候、地質、人口の稠密度等を反映して、場所によりかなり異っている。

A、B両地区の大部分を占める高地部では、植生は一般に稠密である。ここでは、植生は基盤の地質の差をかなり明瞭に反映しているように見える。すなわち、古生代のSanta Rosa 層群と変成岩の露出する地域は、密生した下草を伴った松および、かし等の広葉樹の高木より構成された森林に覆われる。一方、Todos Santos層が露出する地域は、多くの場合、耕地として利用されており、自然植生はほとんど認められない。Ixcoy層の石灰質岩からなるカルスト台地には、僅な下草を伴った松の疎林が卓越する。

一方、A地区東部やB地区北東部のように、標高が低く、降雨量の多いAltos Cuchumatanes 高地とPetén 低地との漸移帯では、熱帯降雨林に近い植生が見られる。

これとは反対に、B地区南部のChixoy-Polochic 断層沿いの地域の一部のように、局部的に雨量が少く、かつ現世の火山灰に覆われている所では、まばらな下草や竜舌蘭を伴った松や樺等の常緑高木の疎林が見られ、反乾燥地的植生を示す所もある。

3 地 質

3-1 概 要

本プロジェクトにおいては、地質調査は、範囲と精度を変え3年次を通じて実施された。

第1年次(1976年)には、A、B2地区計2,000 km²に対する予察地質調査が地化探試料採取とともに実施された。地質調査の結果は、1/50,000 IGN地形図にまとめられた(第1年次報告書PL-1, PL-2)。

第2年次(1977年)には、第1年次調査により抽出された地化探異常地を中心に選ばれた6地区297 km²に対する追補調査と、C地区 Llano del Coyote 探鉱地14 km²に対する精査が実施された。6地区(A-1, A-2, B-1, B-2, B-3, B-4)に対する調査結果は、1/50,000 IGN地形図より写真延図された1/20,000地形図にまとめられ、C地区についてはIGN航空写真から図化された1/10,000地形図にまとめられた。

第3年次(1978年)には、試錐の実施されたC地区中心部5 km²に対して補足的精査が行われ、その結果は上記航測図を延図した1/5,000にまとめられた。

第1~3年次の地質調査の結果は、各年次報告書添付の地質図および断面図にまとめられている。また、第1年次調査1/50,000地質図を第2, 3年次調査結果を加えて改訂したものを本総合報告書に添付した(PL-1~4)。

このほか、第2, 3年次にC地区で実施された試錐コア調査が行われ、その結果は1/500柱状図にまとめられた。

3年次にわたる地質調査と、地化探結果を総合して結論的に云えることは、今回のプロジェクト地域が酸化、特に金属鉱物の酸化の微弱な地域であると云うことである。酸化作用は酸性貫入岩類と空間的および成因的に関連がありそうで、調査地域に酸化が微弱な原因は、貫入岩の分布が少いことに起因すると思われる。したがって、今後グアテマラで非鉄金属の鉱物探査を行う場合、火成岩類、特に酸性貫入岩類の多い所を選択する必要がある。なお、調査地域内の酸性貫入岩類の貫入時期は、K-Ar年代測定により、3つの時期に分けられそうなのが判明した。すなわち、117-135 m.y. (早期白亜紀)、71-85 m.y. (後期白亜紀)および58-62 m.y. (晩新世)である。本地域の非鉄金属酸化は、このうち後2者に関連しておこった可能性がある。

調査地域内の金属酸化作用は、構造的にはNW-SE系(Rfo Ocho 断層系と同方向)とWNW-ESE系(Chixoy-Polochic 断層系と同方向)の新層とに支配されている様に思われる。既知示徴地、旧坑等はこの方向に配列し(Fig. 13)、地化探試料の分析値にみられる地球化学的累帯配列等にも、これら2方向の影響が顕著である(Fig. 4, 5)。

調査地域内で最もZn-Cu 鉱化の探鉱の可能性があると考えられたC地区 Llano del Coyote 地区が、第2、3年次に試験により探鉱された。その結果、MJ-9孔で9.5m間12.76% Znの有望な初生硫化物鉱化に着鉱した。なお、本孔の酸化帯下底部では、輝銅鉱を伴う銅の二次富化帯(0.60m間Cu 3.80%)にも着鉱している。この鉱化は、Tactic層とChicol層との境界部に位置するスカムン中におきている。岩石地化探異常の広がり等から考え、本地区には $n \times 10^5 \sim n \times 10^6$ T級の可採鉱量が存在する可能性がある。本地区は立地条件が良いので、この程度の鉱量品位でも開発しうる可能性は大きい。今後の探鉱が期待される。

Pechac, Laurita, Peña de Plata 鉱床等のような石灰質岩に伴うPb-Znの鉱化には、小規模高品位鉱として開発しうるものがあるかもしれぬ。しかし、その規模はせいぜい 10^4 Tオーダーにとどまろう。

この他、鉱物探査とは直接関係ないが、次の様な地質学的貢献が、本プロジェクトの地質調査を通じてなされた。(1)IGN1/500,000地質図では白亜紀層が分布するとされたA地区南西部には、古生層が分布する(第1年次報告書19頁)。(2)上部石炭紀(ペンシルバニア紀)を指示する*Fusulinella* sp. が、従来二疊紀とされていたいわゆるChochal石灰岩の一部で発見された(第1年次報告書A-51, -54頁)。

また、鉱物学的には輝蒼鉛鉱(第1年次報告書30頁)、鏡鉄ニッケル鉱とアウルアイト(鉄・ニッケル自然合金)(第1年次報告書39頁, 第2年次報告書84-86頁)、含水フランクリン石(chalcophanite; $(Zn, Mn, Fe)Mn_3O_7 \cdot 3H_2O$; 第3年次報告書頁)等が極く微量発見された。

3-2 野外調査

野外調査の構成、方法、使用地形図、試料番号等についての具体的な記載は省略する。これらについては、各年次報告書の下記頁を参照されたい。なお、各年次の調査資料の整理、総合、解釈等の作業手順は、第1年次報告書添付フローチャートPL-75に準じて行われた。

第1年次報告書	11 頁
第2年次報告書	7, 8 頁
第3年次報告書	3 頁

3-3 調査結果の記載と表示

各年次に実施された地質調査の結果は、下記の地質図、断面図にまとめられている。

第1年次(1976年)

A 地区 地 質 図

1/50,000 PL-1

B 地区地質図	1/50,000	PL-2
A 地区地質断面図	1/50,000	PL-3
B 地区地質断面図	1/50,000	PL-4
Cerro Bobí - Quetzál 地区地質図(その1~3)	1/10,000	PL-54, 55, 56
Cerro Bobí - Quetzál 地区地質断面図		PL-57

第2年次(1977年)

地区	地質記載(頁)	地 質 図		地 質 断 面 図	
		図 番	縮 尺	図 番	縮 尺
A-1	63 ~ 69	PL-1	1/20,000	PL-2	1/20,000
A-2	76 ~ 87	PL-10	•	PL-11	•
B-1	94 ~ 102	PL-19	•	PL-20	•
B-2	110 ~ 122	PL-28, 29	•	PL-30	•
B-3	130 ~ 134	PL-45	•	PL-46	•
B-4	141 ~ 143	PL-54	•	PL-55	•
C	155 ~ 178	PL-63	1/10,000	PL-64, 65, 66	1/10,000

第3年次(1978年)

地 質 記 載	15頁 ~ 33頁	
地 質 図	1/5,000	PL-1-1, 1-2
地 質 断 面 図	1/5,000	PL-2-1~2-5

3-4 広域地質上の位置

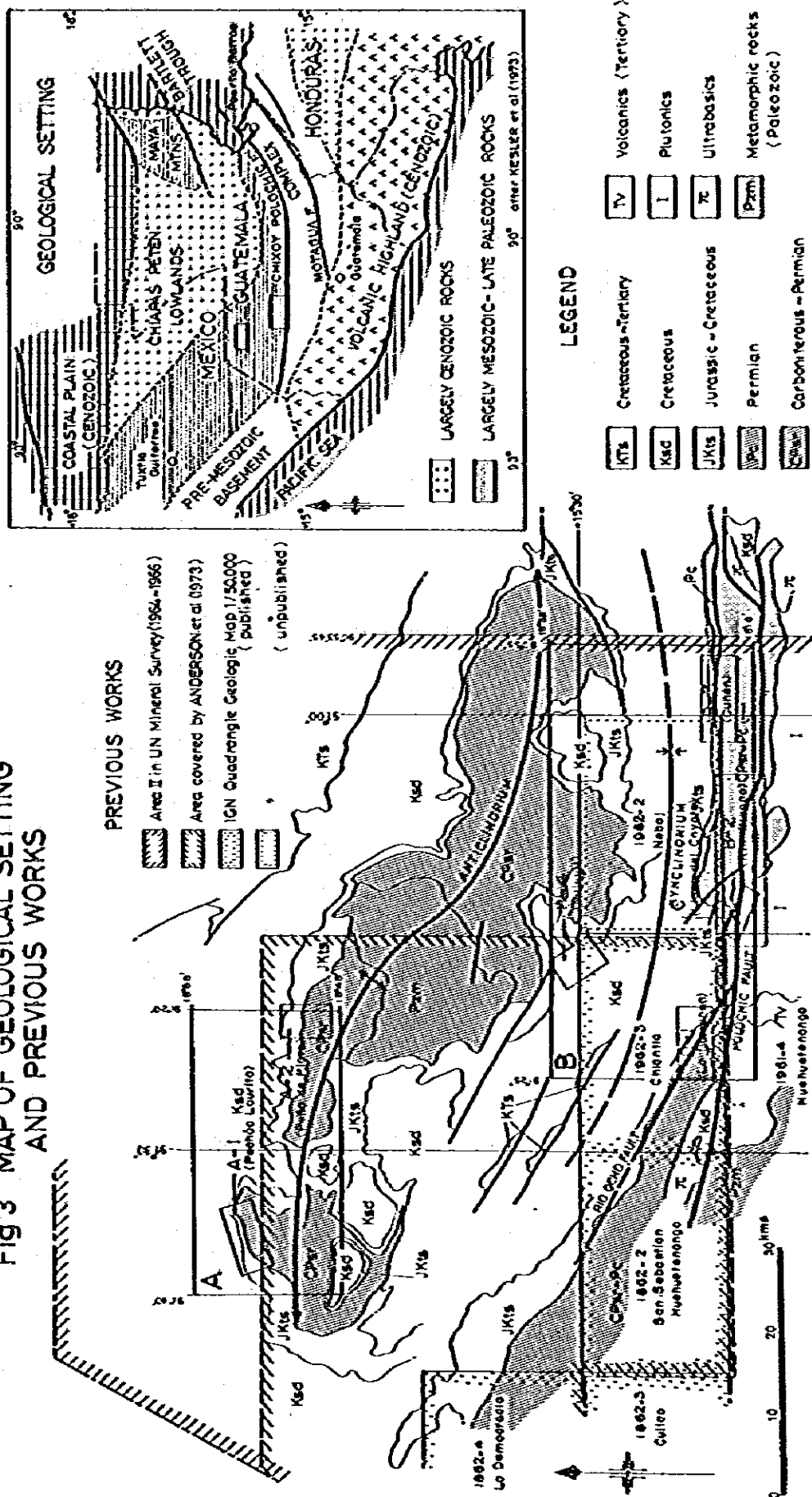
調査地域はメキシコのChiapas(チアパス)から南東にのびる主として古生代から中生代の水成岩からなる褶曲帯中に位置する。調査地域南限には、カリブ海海底のBartlett海溝の陸上への延長部と考えられるChixoy-Polochic(チンイーポロチック)新層が、東西に走り、上記褶曲帯を切っている。(第1年次A, B地区および第2年次A-1, A-2, B-1, B-2, B-3, B-4およびC地区)地質学的位置は(Fig. 3)に示した。

A-1およびA-2地区は、Chixoy-Polochic新層の北へ約50~60km、また、B-4地区は北へ約20km 夫々離れた所に位置している。

一方B-1~B-3地区およびC地区は、前記新層と褶曲帯との交線に沿って位置し、いずれもその主要新層帯が、調査範囲内または近傍を通過するため、地質は非常に複雑となっている。

上記褶曲帯は、地形的にはAltos Cuchumatanes(アルトス・クチュマターネス)と呼ばれる高地を形成している。A-1およびA-2地区は、夫々高地の北西縁と北縁に位置し、

Fig 3 MAP OF GEOLOGICAL SETTING AND PREVIOUS WORKS



modified after IGN Geologic Map (BONIS et al 1970)

B-4地区は高地中心部、B-1~B-3およびC地区は南縁に位置している。

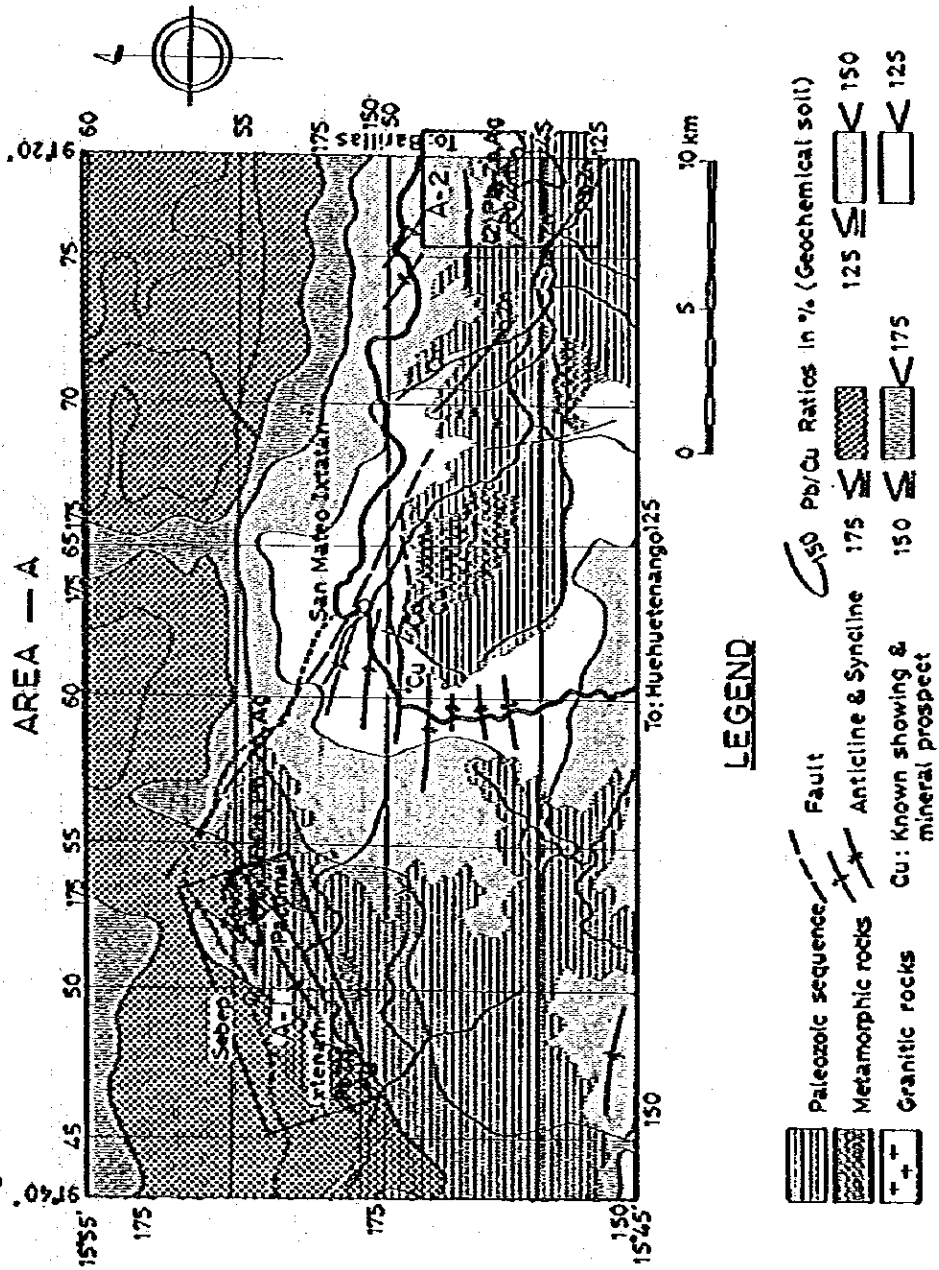
地質構造的には、クチュマターネス高地脊稜をNW-SEの軸をもつドーム状広域複背斜が走り、A-1、A-2地区はその北翼に、B-4地区は南翼にあり夫々複背斜の中軸帯をなす古生層の縁辺部に位置する。これに反しB-1~B-3およびC地区は、この複背斜とChixoy-Polochic断層の間に存在すると思われる復向斜の南翼に位置すると云える。

火成岩との関係から云うと、B-1、B-2、B-3、Cの4地区は、Chixoy-Polochic断層南側 Huehuetenango から東に約65Km間にわたり連続するジュラ紀~白亜紀の花崗岩類底盤の近傍に位置する。A-1、A-2地区は、花崗岩ないし酸性半深成岩の小岩株より数Km~10数Kmに位置するが、B-4地区付近には全く火成岩の存在を認めない。

鉱床生成区上からは、各地域はメキシコよりホンジュラス迄約250Kmにわたり延長するPb-Zn-Ag 鉱化帯に属すると思われる。

しかし、より局地的、地球化学的かつ相対的な意味では、深成岩ないし半深成岩小岩株を中心として、半径10Km~20Km程度の金属累帯がみとめられ、B-2、C地区はCu-Zn帯、その他の5地区はPb-Zn帯に属している(Fig. 4.5)。

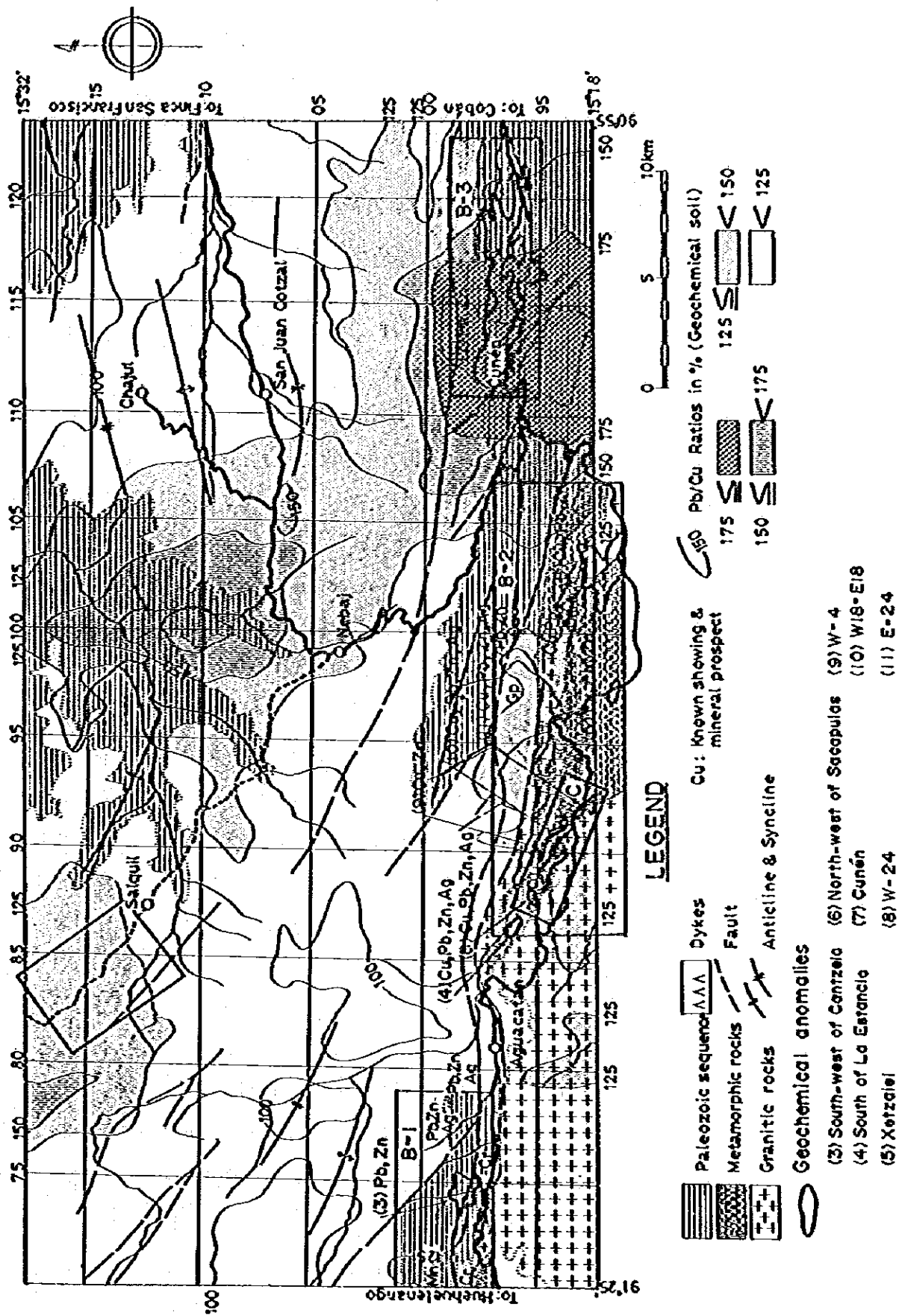
FIG. 4 RELATIONSHIP BETWEEN MINERALIZATION & STRUCTURE
AREA - A



LEGEND

- Paleozoic sequence
- Metamorphic rocks
- Granitic rocks
- Known showing & mineral prospect
- Cu: Known showing & mineral prospect
- Fault
- Anticline & Syncline
- Pb/Cu Ratios in % (Geochemical soil) 150
- Pb/Cu Ratios in % (Geochemical soil) 125
- Pb/Cu Ratios in % (Geochemical soil) 175
- Geochemical anomalies
 - (1) Peñasco Pacumal
 - (2) East of Sacilean

Fig. 5 RELATIONSHIP BETWEEN MINERALIZATION & STRUCTURE
AREA — B



3-6 層序および一般地質

グアテマラでは、全土を統一した標準層序は、岩層的にも年代的にも確立されていない。一方、今回の調査地域が位置する西部Altos Cuchumatanesの層序に対してはAnderson 他(1973)が体系的な研究を行い、従来の研究者による層序との対比を行っている(Fig. 6)。本報告書で使用した層群名、累層名および部層名、ならびに地質年代対比は、すべて彼等のものに準拠している。今回の調査で得られた各調査地区別の層序と、Anderson 他による層序との対比は(Fig. 7)に示した。

Altos Cuchumatanesでの層序は、古生代のSanta Rosa(サンタ・ローサ)層群ならびに中生代のTodos Santos(トードス・サントス)層および、Ixcoy(イシコイ)層に大別される。

Santa Rosa層群はChicol(チコル)、Tactic(タクティック)、Esperanza(エスペランサ)およびChochal(チョーチャル)の各累層から構成され、時代未詳(先二疊紀)の変成岩類を基盤としている。基盤変成岩類の少くとも一部は岩層の類似から、Santa Rosa層群の最下部累層であるChicol層の変成相と考えられている。これらの変成岩類は、広域変成作用を受け、緑色片岩相を示すが、一部では、花崗岩の貫入により弱い接触変成をこうむって、ザクロ石の生成や、白雲母粒度の増大を示すところもある(C地区)。

Chicol層は、その岩相からBohnenberger(1966 a, 1966 b)のSacapulas(サカプラス)層に対比される。Sacapulas層は粘板岩や砂岩を挟有する礫岩層を主体とし、一部に火山岩類を伴う(Forth, 1971)。場所により酸性貫入岩が脈状あるいは岩床状に産出する。C地区内北東部に分布する変成岩類は、緑色片岩や礫状片岩を主体とし、片状石灰岩、砂岩および粘板岩を挟在する。これらの変成岩類の上盤(南西側)には凝灰質頁岩、頁岩、および砂岩が累重する。岩相の類似から、前者はSacapulas層またはChicol層の変成相に、後者は後記のTactic層にそれぞれに対比出来よう。なお、これらの岩石、地区南西部に広く分布する花崗岩質岩との境界付近でスカルン化-熱水変質を受け、鉱化・変質帯が形成されている。変成岩類はC地区の他、A地区Cerro Bobi付近 およびB地区南部等にも分布している(PL-1, 2)。

Tactic層およびEsperanza層は、粘板岩と泥岩を主体とするが、後者は前者より石灰質挟在層の量が多い。Tactic層内でも、上部Esperanza層に向かい石灰質岩の挟みを増す。A-1地区およびA-2地区で認められる粘板岩を主とする地層の大部分は、岩相の類似と層序からみてTactic層またはEsperanza層とみなされる。

Chochal層は、塊状で急崖を形成する苦灰岩および石灰岩からなり、紡錘虫類などの化石を多産する。C地区を除く各調査地区で見出された紡錘虫類、ベレロフォン、ウミユリ類、サンゴ類などの化石を多産する地層の大半はChochal層に対比されよう。Chochal層の最上位には、場所により、Tuilón(チュイロン)部層と呼ばれる砂岩や泥岩から成る地層

Fig. 6. Correlation Chart for Geological Units in northern Guatemala

	This Report	Dollfus & Mont-Serrat (1968)	Sapper (1897-1899)	Roberts & Irving (1957)	Walper (1960)	Behnenberger (1966)	Boyd (1966), Davis (1966), Blount (1967), Anderson (1967)	Batson & Hail (1971)	van dem Boom, Müller, Nicolaus, Paulsen (1971)	Anderson et. al. (1973)	Kesler & Ascarniz-K. (1973)
Cretaceous	Ixcay Limestone		Ixcay Limestone	Ixcay Limestone	Ixcay Limestone		Ixcay Limestone		Ixcay Limestone	Ixcay Limestone	Ixcay Limestone
Lower Cretaceous	Todos Santos Formation	??	Todos Santos Formation	Todos Santos Formation	Todos Santos Formation	Todos Santos Formation	Todos Santos Formation	Todos Santos Formation	Todos Santos Formation	Todos Santos Formation	Todos Santos Formation
Upper Triassic(?)											
Leonardian			Karbonkaiké	Chóchal Limestone	Chóchal Formation	Chóchal Formation (Limestone)	Chóchal Formation	Chóchal Formation	Chóchal Formation	Chóchal Limestone	Chóchal Formation
Wolfcampian											
Permian or older											
Pre-Permian											

(Note: The chart includes numerous geological features such as faults, unconformities, and groupings like 'Santa Rosa Group', 'Chucús Group', and 'Sacapulas Formation'. It also includes a 'Bladen Volcanic Member' and 'Tactac Formation'. The 'Santa Rosa Group' is noted as the 'oldest unit' in some columns.)

が発達することがある。B-1地区およびB-2地区で Chochal 層の塊状石灰質岩層の上盤に発達する砂岩、粘板岩層は、この部層に對比されよう。

古生代 Santa Rosa 層群を不整合に覆う中生層の最下部層は、陸成の礫岩、砂岩および頁岩からなる Todos Santos 層である。本層は、C地区を除くすべての調査地区に分布し、古生層分布域の縁辺部に帯状に露出する。本層は上位の Ixcay 層に整合ないし非整合に覆われる。

Ixcay 層は、西部 Cuchumatanes 高地の地表に最も広く露出する地層で、無化石の石灰質岩層を主要構成岩とする。本層は、C地区を除くすべての調査地区に分布し、基底部付近には堆積性の礫質石灰岩が発達する。B-4地区の本層からはジュラ紀～始新世の *Dicyleliminae* gen. et sp. indet. が採取された。これは白亜紀後期の *Orbitolinella* に属するものかもしれない。

第四紀堆積物は、現世火山噴出物や、沖積層からなり、B-1～B-2地区の Chixoy - Polochic 断層の北側断層崖には石灰草段が発達する。B-2地区南部での現世火山噴出物は、火山灰、軟石質凝灰岩等から成り、基底部には礫層や砂層の発達が見られる。

3-6 貫入岩類

調査地域内に産出する主な貫入岩類は、酸性（珪長質）ないし中性深成岩と超塩基性（超苦鉄質）深成岩で、この他酸性半深成ないし火山岩類、および塩基性（苦土質）深成岩が認められる。さらに、少量の中性ないし塩基性岩脈等が局部的に産出する。

これらの貫入岩類は、非常に限定された範囲にのみ分布する。すなわち、中性-酸性貫入岩類は主として Altos Cuchumatanes 高地の南山麓の Chixoy - Polochic 断層の南側（B-1, B-2, C地区）に分布し、同高地内部では小岩株が、侵蝕が進み基底の変成岩が露出する様な地域（A-1地区の南、第1年次調査 Cerro Bobí 地区、および A-2地区等）に散在するのみである。超塩基性深成岩（蛇紋岩化したカンラン岩）は、主として B地区南部の Chixoy - Polochic 断層系の剪断帯に沿い、小規模なレンズとして断続的に配列する。

その他、中性ないし塩基性貫入岩の小岩脈が各所に少量認められるが余り重要でない。ここでは、前二者についてのみ簡単に記す。

3-6-1 酸性（珪長質）～中性貫入岩類

(A) 分布

Huehuetenango 市から東に（東西約 65 km, 南北 10～15 km）分布する花崗岩類基底の北縁部が、B地区南部（B-1地区の南方、B-2地区および C地区）に産出する。この岩体は古生層の水成岩～変成岩類を貫いており、一部では、古生層の岩石をルーフ・ペンダント状にとりこんでいる（B-2, C地区）。基底の縁辺部、特に古生層側には流紋岩質（或い

は、石英安山岩)ないし石英斑岩の小貫入岩体(岩脈, 岩床等)が認められる(B-2, C地区)(Fig. 8)。底盤周辺, 特に上記岩脈, 岩床群を伴う所では, 古生層水成岩が, 局部的にスカルン化あるいは熱水変質を受け, 鉍化作用を伴っている所もある(B-2, C地区)。調査地区の非鉄金属鉍化は, これらの酸性~中性貫入岩類に関連があると思われる(後出)。

底盤を構成する岩石は, 岩石学的には, 石英閃緑岩から閃長岩質花崗岩迄変化する。一方岩脈および岩床は, 流紋岩(或いは石英安山岩)から石英斑岩迄変化する。

一方, A地区には, 上記の様な底盤規模の貫入岩体は存在せず, 非常に小規模な酸性~中性の深成岩~半深成岩の岩脈, 岩株が侵蝕の進んだ所に点在する。これらは, (1)Jolomch-
ipal 付近(1863-I; X=55, Y=51), (2)Yolaxito(1863-II; X=54, Y=42) 付近, (3)Cerro Bobí 南東の尾根(1963-III; X=64から67, Y=47±), (4)Yolaba部落付近(1963-IV; X=71, Y=43), (5)Saclecan 北方(1963-V; X=76~78, Y=47), および(6)Peña de Plata 西方(1963-VI; X=75, Y=43)等々である(PL-1)。

(B) 化学組成 (Fig. 8)

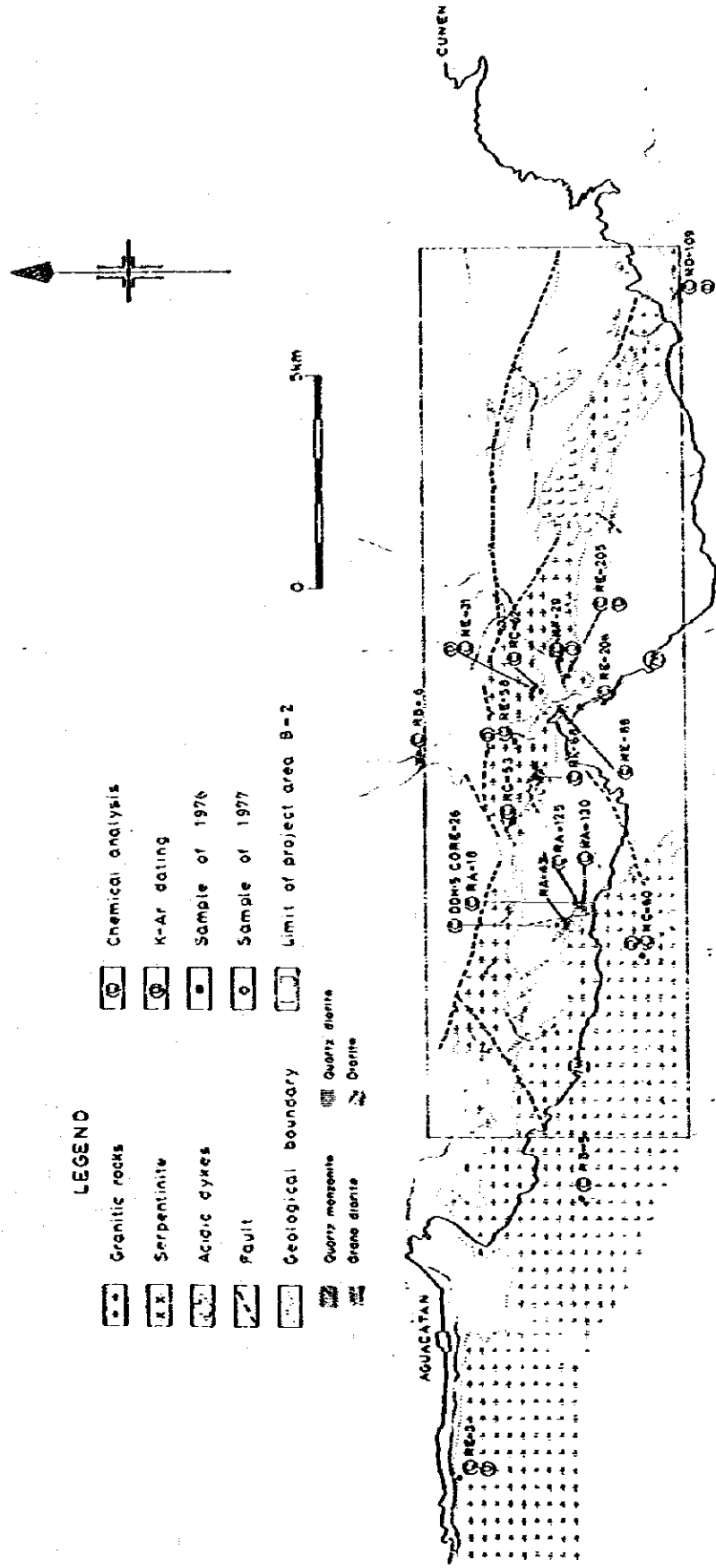
本プロジェクト第1, 2年次に採取された各10試料の貫入岩試料に対して13成分の化学分析が行なわれた(第5-A, B表)。この分析結果よりノルムが算出された(第6-A, B表)。計算されたノルム鉍物から各試料の石英, カリ長石, 斜長石3成分比率が算出され, 三角図にプロットされた(Fig. 10)。参考のため, 同じ図にアリゾナの斑岩鉍に伴う非変質斑岩(Creasy, 1966)の値がプロットされ, 本地域のものと比較された。この図は, 本地域の貫入岩の大部分が, Bateman(1961)の分類による花崗閃緑岩領域と石英モンソニ岩領域に入ることを示している。後述の様に分析された資料には変質を受けたものが含まれているので正確な議論は出来ぬが, 本地域のプロットがアリゾナのものの外側, 特により石英に富む領域に位置することは興味深い。

ノルム鉍物から分化指数が計算され, SiO_2 を横軸として縦軸にプロットされた(Fig. 9)。分化指数とは, ノルム鉍物における石英+正長石+曹長石を重量%で表わしたものである。比較のため, 同じ図に前記のアリゾナの斑岩類がプロットされた。その結果当地の中性~酸性貫入岩類は, 見掛上アリゾナの斑岩類より分化の進んだものと, 分化の進んでいないものの2グループに大別され, 後者と同じ範囲のものは, ほとんどない事がわかった。

(C) 貫入時期

第1, 2年次にB地区から採取された7試料について, K-Arによる年代測定が行われた。その結果は(第7表)にまとめられ, (Fig. 11)に図示された。なお, A地区の貫入岩類は, 岩体の規模が小さく新鮮な試料が採取できなかったため, 年代測定を行わなかった。

Fig.8 Locality of Granitic Rocks Tested



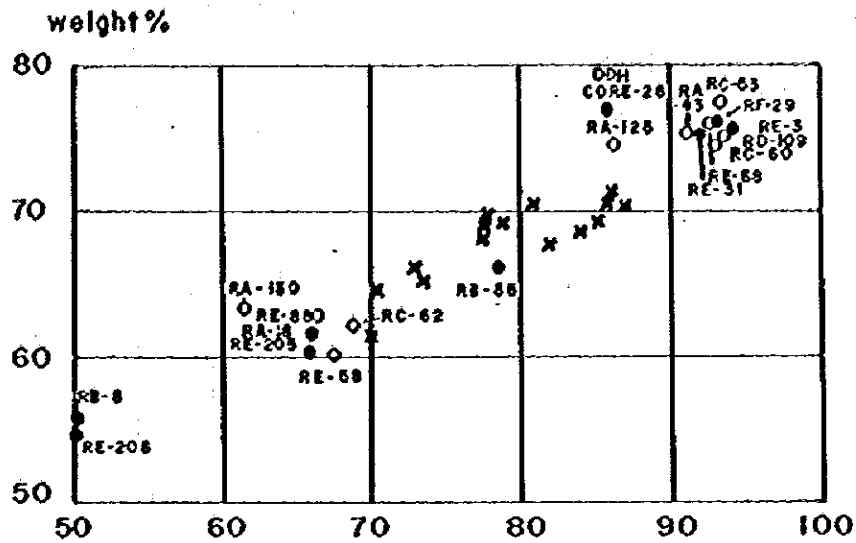


Fig.-9 Differentiation Index vs. SiO₂ of Acidic Igneous Rocks

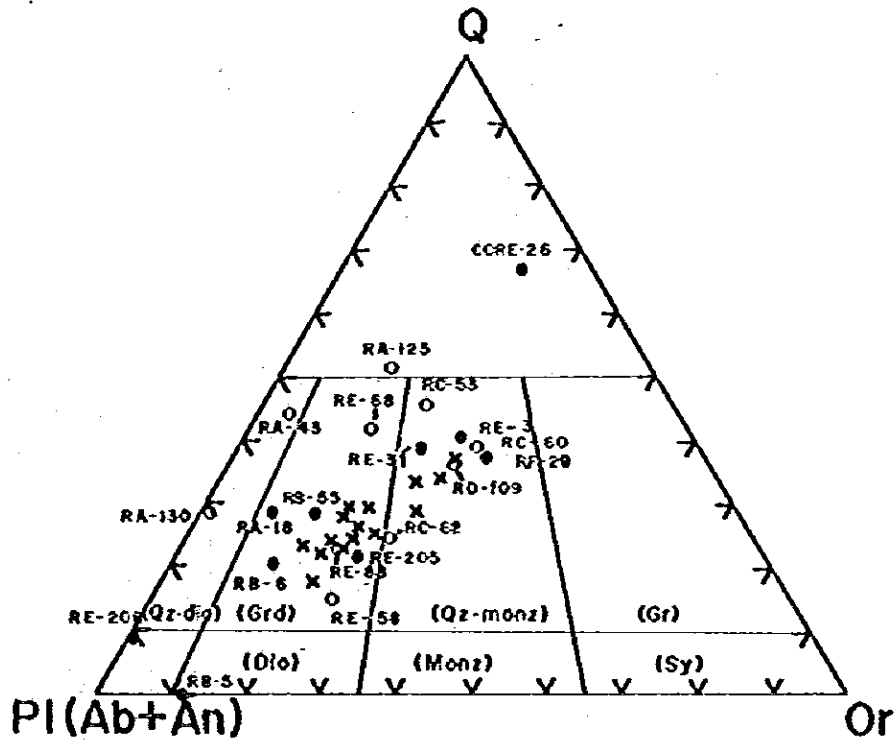


Fig.-10 Plots of Quartz-K-feldspar-Plagioclase of Norms of Acidic-Intermediate Igneous Rocks Classification from Bateman (1961)

- Samples taken during Phase-II of Present Project
- Samples taken during Phase-I of Present Project
- x Unaltered Arizonan Porphyries related with Porphyry Copper Deposits, after Creasy(1966)

Table 5-A Chemical Analysis of Igneous Rocks (Phase I)

Sample No.	RA-18	RB-5	RB-6	RB-55	RE-3	RE-31	RE-205	RE-206	RF-29	DDH-CORE 26 *2
Rock Type	Meta-Quartz porphyrite	Meta-Horn- blende porphyrite	Caracloastic Q-diorite porphyrite	Meta-Quartz porphyrite	Coarse- grained syenitic granite	Apilite vein in granitic ic rock	Meta-grano- diorite	Meta-grano- diorite	Syenitic granite	Altered quartz porphyry
Topo Map	1961-1	1961-4	1962-2	1863-2	1962-2	1961-1	1961-1	1961-1	1961-1	1961-1
UTM GRID X - Y	91-93	93-84	94-97	51-51	78-96	96-94	96-93	96-92	97-94	91-93
SiO ₂	61.82	46.42	55.73	66.21	75.97	75.40	61.48	54.97	75.70	76.64
TiO ₂	0.68	1.70	1.53	0.65	0.10	0.13	0.69	0.55	0.17	0.15
Al ₂ O ₃	17.81	15.28	17.07	15.90	14.18	13.61	17.17	19.10	12.92	13.41
Fe ₂ O ₃	3.64	6.90	2.10	1.30	0.46	0.69	3.08	4.05	0.55	1.59
FeO	1.15	6.00	6.55	3.38	0.23	0.62	2.31	2.34	0.33	0.54
MnO	0.09	0.20	0.12	0.05	tr	0.02	0.11	1.32	0.02	0.01
MgO	1.87	7.22	4.12	2.08	0.12	0.16	2.18	2.59	0.25	0.23
CaO	3.29	8.02	3.91	0.34	0.11	0.56	3.80	6.89	0.61	0.05
Na ₂ O	4.08	3.29	3.15	5.21	3.31	3.75	3.16	5.07	2.84	0.86
K ₂ O	1.40	1.17	1.60	2.10	4.71	4.02	3.57	0.08	5.58	3.51
H ₂ O+	2.80	3.18	3.54	2.04	0.45	0.51	1.89	2.40	0.55	2.34
H ₂ O-	1.23	0.56	0.20	0.45	0.15	0.10	0.11	0.08	0.06	0.14
P ₂ O ₅	0.15	0.37	0.30	0.14	0.01	0.05	0.17	0.23	0.01	0.05
Total	100.01	100.31	99.92	99.89	99.80	99.62	99.72	99.67	99.59	99.52

*1 Sheet number of I.G.N. quadrangle maps

*2 Taken from 97' of "Llano del Coyote DDH-4" by UNDP.

Table-5-B Chemical Analysis of Igneous Rocks

Sample No.	RA-43	RA-125	RA-130	RC-53	RC-60	RC-62	RD-109	RE-53	RE-68	RE-88
Rock Type	Dacite	Altered dacite tuff(?)	Altered dacite	Quartz porphyry	Syenitic granite	Hornblende granodiorite	Biotite granite	Altered granodiorite	Rhyolite (dyke)?	Altered granodiorite
Area	C	C	C	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2
Topo Map#1	1961-1	1961-1	1961-1	1961-1	1961-1	1961-1	1961-1	1961-1	1961-1	1961-1
UTM GRID X - Y	91-93	91-93	91-93	93-94	90-92	96-94	105-91	95-94	94-94	96-93
SiO ₂	75.47%	74.57%	63.31%	77.51%	74.92%	62.34%	75.21%	67.42%	75.99%	62.69%
TiO ₂	0.29	0.33	0.71	0.07	0.29	0.70	0.11	0.71	0.08	0.62
Al ₂ O ₃	15.13	14.67	16.77	13.14	14.16	17.17	13.85	16.67	14.32	16.73
Fe ₂ O ₃	0.48	1.04	3.93	0.38	0.34	3.27	0.63	3.09	0.47	3.13
FeO	0.26	0.27	0.66	0.29	0.56	2.32	0.29	2.72	0.39	1.76
MnO	0.01	0.01	0.10	0.00	tr	0.10	0.01	0.16	0.01	0.09
MgO	0.13	0.40	1.33	0.12	0.29	2.25	0.22	2.33	0.21	1.72
CaO	0.16	0.43	5.37	0.26	0.16	2.80	0.16	3.43	0.23	4.32
Na ₂ O	5.54	3.20	4.19	3.39	3.06	3.02	3.56	4.18	4.82	3.37
K ₂ O	0.76	2.25	0.28	3.49	5.07	4.00	4.95	3.46	2.62	3.18
H ₂ O+	1.09	1.96	2.22	0.81	0.65	2.04	0.57	2.05	0.46	1.69
H ₂ O-	0.27	0.47	0.86	0.09	0.07	0.11	0.11	0.15	0.11	0.14
P ₂ O ₅	0.05	0.04	0.12	tr	0.07	0.07	tr	0.21	tr	0.16
Total	99.64%	99.64%	99.85%	99.61%	99.64%	100.19%	99.67%	99.58%	99.62%	99.60%

* sheet number of I.C.N. quadrangle maps

Table 6 A Norms of Samples taken in 1976

Rock Type	Meta-Quartz Porphyrite	Meta-Hornblende Porphyrite	Cataclastic Q-diorite Porphyrite	Meta-Quartz Porphyrite	Coarse-grained Syenitic granite	Aplite vein in granitic rock	Meta-granodiorite	Meta-granodiorite	Syenitic granite	Altered Quartz Porphyry
Sample Norm Mineral	RA-18	RB-5	Rb-6	RB-55	RE-3	RE-31	RE-205	RE-206	RF-29	DDH-CORE-26
il	1.37	3.19	2.88	1.21	0.15	0.30	1.37	1.06	0.30	0.30
ap	1.01	3.03	2.02	1.01	-	-	1.01	2.02	-	-
or	8.35	6.68	9.46	12.24	27.83	23.93	21.15	0.56	32.83	20.59
ab	34.60	27.79	26.74	44.04	27.79	31.46	26.74	42.99	24.15	7.34
an	15.49	23.64	17.63	0.75	0.56	2.78	18.00	28.93	3.06	0.28
c	3.90	-	3.63	4.82	3.47	2.41	1.46	-	1.12	8.16
mt	2.08	9.72	3.01	1.85	0.46	0.93	4.49	5.79	0.69	1.85
hm	0.64	-	-	-	0.16	-	-	-	-	9.32
bi	-	10.57	-	-	-	-	-	2.69	-	-
hy	4.62	8.23	18.29	9.44	0.30	0.80	6.21	7.76	0.60	0.60
ol	-	2.81	-	-	-	-	-	-	-	-
q	23.16	-	13.83	22.58	38.44	36.64	18.05	6.79	35.16	57.78
H ₂ O [±]	4.03	3.74	3.74	2.49	0.60	0.61	2.00	2.48	0.61	2.48
Total weight %	99.25	99.40	101.23	100.43	99.76	99.59	100.39	101.07	99.52	99.70
Differentiation Index	66.11	34.47	50.03	78.86	94.06	92.03	65.94	50.34	93.14	85.71

Table 6-B Norms of Samples taken in 1977

Rock Type	Dacite	Altered dacite tuff	Altered dacite	Quartz porphyry	Syenitic granite	Hornblende granodiorite	Biotite granite	Altered granodiorite	Porphyrite (dyke)	Altered granodiorite
Sample Norm Mineral	RA-43	RA-125	RA-130	RC-53	RC-60	RC-62	RD-109	RE-58	RE-68	RE-88
il	0.61	0.61	1.37	0.15	0.60	1.37	0.15	1.37	0.15	1.21
op	-	-	1.01	-	-	-	-	1.91	-	1.01
or	4.45	13.36	1.67	20.59	30.05	23.37	29.49	20.59	15.58	13.97
ab	46.66	27.26	35.65	28.84	25.69	25.69	29.88	35.13	37.75	28.31
an	0.83	2.23	25.78	1.39	0.83	13.90	0.83	16.05	1.11	20.50
c	4.89	6.12	0.13	3.26	3.36	2.75	2.35	0.23	3.67	0.23
mt	-	-	0.23	0.23	0.46	4.63	0.69	5.40	0.69	4.17
hm	0.48	1.12	3.83	-	-	-	0.16	-	-	0.32
hy	0.30	1.00	3.21	0.70	0.96	6.15	2.21	7.53	0.63	4.32
Q	40.00	45.65	24.66	43.42	36.88	19.94	33.87	11.99	39.04	19.56
H ₂ O	1.36	2.43	3.08	0.90	0.72	2.15	0.68	2.20	0.57	1.83
Total weight %	99.58	99.78	100.62	99.48	99.55	99.95	100.30	100.50	99.19	100.38
Differentiation Index	91.11	86.27	61.98	92.85	92.62	69.00	93.24	67.71	92.37	66.79

Fig.11 Results of K-Ar Age Dating
of Granitic Rocks

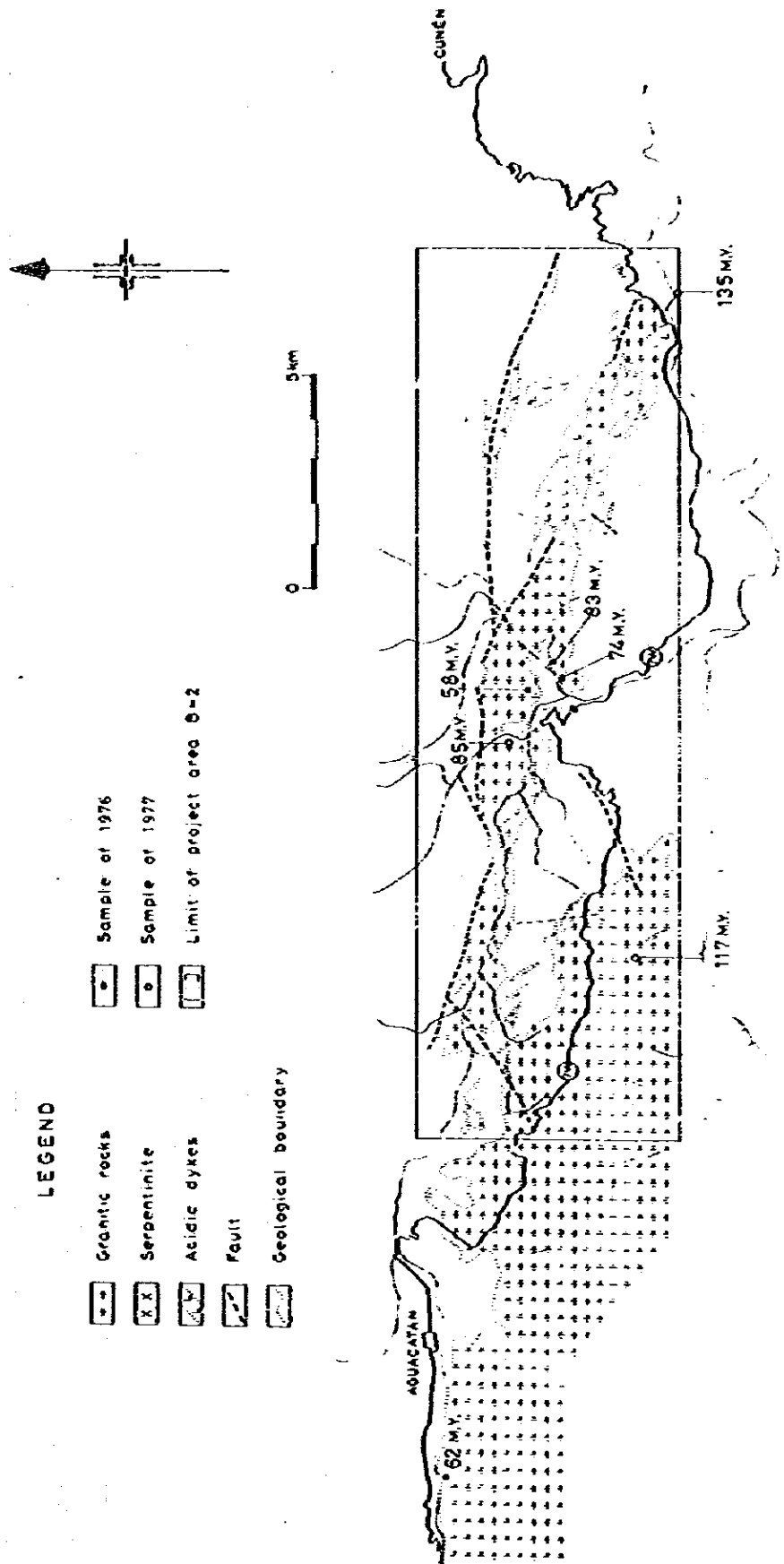


Table - 7 K-Ar Ages of Granitic Rocks

Area	Location	Location	Rock Name	Mineral	Sample wt. %	K %	$^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$	Air Contamination %	Age M.Y.	Remarks
B2	RE-58	1961-1 X=95+ Y=94+	Altered granodiorite	Salic	1.4457	3.28	0.005072	24.32	85	
B2	RD-109	1961-1 X=105+ Y=91+	Biotite-granite	Salic	1.0744	4.33	0.008180	23.53	135	
B2	RC-60	1961-1 X=60+ Y=92+	Syenitic granite	Salic	1.0754	4.10	0.007022	17.90	117	
B2	RE-31 *	1961-1 X=96+ Y=94+	Aplitic vein in granitic rock	Whole	1.0105	3.25	0.003449	19.67	58	Aplitic vein intruding granitic rock.
B2	RE-205 *	1961-1 X=96+ Y=92+	Meta-granodiorite	Whole	1.0589	2.55	0.004393	13.20	74	
B2	RE-206 *	1961-1 X=96+ Y=92+	Meta-granodiorite	Whole	1.0221	0.08	excess	-	-	Can not be analysed due to lack of K
B2	RF-29 *	1961-1 X=97+ Y=94+	Syenitic granite	Whole	1.0363	2.37	0.004983	20.79	83	
8km west of B2	RE-3 *	1962-3 X=78+ Y=96+	Syenitic granite	Whole	1.0116	3.97	0.003689	10.24	62	Surrounding rocks are gneissic. Near to the Chixoy-Polochic fault

* Five samples in lower rows were analysed in 1976

λ_e : $0.585 \times 10^{-10} \text{ yr}^{-1}$ $^{40}\text{K}/\text{K}$: 1.10×10^{-2} atom %

λ_β : $4.72 \times 10^{-10} \text{ yr}^{-1}$ ^{40}Ar R : Radiogenic argon 40

測定されたK-Ar年代は58 m.y. (始新世~晩新世)から135 m.y. (下部白堊紀)の範囲を示す。最も若い岩石(1976年RE-31)は、明らかに花崗岩本体を貫く小岩脈である。これは、肉眼的にはアプライト状の外観を呈すが、顕微鏡的には、球顆状流紋岩(分化指数94.06, 3成分系内位置: 石英モンソナイト領域)である。恐らくLland del Coyote付近にみられる流紋岩ないし石英斑岩岩脈-岩床群と同一グループのものと思われる。74~85 m.y.を示す3試料は、いずれもB-2地区に見られる2花崗岩体のうち北部岩体中央部付近のものである(1976年RE-205花崗閃緑岩: 74 m.y. 分化指数65.94, 花崗閃緑岩領域。1976年RF-29細粒閃長質花崗岩: 分化指数93.14, 石英モンソニ岩領域。1977年RE-58花崗閃緑岩: 分化指数67.71, 花崗閃緑岩領域)。また、最も古い117 m.y. (1977年RC-60)および135 m.y. (1977年RD-109)のものは、B-2地区の南部岩体および北部岩体の底盤本体を構成する岩石で、水成岩境界からより内側の位置で採取された花崗岩ないし閃長質花崗岩である(RC-60: 117 m.y. 分化指数92.62, 石英モンソニ岩領域。RD-109: 135 m.y. 分化指数93.2, 石英モンソニ岩領域)。

上記の事実より解釈して、本地域における中性~酸性貫入岩の貫入順序は、次の様に考えられる: ① 135~117 m.y. 前(白堊紀初頭)における石英モンソニ岩質岩(分化指数93±)の貫入。② 74~85 m.y. 前(白堊紀後期)における花崗閃緑岩(分化指数66~68)の貫入。③ 58~62 m.y. (始新世~晩新世)の流紋岩~石英斑岩(分化指数92~94)岩脈, 岩床の貫入。

もつとも、①②の間には、明瞭な岩質上の差異が認められるが、露頭における前後関係は確認されていない。また、若干変質もうけているので、『②は、①が③の貫入に伴う変質によって、見掛上若い時代を示したものである』と云う可能性は残る。

(D) 変質

花崗岩類および流紋岩~石英斑岩類はともに、広汎な変質をうけている。変質タイプは、局部的には phyllic 変質帯に属するものもあるが、大部分は propylitic および argillic 変質帯に相当する。また一部には、advanced argillic 変質類似の鉱物組成を示す部分もある。

C地区鉍化帯付近では、変質累帯が存在するように見えるが、これについては第3年次報告書を参照されたい。

3-6-2 超塩基性(超苦鉄質)岩類

今回のプロジェクト地域内では、B地区南部にChixoy-Polochic新層帯の剪断帯内およびこれに沿って、蛇紋岩化したカンラン岩(Lherzolite)の小岩体が断続的に露出する。目下の所、調査地内総延長約36 Kmの剪断帯に沿い、約12ないし13の不規則レンズ状岩体が識別されている。これらのうち、比較的大きな岩体は次の通りである。

- (1) B地区西端付近のもの(3 Km × 1 Km)
- (2) Aguacatán の西3~6 Km La Barranca 付近(2.5 Km × 0.4 Km)
- (3) Chiul 部落の東約2 Km のもの(1.5 Km × 0.8 Km)

これらの岩体のほとんどは剪断面により境されており、岩体縁辺部の岩石は通例剥離面や鏡肌を示している。本岩は黒色ないし暗灰色を呈し、濃緑色部を伴う。比較的大きな岩体の中心部では塊状緻密であるが、上記の様に岩体の周縁部や小岩体では葉片状構造を示している。

本岩は、岩石学的には、蛇紋石化したカンラン石、斜方輝石および単斜輝石からなり、微量の磁鉄鉱、尖晶石およびクロム鉄鉱を伴う。

カンラン岩は、B-1地区 Cata Santa María 探鉱地(第2年次報告書84~86頁)のように、時に塊状クロム鉄鉱床の母岩となっている。しかし、調査地内に見られる岩体は、いづれも規模が小さく、その中に胚胎するクロム鉄鉱も非常に不規則かつ小規模である。調査地内に経済的に重要なクロム鉄鉱鉱体が存在する可能性は少いと考えられる。

今回プロジェクト第1年次に、Cata Santa María クロム鉄鉱周辺で採取された蛇紋岩化したカンラン岩試料中に、散点状に産出する微量の磁鉄ニッケル鉱と、鉄ニッケル自然合金(awaruite)がEPMAにより認められた(第1年次報告書26頁, A-41頁, A-46頁)。これらは、勿論経済的な意味での重要性はない。しかし、グアテマラ東部の含ニッケルラテライト鉱床中のニッケルの起源との関連に興味深い。Lago de Izabal 付近で開発されているラテライト・ニッケル鉱床も、Chixoy-Polochic 新層帯の蛇紋岩体に胚胎しており、この点では本地域のカンラン岩と同じ地質学的位置にあると云える。しかしながら、調査地域付近では、地形および気象条件からラテライト化が進んでおらず、また岩体の規模も問題にならぬ程小さい。したがって、調査地域付近にラテライト・ニッケル鉱床を期待するのは無理であろう。

カンラン岩の貫入時期は未詳である。現在見られる蛇紋岩体は、殆んど常に新層面や、滑り面に境されており、貫入後の新層運動により再移動されている可能性がある。従って、現在存在する位置が貫入時の位置と一致するとは限らぬので、現在隣接する岩石から貫入時期を推定することは困難である。現在までの知見で安全に云えることは、①非常に特定な地域ではあるが、蛇紋岩の一部は Todos Santos 層の基岩礫岩堆積時に侵蝕作用を受けたと思われる(Me Ree, 1966)。②大部分の蛇紋岩体は、白堊紀以降となり、はじめて侵蝕作用にさらされた、と云うことである。

3-7 構造地質

今回の調査地区を含む Cuchumatanes 高地の地質構造を支配する最も重要な構造要素は、Cuchumatanes 高地を形成している広域復背斜、EW~N 80°Wの走向をもつ Chixoy - Polochic 断層、および Río Ocho 断層等の N 55°~70°W 系の断層群である。Chixoy - Polochic 断層の北側約 10 Km には一復向斜が Chixoy - Polochic 断層と Río Ocho 断層にはほぼ平行に走るものと思われる (Fig. 3, 12)。

基盤の変成岩および古生代 Santa Rosa 層群の岩石は、上記復背斜の影響をうけ、中程度に褶曲している。今回調査地区内で、古生層は一般に NW ないし WNW の走向を示すが、復背斜による古生層の北西側ノーズに近い A-1 地区では ENE の走向が卓越し、さらにノーズに当る初年次調査 A 地区西部では、NE 系、NS 系および NW 系の走向が複雑に入り混っている (1976 年報告書 P1-1)。

これに反し、古生層を不整合におおう Todos Santos 層は一般に 30° 以下の緩傾斜を示し、非常に緩やかな褶曲しか示さぬ。このことは、復背斜を生成した褶曲運動の主時期が、たとえジュラ紀以降におこった隆起による副次的な変形であったとしても、Todos Santos 層堆積前におこったことを示している。なお、Todos Santos 層 - 古生層間の不整合面の分布から推定すると、Todos Santos 層堆積時の古地形はかなり急峻な起伏を示していたと推定される。そして、基盤の古生層の突出部付近では、Todos Santos 層が前者の形態に調和的に傾斜することがある (A-1 地区西部)。

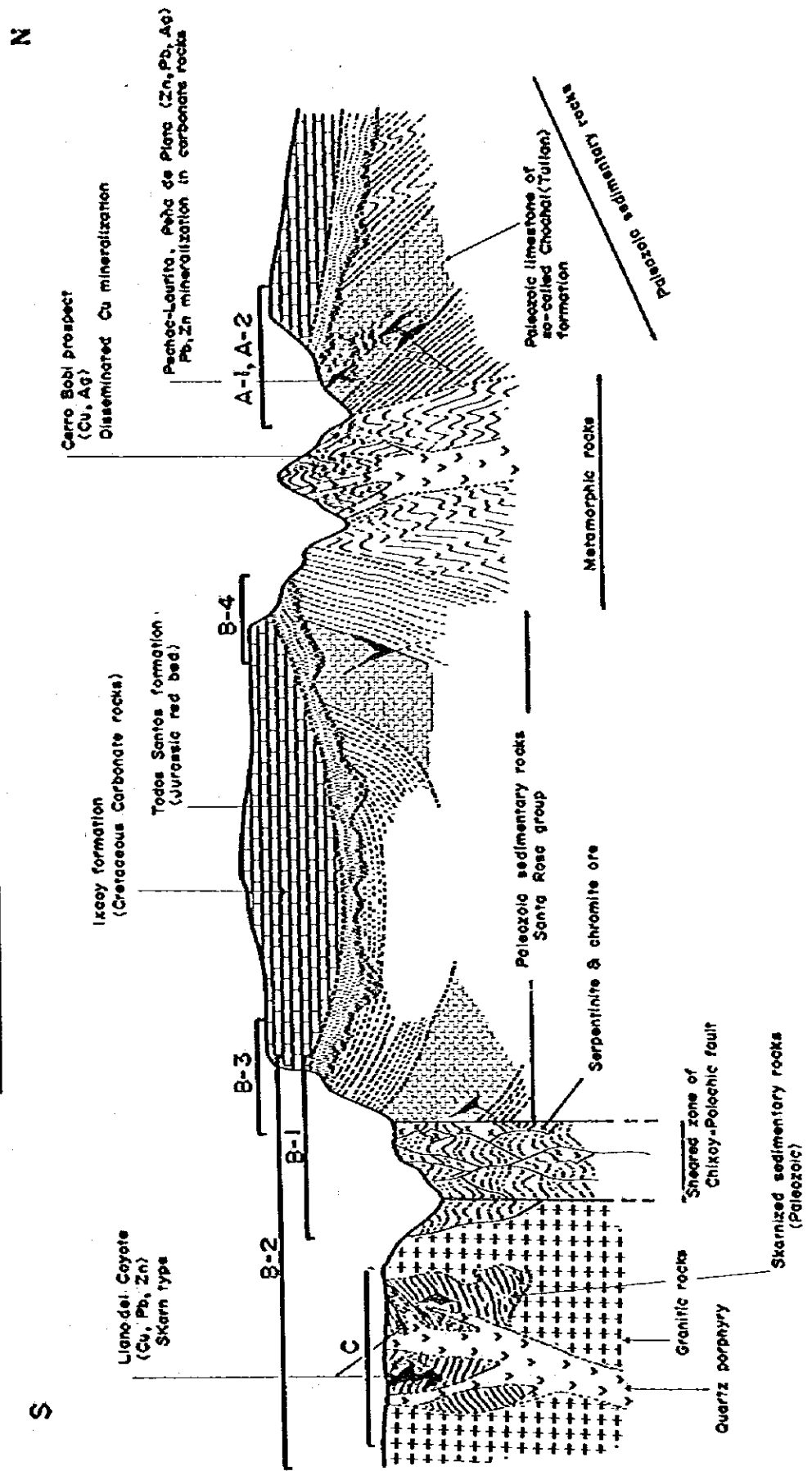
Chixoy - Polochic 断層は、調査地区付近ではほぼ EW の走向を示し、B-1 地区の南縁、B-2 地区の北部、さらに B-3 地区の北部をそれぞれ横断している。本断層の破砕帯は、巾 1 km 以上を示し、非常に剪断、破砕された岩石を伴う。しかし、破砕帯が地形的凹所を形成し、多くの場合地表部が土壌、トラバーチン、沖積層、現世の火山灰等により被覆されているため、個々の剪断面を観察できる所は少い。B-1 地区の西方 Chiantla 付近で観察された個々の剪断面は北方に急斜ないし中程度に傾斜すると云う。現在の Chixoy - Polochic 断層は、先二疊紀の構造帯に一致すると云われ (Anderson, 1968b・Bonis, 1968) 長い地質時代を通じて何回もの移動がおこったと考えられる。今回の調査地区付近で、現在の断層崖に沿う Ixcay 層の分布高度と、地溝状の破砕帯内のそれとから推定した垂直変位量は約 1,000 m であり、断層北側が相対的に上昇したことになる。しかし、地溝部と断層南側との間の変位量は、少なくとも調査地域付近では、断層南側に Ixcay 層が存在しないため不明である。また、B-1 地区西方の Chiantla から西方へ 10 数 km 間にみられる水系パターンからは、本断層の「現世」の移動が見掛上「左水平ずり」の性格をもち最少 100 m、最大 1 km の移動量があったとの解釈もされている (Kupfer および Godoy, 1967)。

Río Ocho 断層は、B-1 地区東縁付近で、Chixoy - Polochic 断層から北西に分岐する

と推定される。この新層は走向 $N 55^{\circ} - 60^{\circ} W$ を示し、これにより分岐する新層とともに西方に約80km間にわたり連続する。傾斜は一般に南へ急斜するとされるが、今次調査B-1地区では、市西側の地塊が北東側の地塊に対して相対的に上昇していると考えられる。

これらの構造的要因と、欽化作用との関係は3-9-1に記した。

Fig 12. Schematic Geologic Profile of Project Areas



3-8 鉱化作用

今回のプロジェクト地域の範囲内で知られる鉱徴地の概要は、(第8表)に転括された。これらのうちかなりのものは、現地を確認出来ぬため、関連等の文献によっている。また鉱徴地の位置は、鉱徴地の規模や鉱化の強さいかんを問わず、(Fig.13)に図示された。

3-8-1 金属鉱化

概要：全般的に云って、調査地域は、金属鉱化の微弱な所である。すなわち、現在採業中の鉱山は皆無であるし、過去に商業ベースで継続的な生産を行った鉱山もない。また従来記載されている旧坑、旧探鉱地、鉱徴地も非常に規模の小さいものが大部分で、所在地の確認すら困難なものが多い。今次の調査により明らかになった、露頭、転鉱、地化探異常地等から判断すると、経済品位で 10^4 T オオーダーの鉱量をもつ鉱床が存在する可能性は大きくないと考える。

調査地域内で、将来小規模稼行鉱山となる可能性が多少ともある鉱床タイプは、(Cu)-Zn スカルン型鉱床と所謂『ミシシッピー・バレー型』鉱床類似ないし遠熱水性と思われる炭酸塩岩中の Pb-Zn-Ag 鉱床であると考えられた。両者ともに古生層の石灰質岩を母岩とし、白亜紀-古第3紀の酸性貫入岩(主として半深成岩)に地歴的、成因的に関連して生成されたと考えられる。

前者は、C地区 Llano del Coyote および、B-2地区に見られる。このうちC地区では第2、3年次に10孔計2,033.7mの試錐が行われ、第3年次に実施されたMJ-9孔では、9.5m間平均12.76% Znの有望な初生硫化物鉱化を確認した。本孔の酸化帯下底部では、輝銅鉱を伴う銅の二次富化帯(0.60m間3.80% Cu)にも着鉱している。岩石地化探異常の広がり等から考え、本地区には $n \times 10^5 \sim n \times 10^6$ T級の可採鉱量が存在する可能性がある。本地区は立地条件が良いので、この程度の鉱量品位でも開発しうる可能性は大きい。今後の採鉱が期待される。

後者には、A-1地区の Pechac, Laurita, A-2地区の Saclecan, Peña de Plata 等がある。高品位鉱が存在する可能性はあるが、量的には 10^4 T オオーダーの鉱体が存在する可能性は少いと考える。これらの大部分が立地条件の極度に悪い所に位置している事が採鉱および開発上の最大の難点である。

この他、2ヶ所のクロム鉄鉱鉄徴地が Chixoy-Polochic 系の新層の剪断帯中の蛇紋岩レンズ中に知られ、今後も発見される可能性がある。立地条件は良いが、非常に小規模で1ヶ所せいぜい 10^3 T オオーダーの規模と思われる。従って地元民の副業としての採鉱程度しか期待できぬと考える。

鉱床タイプ：調査地域付近にみとめられる主な鉱床のタイプは、中熱水性と思われる Cu-(Bi-Ag) 鉱染型鉱化、Cu-石英脈型鉱化、Zn-(Cu)-スカルン型鉱化、遠熱水性と

Table-8 Summary of Known Prospects and Showings

(1) Area-A

Name of Prospect or Showing	Type of Deposit	ICM MAC	Location		Information source	Old works and/or Production records, etc	Brief description of Local geology	Remarks
			UTM co-ord. X	UTM co-ord. Y				
Pechac (Cu-Ag-Pb-Zn)	Massive Cu-Ag-Pb-Zn sulfide fragments in soil	1863-I	47+	52+	UN, 1971 Near Yocuitac-57.	A shaft (6M) and several rat holes (2-3M deep). 12.1T of ore shipped between 1963 and 1965. Total value 2,991 US\$.	Angular fragments of massive Cu-Pb-Ag-Pb-Zn ore in soil on a shaft wall. Only bed rock reached contains fractured and weathered barite.	NOT visited during this phase. Pb-Zn anomaly has been located in the enclosing area
Laurita (Pb-Zn-Ag)	Cash vein(?) of galena and massive Pb-Zn-Ag sulfides fragment in soil	1863-I	52+	54+	UN, 1971 P. 36-37 Near Guadana at the foot of the north slope of Peñaco Pachumal at sl. 2, 100M	*A 25m- long trench in unconsolidated superficial material to a depth of 6 to 7M *A 25-M tunnel (in the same material above) at 4 to 5M below the trench *A small amount of cobble-size fragments was mined and locally smelted.	The "mine" occurs in a faulted contact between limestone and dolomite of Chochoal Formation and red beds of Todos Santos Formation. Veins of galena with pockets of cerussite occur in the red beds with calcite, barite and minor amount of chalcopyrite and copper oxides	Mostly caved. Not visited during this phase. Pb-Zn anomaly has been located in the enclosing area.
Cerro Bobi	Hydrothermal (Monoth-ermal)	1963-III			(1) UN, 1971 (2) UN, unpublished internal reports, 1966-67 (3) Our observation	*A vein striking E-W, width about 3M". Not visible in 1966 *A short adit (6-7M). Caved as in 1966. A veinlet strikes E-W, dipping 60°N No information available	Cu dissemination in green rock and recrystallized chert of bismuthite type. Presence of bismuthinite coexisting with chalcopyrite is observed. Anomalous area delineated by 100ppm Cu (st-ream sed.) by UN follow-up is 800m (NW) by 700m (NE). DDHs and chip samples indicate Cu-content locally reaches in the order of 0.5%.	By Sr. A. Recinos Solis Can not be located during this phase
*Quetzal	Cu-(Bi) dissemination		61-1	49-3				"
*Los Angeles			63-1	48-8				Can not be located
*California			7	?				Can not be located
*DDHs Site			62-8	49-4		3DDHs No. 1 46' (UN) No. 2 116.78M (DGMH)		Visited during present works

Table 8 Summary of Known Prospects and Showings (cont'd)

(1) Area-A

Name of Prospect or Showing	Type of Mineralization	Location			Informa- tion source	Old works and/or Production records, etc	Brief description of Local geology	Remarks
		IGN map	UTM coord. X	UTM coord. Y				
Yulatz (Cu)	Quartz-Chalcopyrite vein	1963-III Barillas	71-3	48-1	UN, unpublished internal reports. 1970(?)	Short trenches(?)	"The mineralization occurs in black slate. The mineralization in form of a vein cuts the beds, striking N50°W, dipping 60°-70°NW. Width varies from 1 to 2m. Visible length is 6m, then it thins out but is visible for another 10m. Vein material is mostly quartz, pyrite and chalcopyrite are observed. Selected samples assayed at Cu 10.3% and 17.6%	We tried to locate the prospect, but could not find out during present operation
No name (Pb, Zn)	?	1963-III Barillas	71+	45+	Oral information from local people	Unknown	Unknown	Not visited
No name (Pb, Zn)	?	1963-III Barillas	76+	44+	"	"	"	"
No name (Pb, Zn)	?	1963-III Barillas	78+	40+	"	"	"	"
Peña del Plata	Cash vein(?) of Pb-Zn	1963-III Barillas	77-9	43-1	(1) UN, 1971 published internal data (2) UN, unpublished internal data	More than 60m of test-hole drifts and shafts were driven in 3 levels from S1 1300-1420m. These are lined in N40°W direction for about 80m.	Probably a cash vein type deposit, striking in N30°-40°W. Traced strike length is about 80m and level difference is 40m. Arithmetic mean of 16 channel samples taken from middle level tunnel by UN are: Ag 73.8g/T, Pb 8.13%, Zn 1.82%. Some galena pockets can be observed as well as cerussite	Upper 2 levels were investigated.
Sacatecán (Pb, Zn)	Unknown	1963-3 Barillas	77+	45+	(1) DGMH, unpublished internal report, 1977 (2) Our observation.	J. Rosenfeld of DGMH investigated short time in March 10, 1977	The showing comprises gossan float that contain carbonates of Pb and Zn, strongly limonitized ores are observed within a some 3m by 4m area. The arithmetic means of three hand specimens are as follows: Ag 3.5g/T, Cu: 20.7mm, Pb: 10.45% Zn: 2.0%, Fe: 49.34%, Si: 0.06%	

Table-8 Summary of Known Prospects and Showings (cont'd)
(2) Area-I

Name of Prospect or Showing	Type of Deposit	Location		Nearest Village, etc.	Information Source	Old works and/or Production Records, etc.	Brief Description of Local Geology	Remarks
		ICN Map	UTM Co-Ord.					
Chupadero-I (Cr)	Chromite	1962-III	70+ 97+		UN, 1966	Unknown	Unknown	*NOT VISITED
Chupadero-II (Mn)	Unknown	1962-III	70+ 98+		"	"	"	"
Cata Santa Maria (Cr)	Massive chromite ore in serpentinized peridotite	1962-III	76-3 97-1	Approx. 1km NW of La Barranca	Our observation		Several trenches are observed in a distance of about 100m in N75°W-S75°E direction. At least 2 lenses of massive chromite ore occur, striking N70-80W. Strike lengths are some 10m and widths are 1 to 2m respectively. RA-22 Cr ₂ O ₃ 48.1% RA-23 Cr ₂ O ₃ 46.3%	*Visited *Pentlandite and native Ni-Fe (awaruite) are observed in magnetite host.
Esmeralda (Pb, Zn, Ag)	Unknown	1962-III	76+ 99+		UN, 1966	"	Unknown	* Not visited
Providencia (Pb, Zn, Ag)	"	1962-III	77+ 99+		"	"	"	"
Guzanum (Cu)	Skarn	1961-I	87-8 95-1	Approx. 9km ESE of Aguacatán. And 2.3km NW from NW CORNER OF 1/2000 mapped area by UN	(1) " (2) Our observation	"	3 outcrops are observed within a distance of 100m along creek with limonite gossan. A small amount of pyrite and hydrothermal magnetite is disseminated in epidotized quartz diorite, chlorite-epidote skarn, and epidote-chlorite-amphibole skarn	*visited. *Various tests carried out for Samples No. RF-76 and 81. See: Appendix
Area-C (Llano del Coyote)	Skarn	1961-I	90 to 92-5 to 94-8	Approx. 9 to 12km ESE of Aguacatán	(1) UN, 1973 (2) XMAJ/JICA, 1967 (3) XMAJ/JICA, 1978 (4) XMAJ/JICA, 1979	*1/2000 Geological mapping, detailed geochemical sampling IP survey and 7 DDHs totaling about 680m were carried out by UN.	DDH MJ-9 intersected promising Zn-mineralization (12.76% Zn for 9.5m between 88.6 & 98.1m) in a geochemical sampling skarn at boundary between Tactic & Chicol F. Rock-chip geochem. anom. delineated by 500ppm Zn well correlated to Zn-order Zn-intersections (MJ-9, -1, UN-4). Zn-anom. has extent 3.6x 0.2km, & remained unexplored, except 4 DDHs	*DDHs carried out: UN: 7 DDHs 751.44m DGMH: 2 DDHs 189.70m XMAJ/JICA 10 DDHs 1,233.70m *Further exploration is warranted & a intensive DDHs program is proposed ref. Phase-III Rept.
Llano del Coyote (Ambestos)	Unknown	1961-I	95+ 92+	Approx. 1.5km NW of Xetzatán	UN, 1966	Unknown	Unknown	*Not visited

Table-8 Summary of Known Prospects and Showings (cont'd)
(2) Area-N

Name of Prospect or Showing	Type of Mineralization	Location		Nearest village, etc	Information source	Old works and/or production records, etc	Brief description of Local geology	Remarks
		IGN map	UTM co-ord. X Y					
South of La Abundancia (Area B-2)	Skarn	1961-1 Sacapulas	99 94+	Approx. 1.5 km to 2km S of La Abundancia	Our observation	Unknown	Skarnized granitic rock crop Out. A hand specimen of epidotized granite was assayed at Ag 30.6g/t Cu 0.46%, Pb 0.35%, S 4.75%	Visited in 1976.
No.1 Showing (Area B-2)	Vein	1961-1 Sacapulas	96+	Approx. 1.5km NW of Xetzatel	"	"	20cm wide gossan occurs along a few quartz vein of 5cm wide in granite. The assay results of two samples are as follows: Ag Cu Pb Zn Fe S (g/t) (ppm) (%) (%) (%) (%) RE26 6.8 32 0.007 0.011 10.05 TR RE27 2.4 28 0.001 0.009 65.34 TR	Visited during this phase
No.2 Showing (Area B-2)	Skarn	1961-1 Sacapulas	0.8 93+	Approx. 3.8km NW of Chacaya	"	"	Within a large stock of quartz porphyry, floats of epidote-garnet skarn and abundant gossan are observed for 250m on a ridge.	"
No.3 Showing (Area B-2)	Vein	1961-1 Sacapulas	98+	Approx. 1km SE of Xetzatel	"	"	Gossan floats and a few barren quartz veinlets in EW to NE directions are observed. The assay result of a sample of the gossan is as follow Ag: 9 g/t, Cu: 66ppm, Pb: 0.020% Zn: 0.018%, Fe: 19.27%, Si: 0.01%	"
No.4 Showing (Area B-2)	Unknown	1961-1 Sacapulas	03+ 94+	Approx. 3.5km NNW of Sacapulas	"	"	A few floats of chloritized quartz porphyry weakly stained with green copper mineral are observed. The assay result of a float is as follow Ag: 9.0g/t, Cu: 66ppm, Pb: 0.020%, Zn: 0.018%, Fe: 19.27%, Si: 0.01%	"
No.5 Showing (Area B-2)	Skarn	1961-1 Sacapulas	02+ 92+	Approx. 1.5km NW of Chacaya	"	"	Floats of strongly silicified rock with epidote are scattered for 100m on a ridge. The floats are weakly disseminated with pyrite, and stained with hematite and limonite.	"
No.6 Showing (Area B-2)		1961-1 Sacapulas	03+ 91+	Approx. 0.5km NW of Chacaya	"	"	Limonite stained floats of pelitic schist are scattered within an area of 200m by 300m. A 30cm wide veinlet of massive pyrite occurs in the pelitic schist with a N65W strike.	"

思われる石灰質岩中のPb-Zn-Ag 鉱化および超塩基性岩中のクロム鉄鉱である。これらは、クロム鉄鉱をのぞき、酸性火成岩に関連すると思われるマグマ鉱床タイプで、堆積型鉱床と思われるものは認められない。その他、マンガンの産地が図上で知られているが、詳細不明である。以下、各タイプ別に概要を記す。なお各鉱床タイプの胚胎する地質上の位置は、(Fig.12)に模式的に示した。

Cu-(Bi-Ag) 鉱染型鉱化：この鉱化は初年度調査のA地区内Cerro Bobí付近(2年次調査A-1, A-2地区のほぼ中間)にみられる。鉱化は、地域の基盤をなす緑色岩および再結晶チャート等の変成岩を母岩としている。鉱石鉱物は黄銅鉱を主とし、少量の黄鉄鉱を伴う。微量の閃亜鉛鉱、輝砷鉛鉱を随伴する。黄銅鉱および黄鉄鉱は主として鉱染状に産出するが、石英または方解石細脈中に産出することもある。

鉱化の範囲は正確に把握されていないが、国連により採取された地化探河床堆積物の分析値がCu 100 ppm以上を示す範囲は東西900m, 南北700mである。国連および鉱山局により1孔116.8mの試錐が実施され、22m-36mの14m間に弱い黄銅鉱、黄鉄鉱の鉱染が観察されたが、平均品位は恐らくCu 0.0%のオーダーと思われる。尚1976年に試錐座付近から採取された2ヶの局部試料(1976年RA-28, RF-114)夫々Cu 0.4%と0.5%, Ag 28および30 g/tを示している。

局部的に0.5%程度にCuが濃集した鉱染部や小規模な高品位脈状部が存在する可能性がないとは断定出来ぬが、立地条件、地形等を考慮すると採行可能な鉱床となる可能性は非常に小さいと考える。

Cu-石英・鉄脈型鉱化：前年度調査A地区内に位置するYulatiz付近で国連により発見され、トレンチにより追跡された。国連報告書(未公開鉱山局内部資料1970?)によると、脈巾1~2m, 走向長6mおよび10mのレンズ状石英脈であったと云う。

スカルンないし熱水交代型鉱化：このタイプの鉱化は、C地区Llano del Coyoteおよび、B-2地区内に数ヶ所認められる。第1, 2年次の調査の結果、調査地域内で最も重要な鉱化と考え、第3年次の試錐はC地区に集中した。

本地区に見られる鉱化作用は、スカルン~熱水交代型鉱化で大量の黄鉄鉱に伴い、閃亜鉛鉱、磁鉄鉱、黄銅鉱等が局部的に濃集している。今次プロジェクトでは、MJ-9試錐において、地表から88.6~98.1mの9.5m間12.76% Znの有望な硫化物鉱化に着鉱した。着鉱点は、Znの鉱化に着鉱したMJ-1(酸化鉱5.9m間1.42% Zn), UN-4(硫化鉱5.5m間2.96% Zn)の着鉱点の近傍にあり、地質的にも同一層準のスカルン中に胚胎する。本孔の酸化帯下底部では、輝銅鉱を伴う二次富化帯にも着鉱している(後出)。

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

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

現在までに確認された初生鉍石鉍物は大量の黄鉄鉍、局部的にかなり濃集した磁鉄鉍、閃亜鉛鉍、鏡鉄鉍、および微量の黄銅鉍、自然金、方鉛鉍等である。

本地区の鉍化は、Cu, Pb を殆んど伴わず、大量の黄鉄鉍に鏡鉄鉍と閃亜鉛鉍を伴うという特徴をもっている。これは、母岩に有機物が少く、かつ炭酸塩岩が、鉍液の量に比し少ないため、還元が進まず、かつ酸性の環境で鉍化が行われたことを暗示するかもしれぬ。

鉍化・変質帯の地表での張りは、延長(WNW-ESE)約5.2km、巾400～500mに及ぶ。物探および、土壤の地化探の各異常も、ほぼこの範囲に一致している。ただし、前記のZn鉍化の着鉍したスカルン帯の層準は、層序と構造の関係からほとんど地表に露出してはいない。

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

酸化帯は、試錐結果から判断すると、地表から50～100m迄つき、Cu, Fe の酸化鉍物に対しては不完全ながら溶脱帯を形成し、多少の黄鉄鉍が残存する以外には初生硫化鉍物は、ほとんど認められない。なお、Znは、酸化帯内で局部的な2次富化を行っており、含水ステファナイトの様な2次鉍物を生成している。

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

酸化帯および、浅成酸化帯にみられる2次鉍石鉍物は大量の針鉄鉍、かなり普遍的な赤鉄

鉛、微赤鉄鉛、サイロメレン鉛等のマンガニ酸化物、微量の輝銅鉛、斑銅鉛、孔雀石、且孔雀石、含水フランクリン石等である。

第3年次に実施された地表の岩石試料の地化探異常と、試錐結果とは非常に良く対応する。すなわち、劣代のZn鉛化の着鉛した試錐（前記MJ-9、MJ-1、UN-4）の着鉛部は、すべてZn500ppm以上の異常帯直下に位置する。またCu500ppm以上の異常帯内で行われた試錐の多くでは酸化帯下部又は直下に浅成輝銅鉛が認められる（MJ-9、MJ-1、UN-1、UN-2、UN-4、UN-5）。前述のように、劣代のZn鉛化の着鉛しているスカム層は、いずれも地表から100m前後の深さに位置しており、付近の地表に露出していない。したがって、地表の異常帯と着鉛部が良く対応することは、鉛化の一次分散ハロが、着鉛部のはば直上の現在の地表面にまで及んでいることを意味しよう。（第3年次報告書P L-10参照）

一方、第2年次に実施された土壤試料地化探の異常と、試錐結果とは余り良く対応しない（Fig 23）。すなわち上記の着鉛試錐3孔のうち、酸化鉛に着鉛したMJ-9およびUN-4はいずれも異常帯外に位置している。これは、土壤試料においては浅成変質や土壤の移動等の2次分散により、指示元素が地形上の低所に移動していることに起因すると思われる。

IP異常、特にFE3劣以上の異常帯は、溶脱帯下の黄鉄鉛濃集部に非常に良く一致した。すなわち、IP異常帯内で実施された試錐はほとんど例外なく、厚さ数m内外、S=10数劣の半塊状ないし塊状黄鉄鉛に着鉛している（第16表）。しかし、劣代のZnに着鉛した3孔は、いずれもFE3劣以上の異常帯の外に位置する。（Fig 23）。

磁気探査については、W4-0号間に見られる最も顕著な推定磁性体（Fig 23）に試錐が行われていないので結論的なことは言えぬ。しかし、この部分の地表には赤鉄鉛の多いゴッサンが分布するので地下では磁鉄鉛濃集部が存在する可能性がある。この磁性体を含みほぼIP異常帯に一致して見られる広範な弱い推定磁性体は、黄鉄鉛濃集部に見られる重量で数劣に達すると思われる磁鉄鉛に由来する可能性がある（未銲化物化残存磁鉄鉛か？）。

本地区の今後の探鉛余地は、劣代のZn鉛化と地表の岩石地化探の500ppm以上の異常が良く一致し、かつこの異常帯が広範囲にわたり分布するので大きいと考えられる。ちなみに、この異常帯は、ほぼベースラインに沿い伸長しWNW-ESE方向に約3.6km、NNE-SSW方向に約200mの広がりをもつ。もし仮に比重を4.0とし、MJ-9着鉛部と同じ厚さ（9.5m）をもち、NNE-SSW方向に100mの水平距離に連続すると仮定すると鉛量は、①3.6kmの異常の劣が可採部なら約342万T、②中心部1.6km（O-E16）の劣が可採部なら約152万T、③MJ-9付近100m間のみでも約38万Tとなる。本地区は立地条件が良いので、この程度の鉛量があり、MJ-9程度の品位があれば開発しうる可能性は大きい。今後の探鉛が期待される。

炭酸塩岩中のPb-Zn 鉱化：Kesler 他（1973）は、中部グアテマラの炭酸塩岩中の鉛、亜鉛鉱を研究し、これらが、「ミシシッピ・バレー型鉱床と岩漿性熱水鉱床の両方の性質をもつ」と結論している。

今回調査地区内で、このタイプに属すると思われる鉱徴地には、A-1地区のPechac, Laurita, A-2地区のSaclecan, Peña de Plataをはじめ、10ヶ所内外のものがある。これらは、すべて古生代 Santa Rosa 層群最上部の Chochal 層相当の層序的位置にある石灰岩-苦灰岩質石灰岩地帯に位置している。白亜紀 Ixcoy 層石灰岩には、少なくとも2年間の調査中には鉱徴地をみとめていない。第18表に集録した鉱徴地のうち、我々が実際に調査出来たものは Saclecan および Peña de Plata で、これらについては第2年次報告書 68~73 頁に若干の記載を試みた。また Pechac-Laurita については、現地は確認出来なかったが、関連の記載を第1年次報告書 37 頁、第2年次報告書 58-59 頁に要約している。

Saclecan は転鉱帯、Peña de Plata は主として白鉛鉱、菱亜鉛鉱等の所謂酸化鉱、更に Pechac および Laurita は硫化鉱ではあるが未固結表土中の粒状鉱であり、正確に初生鉱化の産状を観察出来る所はない。従って鉱化のタイプや成因を論じるのは困難である。銅鉱物や重晶石を随伴する点や、付近に火成岩がない点、或いは熱水変質帯がない点等は、たしかに本地域の「石灰質岩中のPb-Zn 鉱化」と「ミシシッピ・バレー型鉱床との親近性を暗示している。しかし、本地域の鉱化には、同成的な要素はみとめられず、逆に後記の様に、このPb-Zn 鉱化が酸性貫入岩岩株を中心とする元素の累帯配列のPb-Zn 帯に位置する点（中心から10-20kmの位置）や、割目による構造規制をうけている点は、この鉱化が遠熱水性鉱化に属することを示唆している様に思われる。

調査地域のこのタイプの鉱床は、今迄得られたデータで判断する限り規模が小さく、仮に経済品位の鉱化が存在するとしても、せいぜい10⁴Tオーダーどまりであろうと考える。従って、これらの鉱床の開発を目的として、産業基盤の整備をすることは考えにくい。しかし、高品位部の存在する可能性はあるので、今後の探鉱結果や、産業基盤の整備いかんによっては、「市価の高い時に、地域住民が副業的に採掘する鉱山」が発見される可能性はあると思われる。鉱山局としては、民間プロスペクターを育成し、技術援助を行って行くべきと考える。但し、このタイプの鉱化には変質帯がほとんどなく、幅がりも小さく、かつ割目に支配された急傾斜の産状を示すものがある事も予想される。従って地化探アノマリーに直接試錐を行う様な探鉱は行うべきでなく、まづトレンチや旧坑取り明け等で、産状を確認する事が重要である。

Ag 鉱化：Blount（1967）は、Aguacatánの北西数kmに、二三の濃紅銀鉱産地を記載している。彼の記載によると、「濃紅銀鉱は、識別しうるいかなる硫化鉱物も随伴していない」とのことである。今回までの調査では、これらの産地を直接確認することは出来な

った。しかし、これら産地に近いB-1地区では、今次調査によりAg 独立の地化探異常地
が捕捉されており、これが上記産地のあるものか、あるいは類似の産地を反映している可能
性がある。B-1地区の地化探試料分析値において、Agが他の3元素のいずれとも弱い相
関しか示していないことは、その可能性を裏付けている。

Agの地化探異常の規模、強度から判断して、このタイプの鉱化が経済的に移行しうる鉱
床に発展する可能性は少ないと考える。

クロム鉄鉱：少なくとも2ヶ所のクロム鉄鉱探鉱地が、B-1地区内に知られている。これら
はChupadero-IとCata Santa Maríaであり、いずれも蛇紋岩化したカンラン岩中に
産出する。これらのうち後者には、第一年次に実地調査が行われ、その結果の概要は第2年
次報告書2-3-5に記載されている。Cata Santa Mariaで観察されるクロム鉄鉱鉱床は走向
長10m以下脈巾1~2mの塊状クロム鉄鉱の不規則レンズ3個からなっており、規模が余
りにも小さい。

調査地域付近のChixoy-Polochic断層帯沿いには、蛇紋岩化したカンラン岩小岩体が
点在するので、今後これらの中に小規模なクロム鉄鉱濃集部が発見される可能性はあろう。
しかし、蛇紋岩体の地表部には植生が少いので、もしも仮に大規模な鉱体が地表付近に存在
しているなら、すでに露頭または転鉱として発見されている筈である。従って、今後新鉱体
が発見されるとしても、恐らく 10^3 Tオーダー以下であり、「市況の良い時に、地元民の副
業として、小規模に採掘する」程度のものであろう。

Mn 鉱化：国連作成未公開図面(1968)によるとMn産地がB-1地区に記されている
(Chupadero-II)。しかし、今回までの調査では位置を確認することも出来なかった。

3-8-2 非金属鉱化

石膏：調査地域内外のTodos Santos層頁岩中およびトラバーチン堆積物の下底部付近に
は、所々に石膏が産出し、B-2地区PichiquilとParraxlut部落間では、小規模な採
石場が断続的に操業されている。しかし、運搬条件や天然石膏の市況から考え、この地区の
石膏鉱床が近い将来において経済的重要性をもつとは考えにくい。そのため石膏鉱床につい
ては、特別な調査を行っていない。しかし鉱山局としては、資源の実情を把握するために、
一度調査しておく必要があろう。

重晶石：重晶石細脈群が、A-1地区Laurita旧坑付近のTodos Santos層中にみとめ
られた。また国連報告書(1971)には、Pechac旧坑にも風化した重晶石が記載されて
いる。これらはPb-Zn鉱化に随伴するもので、熱水性のものと思われるが特別の調査を行

っていないので詳細不明である。

石綿：B-2地区で巾2~3mの石綿脈が、酸性岩脈中の割目にみとめられた。また、国連作成未公開図面(1968)には、石綿の産地がLlano del Coyote付近Xetzaielに記されている。しかし、今迄の調査では、蛇紋岩の存在も確認されていないので、前記と同じような産状のものかもしれぬ。

3-9 金属鉱化作用位置の決定要因

調査地域内のみとめられる大部分の鉱化作用は、マグマ鉱床の範ちゅうに属するものと考えられる。即ち、Cu, Pb, Zn, Ag, 黄鉄鉱, 磁鉄鉱, 鏡鉄鉱, 重晶石等をもたらした鉱化の大部分は、「産状」と後記のように「酸性貫入岩体を中心として累帯配列をする」点から、白亜紀および/または古第三紀の貫入と推定される酸性貫入岩に成因的に関連したものと考えられる。また、クロム鉄鉱は、カンラン岩と密接な関係をもっている。従って、鉱化作用がおこった位置は、(1)貫入岩の存在と貫入岩からの距離、(2)鉱液通路としての断層、および(3)鉱物、沈殿の場としての母岩の種類等により規制されている。さらに、副次的には、鉱化部を現在の地表付近にもたらした要因として、断層、褶曲および侵蝕面の高さ等が考えられる。

各鉱床タイプおよび各地区の地質要因との関係はFig. 12に模式的に示した。

3-9-1 Cu, Pb, Zn, Ag, 黄鉄鉱, 磁鉄鉱, 鏡鉄鉱, 重晶石等の鉱化の位置

酸性貫入岩との関係および累帯配列：調査地域内で鉱化の位置決定に最も重要な役割を演じていると思われる要因は、酸性貫入岩である。すなわち、A-1, A-2地区を含む第1年次のA地区(Fig. 4)では、酸性貫入岩の小岩株群が産出するCerro Bobí地区付近に、中熱水性と思われるCu-(Bi-Ag) 鉱染鉱化およびCu-石英脈(Yulatiz)等のCuを主とする鉱化が認められる。これに対し、Cerro Bobíより10ないし15kmの位置にはPb, Znを主とする鉱微地(A-1地区のPechac, Laurita およびA-2地区のSaclecan, Peña de Plata等)が分布する。この関係は、土壤地化探試料の分析値の傾向にも明瞭に表われており、貫入岩小岩株群付近にはCuが相対的に高い帯が位置するのに対し、その外側にはPb, Znが相対的に高い帯が前者を同心円状に取り巻いて存在する。

一方B-1~B-4地区やC地区を含む第1年次B地区(Fig. 5)でも同様な傾向がみられる。すなわち、酸性半深成岩岩脈-岩床群が産出するC地区およびB-2地区には、Cuを伴うスカム型(Cu)-Zn 鉱微地(Llano del Coyote 他数ヶ所)やMo, Cuを伴う地化探異常地(国連Pichiquil-Mo, および第15表のNo. 3, 4, 6, 8, 10, 11)が認められる。これに対し、岩脈-岩床群から10km前後はなれたB-1地区, B-2地区

では、Pb, Zn, Ag 鉱微地や、Cu を伴う Pb, Zn, Ag の異常地 (第 15 表 No. 3, 7) が位置する。換言すれば、酸性貫入岩体群付近にみられる Cu, Mo を伴う鉱化を中心として Chixoy - Polochic 断層沿いの東西両翼に Pb, Zn, Ag の鉱化が存在する累帯配列が認められる。酸性火成岩が全く認められぬ、白亜紀 Ixcay 層中には、鉱微地も地化探異常地も確認されていないし、古生層分布地域でも、酸性火成岩の認められぬ第 1 年次 A 地区南半部および B 地区北東部には、鉱微地や地化探異常地がほとんど認められない (Fig. 3 対 Fig. 4 および Fig. 5)。

古生層の分布および岩石の種類との関係：母岩との関係をみると、鉱化は古生層水成岩および先二疊紀と云われる変成岩の分布地域の稜辺部に分布していることがわかる (Fig. 3 対 Fig. 13)。更に母岩の種類と鉱化のタイプとの関係では、先二疊紀とされる緑色岩が酸性岩岩株近くに産する Cerro Bobí では中熱水性 Cu - (Bi - Ag) 鉱染型鉱化がみられるが、変成岩中の石灰岩が花崗岩および半深成岩の近くに産する C 地区 Llano del Coyote および B-2 地区では、スカム型 (Cu) - Zn 鉱化がみられる。また、古生層最上部の Chochal 石灰岩中には遠熱水性 Pb - Zn - Ag - 重晶石の鉱化が認められる。

ジュラ紀 Todos Santos 層の赤色岩には、稀に鉱化 (A-1 地区 Laurita 他) および地化探異常 (B-4 地区) がみられるが、白亜紀 Ixcay 層には前記の様に鉱微地も地化探異常も認められない。

断層との関係：既知鉱微地の多くは、EW 系の Chixoy - Polochic 断層とこれより派生する N 60° - 70° 系断層に沿って分布している (Fig. 3 対 Fig. 13)。また地化探結果に見られる元素の累帯配列の傾向にも A 地区では Sebep - San Mateo Ixtatán - Peña de Plata を連ねる N 60° - 70° W 方向が認められるし (Fig. 4), B 地区では、Chixoy - Polochic 断層沿いの EW 方向と Salquil - Cunén を連ねる N 55° - 60° 方向とが認められる (Fig. 5)。

これらの傾向は、「断層が鉱液通路になった」ことと、「断層により、古生層が地表に露出されるようになった」ことの 2 つの原因によると思われる。

3-9-2 クロム鉄鉱鉱化の位置

クロム鉄鉱は例外なく蛇紋岩化したカンラン岩体中に産し、後者は構造線、特に Chixoy - Polochic 断層系の剪断帯に沿って産出する。しかし、どのようなカンラン岩体にクロム鉄鉱石が産し、その岩体のいかなる位置にクロム鉄鉱が濃集するかについては、目下知見がない。

4 地 化 学 探 査

4-1 概 要

本プロジェクトでは、有望地域を選択する最も重要な方法として、地化学探査が第1、2年次に実施された。

第1年次予察調査では、JICA-MMAJ使節団と、DGMHの討議の結果選択されたA、B2地域合計2,000 km²の地域を対象に、合計2,352試料の河床堆積物および土壌試料が採取され、Cu、Pb、Zn 3成分が指示元素として分析された。

第2年次調査では、主として第1年次の地化探異常にもとづいて選択された追補調査6地区297 km²と、第1年次中の資料調査から選択されたC地区 Llano del Coyote 地区14 km²において土壌試料採取が実施された。なお、後者についてはグリッド・サンプリング(200 m × 100 m)が行われた。採取試料数は、前者で1671試料、後者で861試料である。全試料に対しCu、Pb、Zn、Ag 4成分が指示元素として分析された。

第2年次追補6地区に対する地化学探査の結果、いくつかの「異常地」を抽出することが出来た。しかし、A-1地区のPeñasco-Pacumal以外の異常地は、規模および/または絶対値が小さく、探鉱継続を正当化する様なものはなかった。一方、C地区においては、EW 5.6 kmにわたり、物探異常とはほぼ一致してかなり優勢な地化探異常が認められたので、第3年次の探査はこの地区に集中され、試錐探鉱を中心とする作業が行われた。

分析データの処理・解析はコンピューター(NEAC 2200-250A)を使用して行われ、分析値の平面図への記入はコンピューター(CDC-6600)とプロッター(XYNETICS)を使用して行われた。

2年次間に調査された面積、採取試料数等は次表に総括された。

第9-A表 第1年次採取地化探試料数一覧

地 域	種 類	採取試料数	面積(km ²)	調査ルート 延長(km)	一平方km 当り試料数	平均採取 間 隔(m)	備 考
A	河床堆積物	204	650	375.0	1.38	417	
	土 壌	695					
	小 計	899					
B	河床堆積物	581	1,350	793.5	1.08	546	
	土 壌	872					
	小 計	1,453					
総 合	計	2,352	2,000	1,168.5	1.18	197	

第9-B表 第2年次採取地化採試料数一覧

地 区	採取試料数	面積(km ²)	調査ルート 延長(km)	一平方 km 当り試料数	平均採取 間隔(m)	備 考
A-1 Pechac-Iaurita	262	36	83.0	7.28	317	
A-2 Peña de Plata	169	24	65.6	7.04	388	
B-1 La Barranca	266	36	75.8	7.39	285	
B-2 Río Blanco	537	126	224.1	4.26	417	
B-3 Cunén	259	48	98.4	5.40	380	
B-4 Salquifí	178	27	64.8	6.59	364	
計	1,671	297	611.7	5.63	366	
C Llano del Coyote	861	14	(93) 88.1	61.5	100 × 200	グラフ サンプリング
総 計	2,532	311	699.8	-	-	

4-2 野外調査・試料採取・試料調整および化学分析

野外調査班の編成，試料採取，採取試料の記録，試料調整，化学分析等の方法の具体的な記載は，ここでは省略する。第1，第2年次報告書の下記頁を参照されたい。

	第1年次報告書	第2年次報告書
野外調査班の編成	9頁，PL-75	7，8頁
試料採取	42，43頁，PL-75	40，41頁
試料番号	43頁	41頁
採取試料の記録	43頁	41頁
試料調整	43頁	41頁
化学分析	44頁 A-104頁	41頁 A-97頁

4-3 分析結果とその表示

採取された個々の試料の分析結果は，試料番号，採取位置（IGN地形図番号とUTM GRIDによる座標）等とともに各年次報告書巻末の付録に示された。またこれらの分析値は元素別に地形図に表示された。詳細は下記の表，図面を参照されたい。

第1年次結果（第1年次報告書）

分析結果一覧	付録6-1 A-55~101頁
A地区試料採取位置図	PL-19 (1/50,000)
A地区地化採結果図	PL-22~27 (1/50,000)
B地区試料採取位置図	PL-20, 21 (1/50,000)
B地区地化採結果図	PL-35~46 (1/50,000)

Cerro Bobí - Quetzál 地区 PL-61~63 (1/10,000)
試料採取位置図 (結果記入)

第2年次結果 (第2年次報告書)

分析結果一覧	付録6-1 A-43~96頁
A-1地区地化探試料採取位置図	PL-3 (1/20,000)
A-1地区地化探結果図	PL-4~7 ()
A-2地区地化探採取位置図	PL-12 ()
A-2地区地化探結果図	PL-13~16 ()
B-1地区地化探試料採取位置図	PL-21 ()
B-1地区地化探結果図	PL-22~25 ()
B-2地区地化探試料採取位置図	PL-31, 32 ()
B-2地区地化探結果図	PL-33~40 ()
B-3地区地化探試料採取位置図	PL-47 ()
B-3地区地化探結果図	PL-48~51 ()
B-4地区地化探試料採取位置図	PL-56 ()
B-4地区地化探結果図	PL-57~60 ()
C地区 地化探試料採取位置図	PL-67-2 (1/10,000)
C地区 地化探結果図	PL-68~71 ()

4-4 結果の解析

4-4-1 解析方法の選択

(A)序: 地化探分析結果の解析とは、鉱化を表す母集団を『アノマリー』として、『ノイズ』を含む後背値を表す母集団から識別することにつきる。この目的のために多くの統計的手法が開発され利用されて来た。これらの手法には、計算により分析値の標準偏差を算出し、『平均値+2標準偏差』を機械的にシキイ値とする古くから使われて来た方法(ここでは他の方法と区別するため『統計的方法』と呼ぶ)、累積度数分布曲線のパターンを図上で解析することによりシキイ値を求める方法(Lepeltier; 1969。以後『Lepeltierの方法』と呼ぶ)、傾向曲面解析(Nichol, Garrett & Webb; 1969)、移動平均解析(Nichol, Garrett & Webb; 1969)、因子解析(Dahlberg & Keith; 1969, Dahlberg; 1967, Garrett & Nichol; 1969)、多変量回帰(Dahlberg; 1967, 1969; Rose, Dahlberg & Keith; 1970)、選択シミュレーション(Dahlberg; 1968)等々があり、年々より疑った方法が案出されている。

これらの方法には、それぞれ一長一短があり、絶対的に正しい決定版はない。どの方法を採用するかは次の様な多くの要因を勘案して決められなければならない: 調査目的や調査段階、調査面積、試料の種類、試料採取密度と採取点の分散の度合い、分析成分(元素)の種類と

数、利用しうる地質情報（既存および平行して実施する調査の）の質と量、調査地域の地質学的特性、土質学的性質、気候、地形、水理学的要因等々。また、実際に解析方法を選択するにあたっては、費用、所要期間、客観性（処理担当者の主観が入りにくい）、処理の容易さ、等々も、重要な要因として考慮しなくてはならぬ。さらに、解析法の選定には調査実施前に予め決めておける面と、分析結果を眺めてから決めた方がよい面とがある。

（B）今回調査で採用した方法：前記諸条件を勘案した結果、第1年次には『統計的方法』、『Lepeltierの方法』、『移動平均解析』の3者が平行して試みられ、第2年次には『統計的方法』と『Lepeltierの方法』がそれぞれ試みられた。これは、前述の様に、²地化探解析の方法には絶対的に正しいものはないので、探鉱対象地は、独立したいくつかの方法を総合して選択すべきである³と考えたからである。

異常地の抽出のためのシキイ値は、『Lepeltierの方法』によるものと、『統計的方法』によるものとが比較され、結果的には、後者が2年次を通して採用された。これについては次項で、より詳細に記す。異常地や調査地区の評価と比較の基準には、基本的には、抽出された異常地の拡りと、分析値の高さが使われた。さらに、広い地域から、follow-up areaを選択する第1年次においては、移動平均解析の結果と元素の相関分析が参考にされ、より狭少な第2年次の個々のfollow-up areaや、その中の異常地を比較、評価するためには、分析値の度数分布パターンと、累積度数分布曲線のパターン、元素の相関分析および変動係数等が参考にされた。なお、2年次を通じ、異常地の評価には地質的背景が重視された。また、精査の行われた第2年次C地区では、グリッド・サンプリングが行われたので、各元素の等品位線図が作成され、地質図や物探結果図と対比、検討が行われた。

4-4-2 シキイ値の決定

（A）序

鉱化を表すと思われる母集団を、後背値から識別するシキイ値の決定には最大の関心が払われた。結果的には、Cu、Pb、Znに対しては、第1年次にA、B地区ごとに土壤・河床堆積物別に算出された『平均値+2標準偏差』が、第1年次、第2年次を通じてシキイ値として採用された。また、Agについては、第1年次に分析を行っていないので、第2年次に各地区から採取された全試料2,532個の分析値から算出された『平均値+1標準偏差』が全地区共通のシキイ値として採用された。2標準偏差を採用しなかった理由は、『平均値+2標準偏差』では、シキイ値以上の試料がほとんどなくなってしまうからである。このことは、Agの分析値にtraceのものが多く、これらを数学的処理上から0.04 ppmとして取扱ったため、標準偏差が大きくなったことによる。

(B) 第1年次

前処理：第1年次の地化探データの統計処理においては、分析結果は、試料種類別（土壌または河床堆積物）に大分類された後、地域別（AまたはB）に中分類され、さらに流域別（Fig. 14）と地質単位別に細分された（第1年次報告書44頁～46頁）。

まず、細分された各『ユニット・グループ』および『全試料（地域計）グループ』（以下両者を含み各グループという）に対して、分析結果の度数分布ヒストグラムが、コンピューターにより真数スケールと対数スケールで、打出された。両者を比較検討して、ヒストグラムが対数正規分布に近いことを確認した後、対数スケールを使用することとした。したがって、3年次の報告書を通じ、特にことわりのない場合は、対数スケールが使われている。すなわち、『平均』は『幾何平均』を意味する。

統計的指標の算出と『統計的方法によるスキイ値』：各グループごとに、平均、最少、最大範囲、標準偏差、変動係数、相関係数等の統計的指標が、コンピューターにより算出され、さらに、ここで云う『統計的方法』によるスキイ値（平均値 + 2標準偏差）が求められ、作表された（第1年次報告書47～54頁）。これらの数値のうち、河床堆積物試料を流域別に細分した表と、土壌試料を地質単位別に細分した表を参考のため本報告に再録した（第10-A～D表）。

『統計的方法』で、スキイ値を「平均値 + 2標準偏差」で定義することは、分析値の度数分布が、正規または対数正規分布であることを前提としている。しかし、一般的にいて、一つの母集団中には鉱化作用を表す母集団や、後背値のレベルが異なる種々の地質単位を表す母集団、さらには種々のノイズを表す母集団等が含まれることが普通である。そのため、度数分布のパターンは非対称や複数のピークをもつことが多い。所が、『統計的方法』では分布のパターンに関係なく機械的にスキイ値を決めることになるので、これが最大の欠点となる。しかし、一方では、この方法は処理が簡単（特にコンピューターを利用した場合）であり、かつ処理者の主観が入らないという長所がある。

上記の欠点は、母集団をいくつかのグルーピングすることにより消去出来ることもある。このため、第1年次調査では、流域別および地質単位別に細分されたユニット・グループ別のスキイ値と、地域別試料を1グループとした場合（全試料）のスキイ値が比較検討された（Fig. 15～17）。しかし、結果的には、試料数が非常に少ない『ユニット・グループ』を除き、『全試料グループ』で算出したものと、『ユニット・グループ別』との間に余り差がないことが判明した。したがって、その後の作業を簡単にするため、『全試料グループ』をその地域共通のスキイ値として使用することとした。

『Lepeltierの方法』によるスキイ値：上記の統計的指標の算出や、『統計的方法』による

Fig.14 Drainage Basins in Project Areas

LEGEND



Boundary of Drainage basins
Name of Drainage basin

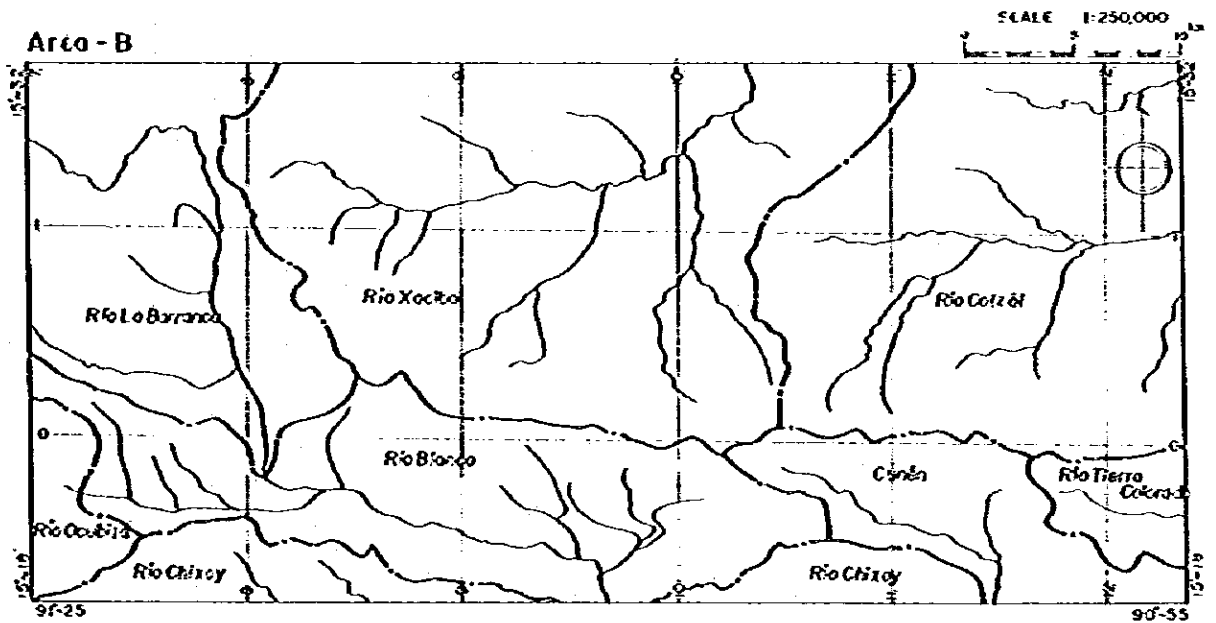
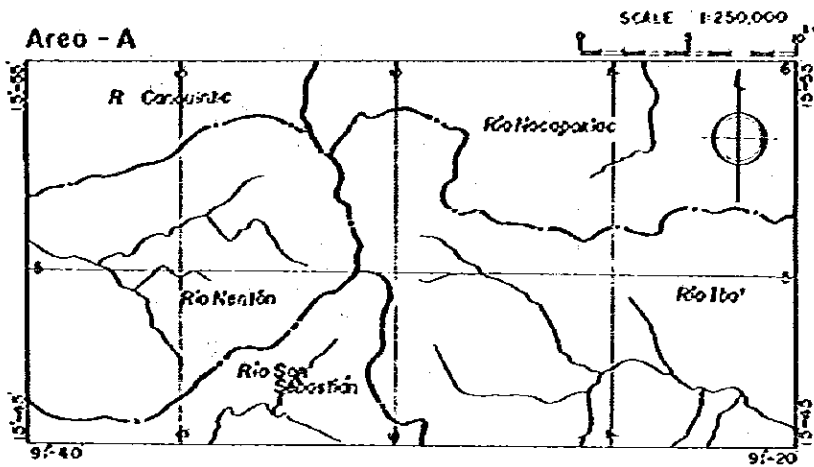


Table 10-A Summary of Statistical Data of Geochemical Samples (Phase I)

(1) Area-A Stream Sediments, Drainage Basins

Formation	Elements	Average (PPM)	Standard Deviation	SD/Mean	Mean +1SD	Mean +2SD	Minimum	Maximum	Range	Correlation Analysis			
										Reliability R(0.01)	Reliability R(0.05)	Correlation Coefficients	
										Cu	Pb	Zn	
All samples n=204	Cu	1.3196 (20.9)	0.3076	0.2331	1.6272 (42.4)	1.9348 (86.1)	0.4771 (3.0)	3.082 (1207.8)	2.605		1.0000	0.1719	0.4172
	Pb	1.4648 (29.2)	0.3123	0.2132	1.7771 (59.9)	2.0894 (122.9)	0.9031 (8.0)	3.7269 (5332.1)	2.8239	0.1799	0.1376	1.0000	0.5923
	Zn	1.799 (63.0)	0.2966	0.1649	2.0956 (124.6)	2.3922 (246.7)	0.9542 (9.0)	3.1248 (1332.9)	2.1706				1.0000
Rio Nacapelec n=15	Cu	1.0281 (10.7)	0.2724	0.2650	1.3005 (20.0)	1.5729 (37.4)	0.6021	1.6532	1.0511		1.0000	-0.1574	0.6037
	Pb	1.5599 (36.3)	0.0426	0.0273	1.6025 (40.0)	1.6451 (44.2)	1.4913	1.6532	0.1619	0.6411	0.5139	1.0000	0.2374
	Zn	1.5295 (33.8)	0.2558	0.1672	1.7853 (61.0)	2.0411 (109.8)	1.1461	2.3010	1.1549				1.0000
Rio Ibac n=130	Cu	1.3561 (22.7)	0.3354	0.2473	1.6915 (49.1)	2.0269 (106.4)	0.4771	3.0820	2.6049		1.0000	0.2569	0.3907
	Pb	1.3839 (24.2)	0.2820	0.2038	1.6639 (46.3)	1.9479 (88.7)	0.9031	2.7649	1.8618	0.2251	0.1726	1.0000	0.5872
	Zn	1.7430 (55.3)	0.2317	0.1329	1.9747 (94.3)	2.2064 (160.8)	0.9542	2.3979	1.4437				1.0000
Rio Nanton n=35	Cu	1.3350 (21.6)	0.2017	0.1511	1.5367 (34.4)	1.7384 (54.8)	0.8451	1.8261	0.9810		1.0000	0.4331	0.6423
	Pb	1.6859 (48.5)	0.4105	0.2435	2.0964 (124.9)	2.5069 (321.3)	1.3424	3.7269	2.3845	0.4304	0.3345	1.0000	0.7478
	Zn	2.1145 (130.2)	0.3340	0.1580	2.4485 (280.9)	2.7825 (606.0)	1.5563	3.1248	1.5685				1.0000
Rio San Sebastian n=24	Cu	1.2816 (19.1)	0.1846	0.1440	1.4662 (29.3)	1.6508 (44.8)	0.6990	1.5798	0.8808		1.0000	-0.2730	0.6872
	Pb	1.5211 (33.2)	0.2099	0.1380	1.731 (53.8)	1.9409 (87.3)	1.1461	2.0128	0.8667	0.5168	0.4060	1.0000	-0.0003
	Zn	1.8118 (64.8)	0.2315	0.1278	2.0433 (110.5)	2.2748 (188.3)	1.0414	2.2122	1.1708				1.0000

Table 10-1) Summary of Statistical Data of Geochemical Samples (Phase I)

(2) Area-B, Stream Sediments, Drainage Basins

Formation	Element	Mean (PPM)	Standard Deviation	SD/Mean	Mean \pm 1SD	Mean \pm 2SD	Minimum	Maximum	Range	Reliability		Correlation Analysis	
										R(0.01)	R(0.05)	Cu	Pb	Zn
All samples n=581	Cu	1.2750 (18.8)	0.2222	0.1743	1.4972 (31.6)	1.7194 (32.6)	0.5010 (9.0)	1.9845 (32.0)	1.4835	0.0074	1.0000	0.2152	0.3593
	Pb	1.4915 (31.0)	0.2167	0.1453	1.7082 (51.1)	1.9249 (80.1)	0.9031 (8.0)	2.1764 (39.0)	1.2734	0.1068	1.0000	0.0814	0.4989
	Zn	1.9018 (29.8)	0.2409	0.1267	2.1427 (38.9)	2.3828 (49.9)	1.0424 (11.0)	3.2787 (39.9)	2.2373		1.0000	0.1373	0.5636
Rio Barranca n=40	Cu	1.3477 (22.5)	0.2501	0.1810	1.5984 (39.7)	1.8491 (20.1)	0.6990	1.9683	1.2693		1.0000	0.4647	0.7446
	Pb	1.4006 (22.5)	0.3084	0.2194	1.615 (41.2)	1.8234 (66.6)	0.9031	1.8808	0.9777	0.4032	0.3125	1.0000	0.2768
	Zn	1.8130 (65.0)	0.1887	0.1041	2.0017 (100.4)	2.1904 (135.0)	1.3424	2.5303	1.1879		1.0000		
Rio Ocubilla n=21	Cu	1.2406 (17.6)	0.1793	0.1438	1.4259 (26.7)	1.6052 (40.1)	0.7781	1.5441	0.7659		1.0000	0.4647	0.7446
	Pb	1.2243 (16.8)	0.1901	0.1553	1.4164 (28.0)	1.6043 (40.3)	1.0414	1.8388	0.7975	0.5487	0.4359	1.0000	0.7694
	Zn	1.7103 (51.3)	0.1571	0.0919	1.8674 (37.7)	2.0245 (103.8)	1.4130	2.1028	0.6898		1.0000		
Rio Chikoy n=20	Cu	1.0857 (12.2)	0.3454	0.3195	1.7309 (23.8)	1.7361 (34.5)	0.6990	1.8035	1.1043		1.0000	0.3816	0.4619
	Pb	1.3866 (33.3)	0.1589	0.1134	1.5434 (22.0)	1.7023 (31.8)	0.9031	1.6128	0.7097	0.5614	0.4438	1.0000	0.7356
	Zn	1.7322 (26.4)	0.1942	0.1119	1.9297 (45.1)	2.1239 (33.0)	1.3424	2.0863	0.7439		1.0000	0.4832	0.5533
Rio Blanco n=142	Cu	1.3274 (31.0)	0.1191	0.0928	1.3435 (35.0)	1.5295 (37.5)	0.6990	1.8633	1.1643		1.0000	0.4832	0.5533
	Pb	1.5151 (32.7)	0.2142	0.1414	1.7193 (33.6)	1.9435 (47.8)	0.9031	2.1931	1.2900	0.2154	0.1631	1.0000	0.6405
	Zn	1.6740 (26.4)	0.2151	0.1148	2.0891 (127.8)	2.3082 (701.5)	1.1761	2.2718	1.0957		1.0000		
Rio Central n=77	Cu	1.2209 (16.6)	0.1636	0.1349	1.3843 (22.2)	1.5481 (39.5)	0.8631	1.5315	0.6684		1.0000	0.0930	0.3196
	Pb	1.4294 (26.9)	0.1520	0.1063	1.5816 (28.1)	1.7334 (56.1)	1.1139	1.7539	0.6419	0.2924	0.3245	1.0000	0.6493
	Zn	1.6598 (22.6)	0.1506	0.0942	2.0164 (101.8)	2.1173 (148.9)	1.4771	2.2227	0.7456		1.0000		
Rio Tierracolorado n=26	Cu	1.2418 (17.5)	0.2002	0.1612	1.447 (22.2)	1.6422 (43.9)	0.6990	1.3979	0.6990		1.0000	0.2487	0.5332
	Pb	1.6721 (47.0)	0.2788	0.1608	1.9505 (49.2)	2.2293 (109.6)	1.2641	2.1139	0.8498	0.4969	0.3893	1.0000	0.9000
	Zn	1.9523 (46.6)	0.2252	0.1154	2.1775 (30.5)	2.4227 (57.8)	1.6721	2.3159	0.6439		1.0000		
Rio Xacibal n=216	Cu	1.2796 (19.0)	0.2248	0.1757	1.5044 (31.0)	1.7292 (53.6)	0.9010	1.6902	1.3892		1.0000	0.6450	0.3438
	Pb	1.3211 (33.2)	0.1821	0.1197	1.7032 (40.5)	1.8653 (26.8)	1.1139	2.2764	1.1625	0.1749	0.1337	1.0000	0.4076
	Zn	1.9589 (61.0)	0.2043	0.1349	2.2222 (167.3)	2.4875 (307.3)	1.0414	2.9430	1.9016		1.0000		
Cuneh n=30	Cu	1.2247 (16.6)	0.1888	0.1542	1.4135 (25.8)	1.6073 (40.0)	0.6021	1.4913	0.8893		1.0000	0.2456	0.3327
	Pb	1.6332 (43.0)	0.1772	0.1085	1.8104 (66.0)	1.9876 (97.2)	1.2707	2.0334	0.7627	0.4082	0.3165	1.0000	0.3056
	Zn	2.0057 (103.2)	0.2014	0.1466	2.1071 (202.8)	2.3084 (306.7)	1.5188	3.2787	1.7602		1.0000		

Table 10-C Summary of Statistical Data of Geochemical Samples (Phase I)

(J) Area-A, Soil, Formations

Drainage	Elements	Mean (PPM)	Standard Deviation	SD/Mean	Mean +1SD	Mean +2SD	Minimum	Maximum	Range	Correlation Analysis			
										Reliability R(0.01) R(0.05)		Correlation Coefficients	
										Cu	Pb	Cu	Zn
All samples n=695	Cu	1.3127 (20.5)	0.3056	0.2329	1.6183 (41.5)	1.9239 (89.9)	0.5010 (2.0)	2.5224 (333.0)	2.2214	1.0000	0.3374	0.4480	1.0000
	Pb	1.6686 (29.4)	0.27521	0.1874	1.74381 (55.4)	2.01902 (104.5)	0.47712 (3.0)	2.5955 (394.0)	2.1184	0.0976	0.0744	1.0000	0.5564
	Zn	1.6996 (50.1)	0.35974	0.2117	2.05934 (114.6)	2.41908 (262.5)	0.60205 (4.0)	3.7695 (5881.7)	3.1674				1.0000
Ixcy Form n=227	Cu	1.3924 (26.7)	0.2330	0.1673	1.6254 (42.2)	1.8584 (72.2)	0.30103 (2.2)	1.8750	1.5740	1.0000	0.1168	0.6922	1.0000
	Pb	1.5660 (38.5)	0.1620	0.1021	1.748 (56.0)	1.91 (81.3)	1.0614	2.2355	1.1941	0.1706	0.1304	1.0000	0.1896
	Zn	1.7703 (58.9)	0.2634	0.1488	2.0337 (108.1)	2.2971 (198.2)	0.6025	2.5798	1.9777				1.0000
Todos Santos Form n=204	Cu	1.5913 (43.5)	0.3561	0.2990	1.9474 (55.3)	1.9935 (80.1)	0.4771	2.3010	1.8239	1.0000	0.3851	0.3966	1.0000
	Pb	1.3635 (23.1)	0.3369	0.2471	1.7004 (50.2)	2.0373 (109.0)	0.4771	2.3384	1.8613	0.1799	0.1376	1.0000	0.6168
	Zn	1.6544 (45.1)	0.3632	0.2195	2.0176 (104.1)	2.3808 (240.3)	0.6025	2.7716	2.1695				1.0000
Santa Rosa Group n=238	Cu	1.4015 (25.2)	0.2874	0.2051	1.6889 (48.9)	1.9763 (94.7)	0.6021	2.5224	1.9204	0.1666	0.1273	0.4408	1.0000
	Pb	1.4463 (27.9)	0.2304	0.7313	1.6967 (49.7)	1.9471 (88.5)	0.7781	2.3493	1.5701				1.0000
	Zn	1.6673 (45.5)	0.4204	0.2521	2.0877 (122.4)	2.5081 (322.2)	0.6025	3.7695	3.1674				1.0000
Granitic Rock n=3	Cu	1.4150 (26.0)	0.4277	0.3023	1.8427 (69.6)	2.2704 (186.4)	0.9542	1.7993	0.8451				
	Pb	1.1131 (13.0)	0.2096	0.1883	1.3227 (21.0)	1.5323 (34.3)	0.9031	1.3222	0.4191				
	Zn	1.3597 (22.9)	0.2190	0.1611	1.5787 (37.8)	1.7977 (62.8)	1.1761	1.6020	0.4260				
Unknown n=20	Cu	1.2890 (19.5)	0.2015	0.1563	1.4995 (30.9)	1.7093 (51.2)	0.7781	1.6812	0.9031	1.0000	0.3184	0.5412	1.0000
	Pb	1.5747 (37.6)	0.3309	0.2101	1.9036 (80.4)	2.2365 (172.4)	1.0000	2.5955	1.5955	0.5614	0.4438	1.0000	0.4350
	Zn	1.8174 (65.7)	0.2899	0.1595	2.1073 (128.0)	2.3972 (248.6)	1.3802	2.4393	1.0591				1.0000
Others n=2	Cu	1.7297 (53.7)	0.1805	0.1063	1.9102 (81.3)	2.0907 (323.2)	1.6020	1.8573	0.2553				
	Pb	1.2644 (18.6)	0.2129	0.1684	1.4773 (30.0)	1.6902 (49.0)	1.1139	1.4150	0.3010				
	Zn	1.5773 (37.8)	1.1302	0.7165	2.7075 (509.9)	3.8377 (6881.8)	0.7761	2.3766	1.5964				

Table 10-D Summary of Statistical Data of Geochemical Samples (Phase I)

(4) Area-B, Soil Formations

Drainage	Elements	Mean (log ppm)	Standard Deviation	SD/Mean	Mean +1SD	Mean -2SD	Minimum	Maximum	Range	Correlation Analysis			
										Reliability R(0.01)	Correlation R(0.05)	Correlation Coefficients Cu Pb Zn	
All samples n=872	Cu	1.3842 (24.2)	0.2409	0.1740	1.6251 (42.2)	1.866 (72.5)	0.3010 (2.0)	2.2253 (168.0)	1.9243		1.0000	0.4217	0.3873
	Pb	1.4657 (29.2)	0.2105	0.1436	1.6762 (47.4)	1.8867 (77.9)	0.6021 (4.0)	2.6989 (699.9)	2.0969	0.0872	0.0664	1.0000	0.4895
	Zn	1.7553 (56.9)	0.2989	0.1703	2.0542 (113.3)	2.3531 (225.0)	0.6021 (4.0)	3.012 (1028.0)	2.410				1.0000
Ash n=18	Cu	0.9155 (8.2)	0.3476	0.3797	1.2631 (18.3)	1.6107 (40.8)	0.3010	1.5051	1.2041		1.0000	0.6344	0.8055
	Pb	1.1530 (14.2)	0.2075	0.1800	1.3605 (22.9)	1.568 (37.0)	0.9031	1.5315	0.6284	0.5897	0.4683	1.0000	0.7245
	Zn	1.4152 (26.0)	0.3740	0.2643	1.7892 (61.5)	2.1632 (145.6)	0.9031	2.0531	1.1500				1.0000
Alluvium n=12	Cu	1.4363 (27.3)	0.2257	0.1571	1.662 (45.9)	1.8877 (77.2)	0.9542	1.7559	0.8016		1.0000	0.4542	0.8092
	Pb	1.4880 (30.8)	0.1282	0.0862	1.6162 (41.5)	1.7444 (55.5)	1.2304	1.7243	0.4938	0.7079	0.5760	1.0000	0.5911
	Zn	1.6236 (42.0)	0.2830	0.1743	1.9066 (80.6)	2.1896 (154.7)	1.1139	2.1732	1.0592				1.0000
Ixcay Form n=458	Cu	1.4360 (27.3)	0.2005	0.1396	1.6365 (43.3)	1.837 (68.7)	0.3010	2.2253	1.9243		1.0000	0.3272	0.3542
	Pb	1.4945 (31.2)	0.1619	0.1083	1.6564 (45.3)	1.8183 (65.8)	0.6021	2.3010	1.6990	0.1202	0.0917	1.0000	0.4674
	Zn	1.7867 (61.2)	0.2374	0.6926	2.0241 (105.7)	2.2615 (182.6)	1.0000	3.0124	2.0124				1.0000
Todos Santos Form n=211	Cu	1.3808 (24.0)	0.2230	0.1615	1.6038 (40.2)	1.8268 (67.1)	0.4771	2.1072	1.6301		1.0000	0.3396	0.1644
	Pb	1.4388 (27.5)	0.2106	0.1464	1.6494 (44.6)	1.86 (72.4)	0.8451	2.3010	1.4559	0.1769	0.1353	1.0000	0.2920
	Zn	1.7349 (34.3)	0.3050	0.1758	2.0399 (109.6)	2.3449 (221.3)	0.6990	2.6493	1.9503				1.0000
Santa Rosa Group n=122	Cu	1.3187 (20.8)	0.2259	0.1713	1.5446 (35.0)	1.7705 (52.0)	0.4771	1.8750	1.3979		1.0000	0.3661	0.2859
	Pb	1.5439 (35.0)	0.2559	0.1657	1.7998 (63.1)	2.0557 (113.7)	0.9542	2.6989	1.7447	0.2323	0.1782	1.0000	0.6387
	Zn	1.7765 (39.8)	0.3993	0.2248	2.1758 (149.9)	2.5751 (375.9)	0.7781	3.0000	2.2218				1.0000
Granitic Rock n=40	Cu	1.1827 (15.2)	0.3683	0.3114	1.5465 (31.2)	1.9103 (81.3)	0.3010	2.0128	1.7118		1.0000	0.5763	0.7778
	Pb	1.1776 (15.1)	0.2306	0.1958	1.4082 (25.6)	1.6388 (43.5)	0.9031	1.8195	0.9164	0.4032	0.3125	1.0000	0.4777
	Zn	1.9429 (43.9)	0.3612	0.2320	2.0241 (105.7)	2.4053 (234.3)	0.6021	2.4771	1.6750				1.0000
Unknown n=11	Cu	1.4607 (28.9)	0.1508	0.1032	1.6115 (40.9)	1.7623 (57.8)	1.2041	1.6812	0.4771		1.0000	-0.0034	0.5832
	Pb	1.4445 (28.0)	0.0502	0.0406	1.5053 (32.0)	1.5641 (36.7)	1.3222	1.5051	0.1829			1.0000	0.2487
	Zn	1.7119 (51.5)	0.3011	0.1759	2.013 (103.0)	2.3141 (206.1)	1.2553	2.1461	0.8909				1.0000

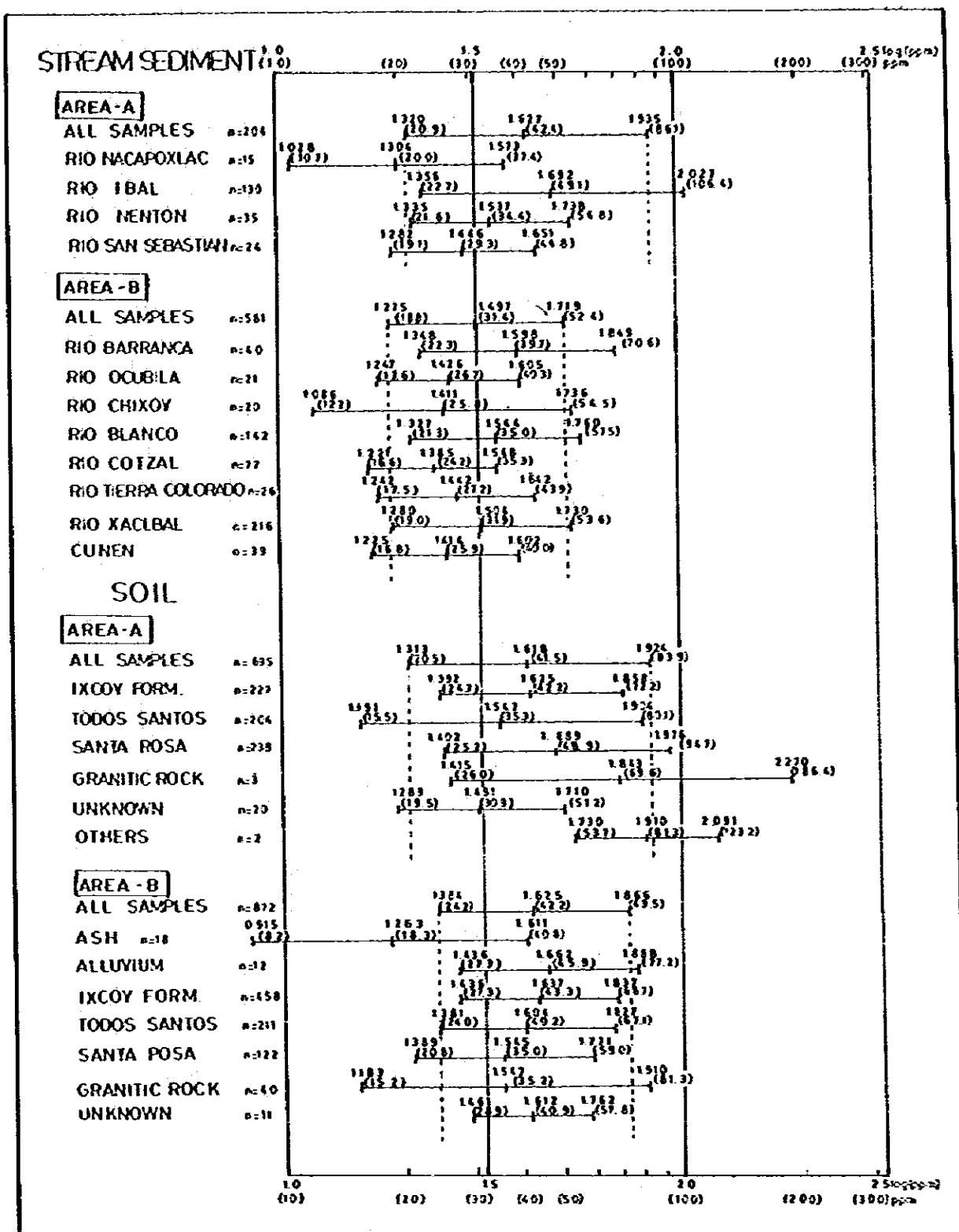
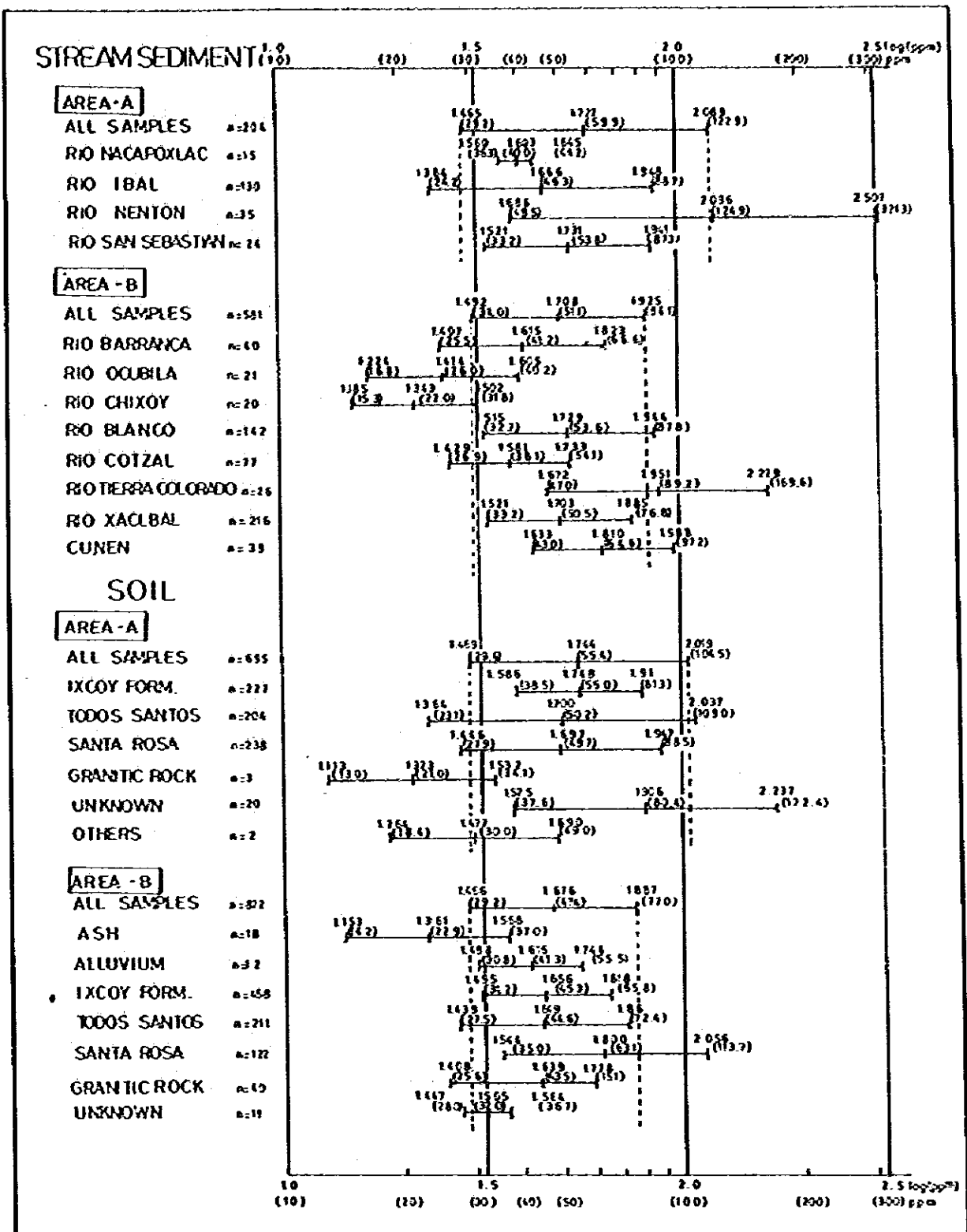


Fig.15 Means and standard deviations of Cu-content
for individual drainage basins & for geological units.(Phase II)

1 The lowest values: mean. 2 The second: mean ± standard deviation. 3 The highest values: mean ± 2 standard deviations.



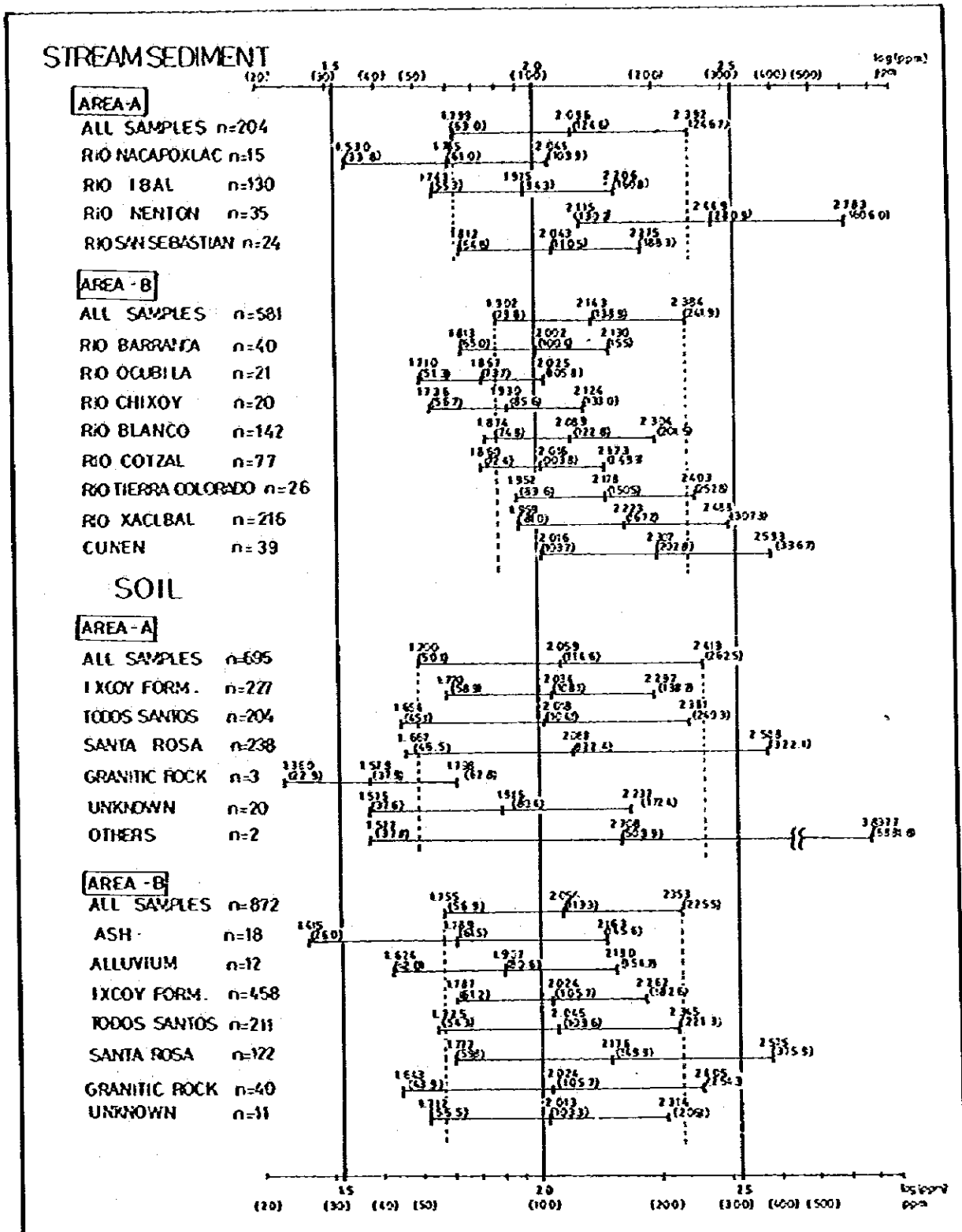


Fig.17 Means and standard deviations of Zn-content
for individual drainage basins & for geological units.(Phase I)

• The lowest values mean. | The second means 1 standard deviation. | The highest values mean + 2 standard deviations.

シキイ値の算出に平行して、各グループごとに度数分布ヒストグラム、累積度数分布曲線が作成され、『Lepellierの方法』によるシキイ値が求められた。『Lepellierの方法』が、異った性質の母集団を、累積度数分布曲線のバターンから識別する方法で、考えかたとしては、『統計的方法』より進んでいると言える。また、コンピューターの利用が困難なフィールドで手軽に実施出来る点では便利である。第1年次作業では各『ユニット・グループ』および『全試料グループ』について『Lepellierの方法』が試みられた。しかし、結果的には、試料数の多い『全試料グループ』では、性質の異なるいくつかの母集団を含むため、屈折点がいくつも現われてシキイ値を一義的に決定することが困難であることがわかった。逆に、混合による影響を消去するため、『ユニット・グループ』に細分すると、試料数の極端に少ないグループを生じて、意味のある回帰直線が引きにくいと言う矛盾が生じた。また、この方法の性質として、対数正規確率紙を使用するため、回帰直線の僅かなづれが、真数でのシキイ値の読みに大きく影響を及ぼすという欠点が認められた。参考のため『全試料グループ』の累積度数分布曲線を再録 (Fig. 18, 19) する。

最終的に採用されたシキイ値：前記のように、『統計的方法』によるシキイ値と、『Lepellierの方法』によるシキイ値が比較された後、結局前者の方法による『全試料グループ』から算出された『平均値+2標準偏差』がシキイ値として採用された。

両者は第11表、Fig. 18, 19にまとめられている。『全試料グループ』の値でみる限り、両者のシキイ値に大きな差はない。

(C) 第2年次

前処理：第2年次の地化探データの統計解析も第1年次とほぼ同じ手順に従って行われた。ただし、第2年次においては、試料の種類は土壌試料のみで、河床堆積物はない。また試料は、A-1, A-2, B-1, B-2, B-3, B-4, C地区の面積の限定された7小地区で採取されている。なお、A-1およびA-2は第1年次A地区内に、また、B-1~4およびC地区はB地区内にあり、その大部分は第1年次の異常地を中心として選択されている。

地区別々、分析結果の度数分布ヒストグラムと累積度数分布曲線が打出され、また平均、最大、最少、範囲、標準偏差、変動係数等が選択または算出された。また各地区ごとに、4元素の分析値間の相関分析が行われた。地区別一元素別の累積度数分布曲線は、第2年次報告書第2, 3部各論編の各地区の項に添付されている。本報告書では、統計的指標の要約を第12表に集録する。なお、第2年次においては、分析値の処理は真数との比較なしに最初から対数変換して行った。『Trace』は、数学的取り扱いの便宜上、Cu, Pb, Znに対しては0.4 ppmとして、またAgに対しては0.04 ppmとして処理された。

Table-11 Comparison of Threshold Values and Populations by the Graphical and the Classical Methods.

Area	Type of Samples	Element	Graphical Method				Classical Method				
			Background	Mixture	Anomalous 2nd degree	Anomalous 1st degree	\bar{x}	$\bar{x} \pm 1SD$	$\bar{x} \pm 2SD$	$\bar{x} \pm 3SD$	$\bar{x} \pm 3SD$
A	Soil n=695	Cu (ppm)	<20.0	20.0% <50.0	50.0% <80.0	80%	<20.5	20.5% <41.5	41.5% <83.9	83.9% <169	169%
		(%)	40.0	55.0	2.5	2.5	40.0	47.0	11.0	1.6	0.4
		Pb (ppm)	<33.0	33.0% <51.0	51.0% <115	115%	<29.4	29.4% <55.4	55.4% <104	104% <197	197%
	(%)	50.0	32.0	15.5	2.5	46.0	40.0	10.8	2.6	0.6	
	Zn (ppm)	<20.0	20.0% <142	142% <300	300%	<50.1	50.1% <115	115% <263	263% <609	609%	
	(%)	10.6	83.2	3.7	2.5	52.0	35.5	9.3	2.5	0.7	
	Cu (ppm)	<16.5	16.5% <24.5	24.5% <72.0	72.0%	<20.9	20.9% <42.4	42.4% <86.1	86.1% <175	175%	
	(%)	28.5	41.5	27.5	2.5	54.0	35.5	9.0	0.3	1.2	
	Pb (ppm)	<31.5	31.5% <50.0	50.0% <145	145%	<29.2	29.2% <59.9	59.9% <123	123% <252	252%	
(%)	58.0	29.0	10.5	2.5	52.5	37.8	6.7	1.7	1.3		
Zn (ppm)	<66.0	66.0% <87.0	87.0% <300	300%	<63.0	63.0% <125	125% <247	247% <488	488%		
(%)	45.0	37.0	15.5	2.5	44.0	45.0	7.3	2.4	1.3		
B	Soil n=872	Cu (ppm)	<19.0	19.0% <52.0	52.0% <86.0	56%	<24.2	24.2% <42.2	42.2% <73.5	73.5% <128	128%
		(%)	20.0	77.1	0.4	2.5	42.0	51.0	6.0	0.8	0.2
		Pb (ppm)	<20.0	20.0% <50.0	50.0% <86.0	86%	<29.2	29.2% <47.4	47.4% <77.0	77.0% <125	125%
	(%)	15.0	77.6	4.9	2.5	52.0	39.5	5.7	1.8	1.0	
	Zn (ppm)	<76.0	76.0% <125	125% <265	265%	<56.9	56.9% <113	113% <226	226% <449	449%	
	(%)	61.0	30.0	6.5	2.5	48.0	39.0	9.5	2.7	0.8	
	Cu (ppm)	<20.0	20.0% <51.0	-	51%	<18.8	18.8% <31.4	31.4% <52.4	52.4% <87.4	87.4%	
	(%)	29.0	69.0	-	2.0	25.0	53.0	20.4	1.3	0.3	
	Pb (ppm)	<32.0	32.0% <63.0	63.0% <122	122%	<31.0	31.0% <51.1	51.1% <84.1	84.1% <149	149%	
(%)	29.0	58.5	10.0	2.5	27.5	45.5	20.0	5.9	1.1		
Zn (ppm)	<50.0	50.0% <275	-	275%	<79.8	79.8% <139	139% <242	242% <421	421%		
(%)	18.0	89.3	-	2.7	31.0	39.5	24.5	3.6	1.4		

FIG. 16 CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION — AREA A —

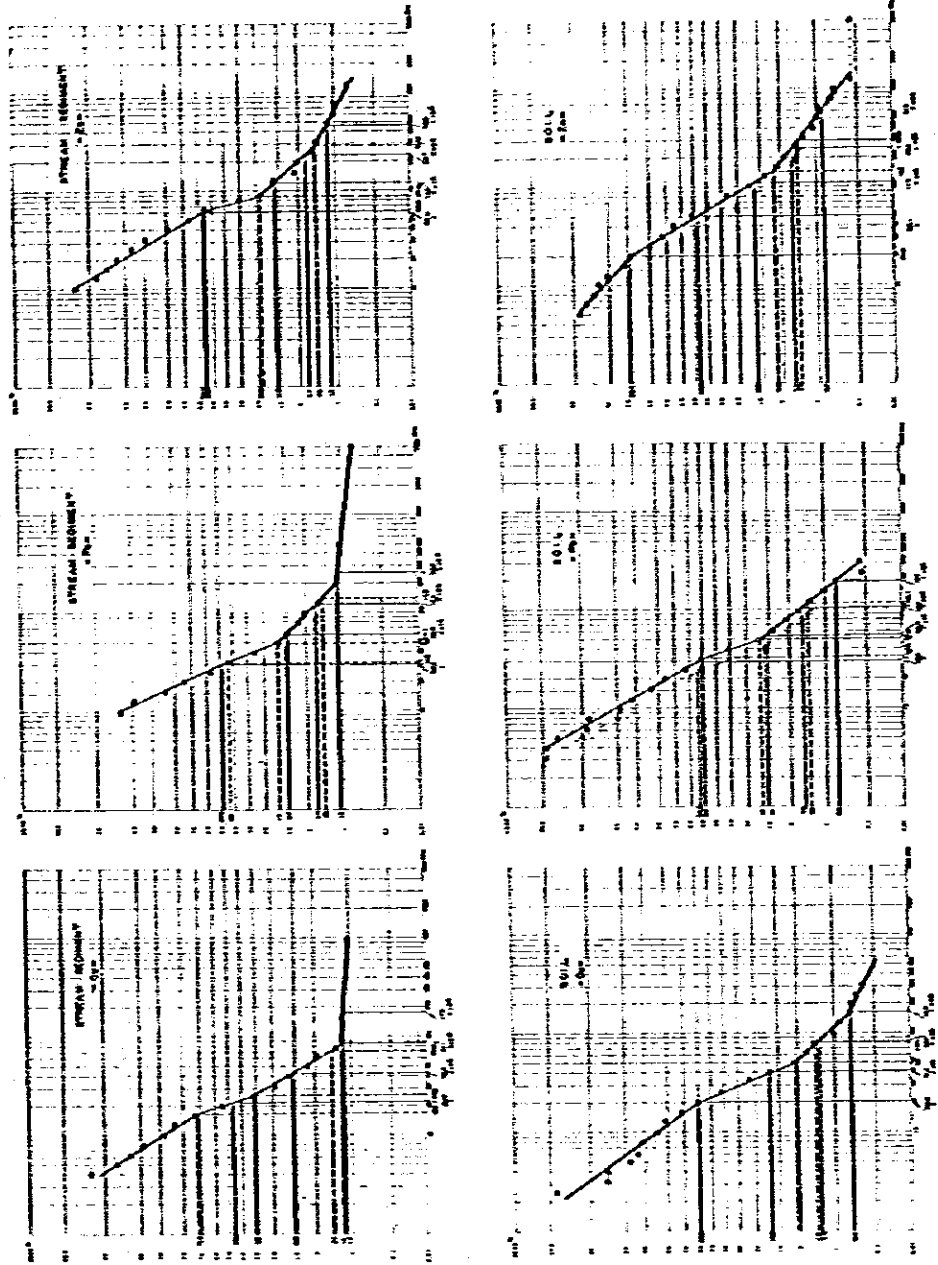


Fig 19 CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION — AREA - B —

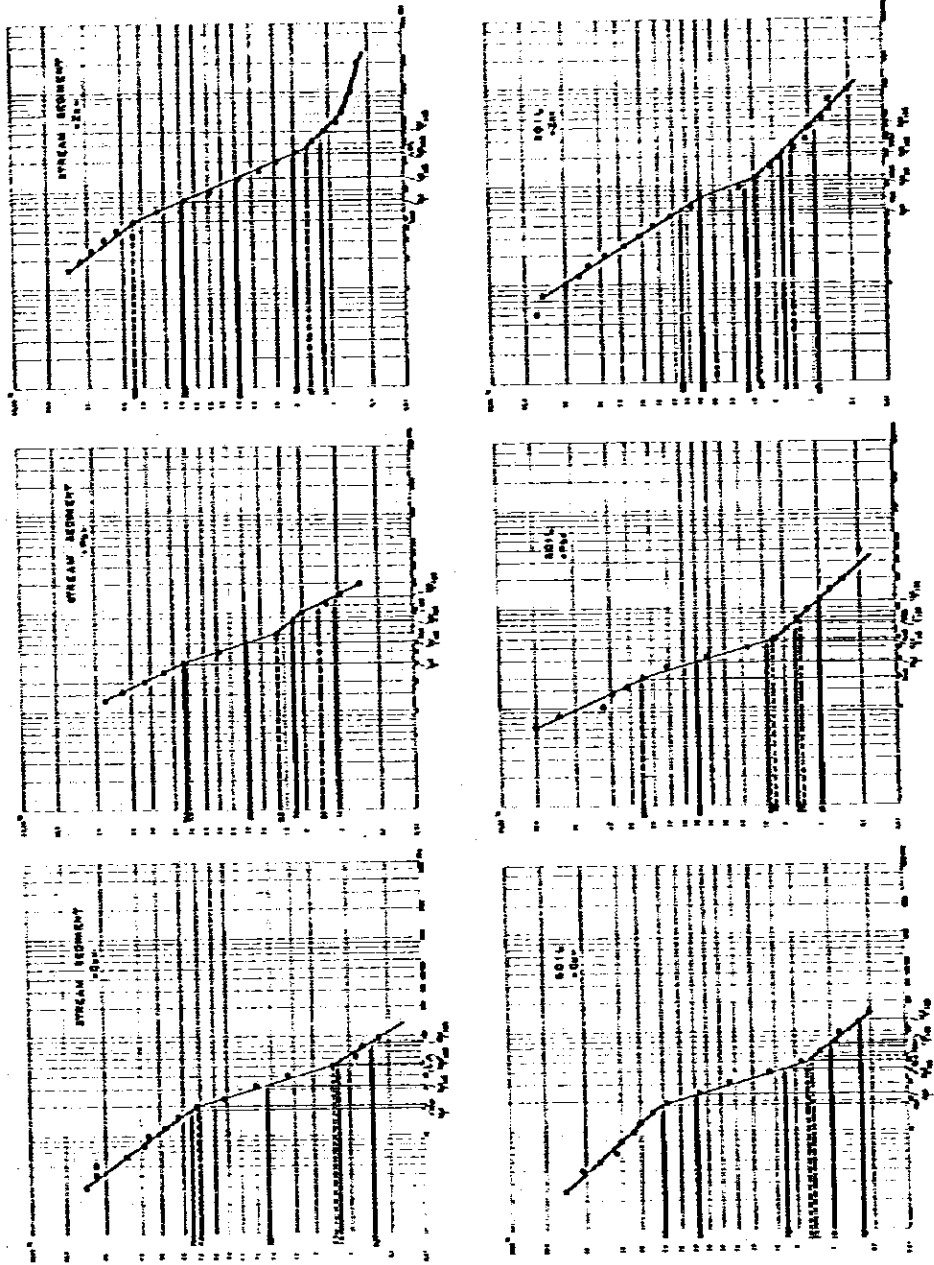


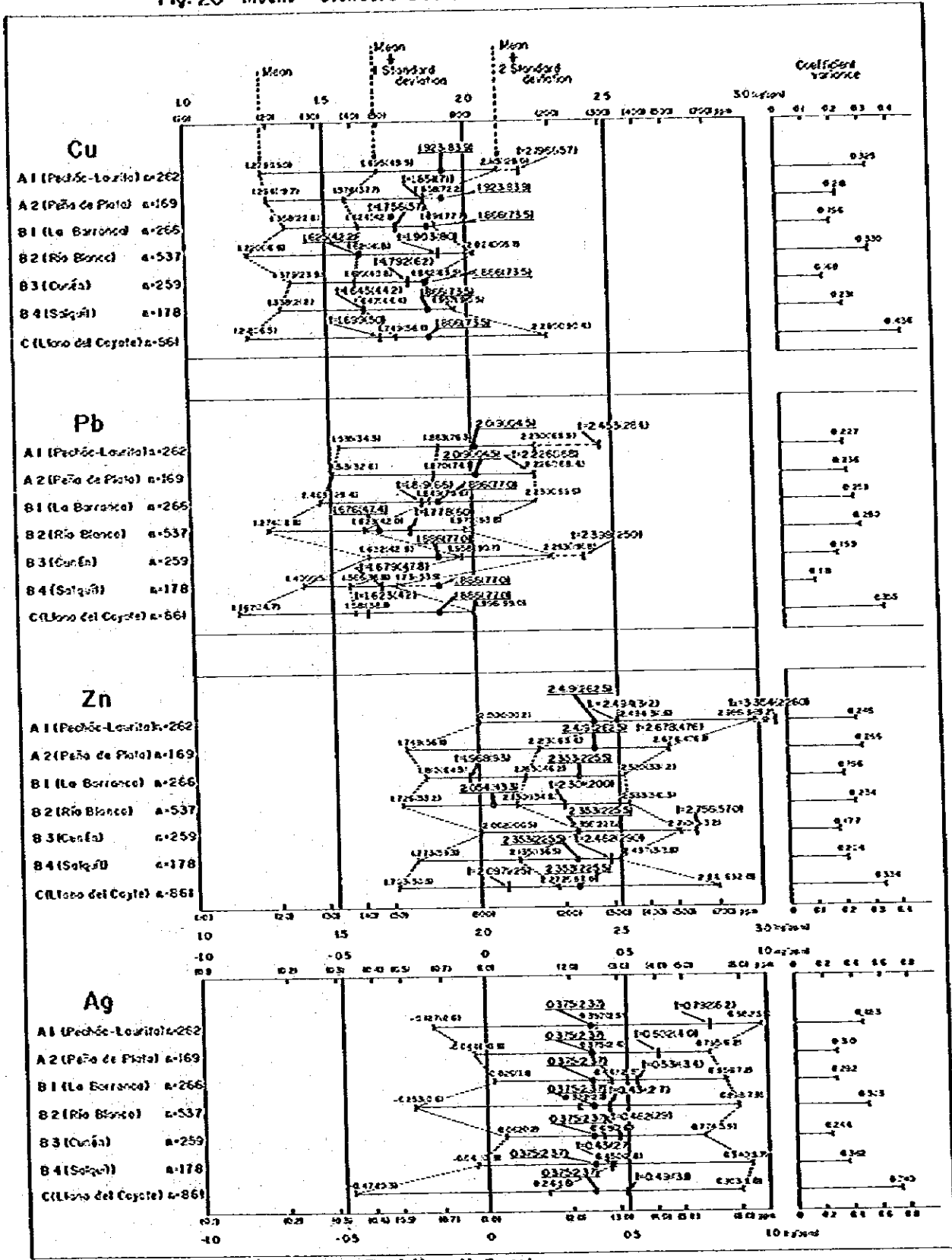
Table 12 Summary of Statistical Data of Geochemical Samples (Phase II)

All the figures are in logarithmic scale except those in parentheses which are indicated in antilogarithmic ppm values.

Area	Elements	Mean (ppm)	Standard Deviation	SD/Mean	Mean -1SD	Mean +2SD	Minimum	Maximum	Range	Correlation Analysis				
										Reliability (R(0.05))	Correlation Coefficient	Significance		
A-1 Pachaco-Laurosa n=262	Cu	1.2789 (19.0)	0.4158	0.3251	1.0947 (69.5)	2.1105 (129.0)	0.0000 (1.0)	3.4586 (2,875.0)	3.4586	0.1588*	0.1000	0.5061*	0.6192*	0.4173*
	Pb	2.5367 (18.3)	0.3278	0.2266	2.2813 (18.3)	2.7901 (20.0)	0.9771 (9.5)	2.8823 (23.0)	0.1061			1.0000	0.6264*	0.4800*
	Zn	2.0008 (100.2)	0.4978	0.2463	1.4916 (31.6)	2.9804 (965.2)	0.9990 (5.0)	3.2000 (3,200.0)	3.1802			1.0000	0.4736*	
	Ag	-0.2872 (0.6)	0.5844	-3.1214	0.3972 (2.5)	0.9816 (9.6)	-1.1979 (0.04)	0.9868 (0.7)	2.3847					1.0000
A-2 Pena de Plata n=169	Cu	1.2942 (19.7)	0.2821	0.2180	1.0170 (37.7)	1.5704 (72.2)	0.7771 (3.0)	2.1909 (266.0)	1.9138	0.1976*	1.0000	0.6209*	0.5302*	0.3943*
	Pb	1.2128 (32.6)	0.3568	0.2350	1.8696 (74.1)	2.2204 (168.4)	0.8021 (4.0)	3.1256 (3,125.0)	2.6575			1.0000	0.7465*	0.5276*
	Zn	1.7487 (56.1)	0.6665	0.2656	1.0814 (23.4)	2.4158 (261.1)	0.9051 (7.0)	3.1557 (2,843.0)	2.6047				1.0000	0.3042*
	Ag	-0.0638 (0.9)	0.6192	-0.5708	0.3724 (2.6)	0.7946 (6.2)	-1.3979 (0.04)	0.7482 (5.6)	2.1661					1.0000
B-1 La Barranca n=266	Cu	2.3276 (22.8)	0.2665	0.1963	2.0611 (42.1)	2.5941 (77.7)	0.9010 (2.0)	3.4730 (75.0)	1.5740	0.1376*	1.0000	0.2346*	0.4240*	0.2153*
	Pb	1.4687 (29.6)	0.3806	0.2390	1.0891 (70.6)	2.2293 (169.6)	0.4771 (3.0)	2.7923 (372.0)	2.0934			1.0000	0.7094*	0.2476*
	Zn	1.8095 (64.5)	0.3553	0.1964	1.4509 (35.2)	2.1591 (107.0)	1.0000 (1.0)	2.6963 (497.0)	1.6863				1.0000	0.1317*
	Ag	0.0255 (2.1)	0.6150	16.2745	0.4285 (2.8)	0.8355 (6.7)	-1.3979 (0.04)	0.6812 (4.8)	2.0792					1.0000
B-2 Rio Blanco n=337	Cu	1.2193 (16.6)	0.6023	0.1299	0.6210 (4.8)	1.8041 (105.7)	0.0000 (1.0)	2.1233 (143.0)	2.1233	0.1112*	1.0000	0.5225*	0.6238*	0.6101*
	Pb	1.2742 (18.8)	0.3491	0.2790	1.0233 (42.0)	1.9724 (93.8)	-0.1979 (0.4)	3.0791 (1,200.0)	3.4271			1.0000	0.4861*	0.5446*
	Zn	1.7400 (53.2)	0.6017	0.2330	1.1297 (13.6)	2.3334 (76.1)	0.3979 (0.4)	3.4994 (3,138.0)	3.8973				1.0000	0.5113*
	Ag	-0.2234 (0.6)	0.5756	-2.2715	0.3222 (2.1)	0.8978 (7.9)	-1.3979 (0.04)	0.9330 (8.1)	2.3470					1.0000
B-3 Cunán n=259	Cu	1.3786 (23.0)	0.2316	0.1480	1.1402 (40.8)	1.8448 (69.5)	0.9000 (1.0)	2.9731 (86.0)	1.9731	0.1398*	1.0000	0.1202*	0.3124*	0.3488*
	Pb	1.6322 (42.0)	0.3253	0.1993	1.3073 (90.7)	2.2828 (191.8)	0.9342 (9.0)	3.0110 (1,074.0)	2.0747			1.0000	0.6400*	0.3310*
	Zn	1.0023 (100.5)	0.3540	0.1768	0.6562 (22.3)	1.1547 (313.2)	0.0014 (1.0)	1.6284 (428.0)	2.1133				1.0000	0.3406*
	Ag	0.0821 (1.2)	0.3560	5.7356	0.4381 (2.6)	0.7741 (5.9)	-1.3979 (0.04)	0.7404 (5.4)	2.1347					1.0000
B-4 Salquis n=176	Cu	1.3376 (21.8)	0.3094	0.2313	1.0672 (46.6)	1.9368 (90.3)	-0.3979 (0.4)	1.8921 (28.0)	2.2000	0.1923*	1.0000	0.0102	0.4446*	0.1786*
	Pb	1.4002 (25.1)	0.1655	0.1052	1.2365 (40.8)	1.5733 (37.9)	0.8451 (7.0)	1.8233 (106.0)	1.1802			1.0000	0.2816*	0.1349
	Zn	1.7734 (59.3)	0.3616	0.2010	1.1350 (31.5)	2.4486 (313.8)	0.9051 (8.0)	2.6230 (422.0)	1.7232				1.0000	0.1054
	Ag	-0.0412 (0.9)	0.4908	-11.9174	0.4469 (2.8)	0.8404 (6.7)	-1.3979 (0.04)	0.9051 (7.2)	1.0031					1.0000
C El Lano del Coyote n=861	Cu	1.2475 (16.5)	0.3311	0.4362	1.4680 (56.1)	2.1277 (100.6)	-0.3979 (0.4)	3.2886 (1,048.0)	2.0875	0.0987*	1.0000	0.4536*	0.6366*	0.7088*
	Pb	1.1668 (14.7)	0.4144	0.3352	1.3812 (39.1)	2.1936 (99.0)	-0.3979 (0.4)	3.1233 (2,872.0)	3.8338			1.0000	0.6386*	0.5895*
	Zn	1.7024 (50.5)	0.5400	0.3361	1.2719 (37.6)	2.7419 (692.0)	-0.3979 (0.6)	3.8418 (6,672.0)	4.2397				1.0000	0.6412*
	Ag	-0.1707 (0.3)	0.4869	-1.4593	0.2162 (1.6)	0.9031 (8.0)	-1.3979 (0.04)	0.6129 (4.5)	2.1048					1.0000

*1 "trace" is created as 0.6ppm for Cu, Pb, and Zn and 0.04ppm for Ag respectively, for the convenience of mathematic treatment.

Fig. 20 Means—Standard Deviations—Thresholds



『統計的方法』と『Lepeltierの方法』の比較：各地区ごとに『統計的方法』によるシキイ値の算出と平行して、度数分布ヒストグラムのパターンが検討され、累積度数分布曲線から、Lepeltierの方法を用いて各元素のシキイ値が読みとられた。2種類のシキイ値が比較検討されたが、結局下記の理由から、各地区ごとにシキイ値を決定せず、より広域の地域から採取された多数の試料にもとづく、第1年次『全試料グループ』の『平均値+2標準偏差』を、原則としてシキイ値に採用することとした。すなわち、①第2年次の各調査地区の面積は、第1年次に発見された異常地を中心として選択されたため、小範囲(多くの場合20~50 km²)であり、サンプル数も少い(B-2, C地区をのぞき150~270試料)。したがって、『酸化に影響された母集団』と、『後背値を示す母集団』の比率が、地区により著しく変動し、時には全域が『酸化に影響された母集団』からなると言える場合もある筈である。しかし実際には、累積度数分布曲線の屈折点(Breaking point)が数ヶ認められるものが多く、Lepeltierの方法では両者を識別することが非常に困難である。一方、この様な度数分布(したがって累積度数分布)パターンを示す母集団に対しては、正規分布からの傾りが少ないことを前提とする『統計的方法』(『平均値+2標準偏差』)を適用することも妥当でない。②『統計的方法』『Lepeltierの方法』いずれをとるにせよ、地区ごとに著しくシキイ値が異なると、ちがった地区の異常地間の比較検討に不便である。

最終的に採用されたシキイ値：上記の検討の後、Cu, Pb, Znに対しては原則として、第1年次の広域予察の“全試料グループ”から算出された『平均値+2標準偏差』が、第2年次にも『シキイ値』として採用された。Agに対しては、第1年次に分析を行っていないため、第2年次に採取された全試料から算出した『平均値+1標準偏差』が全地区共通のシキイ値として採用された。これらは、『Lepeltierの方法』によるシキイ値^T (graphically-read)や各地区毎の『平均値+2標準偏差値』とともに、第13表に示した。

たい。

第13表において、B-2地区のCu, Pb, Znに対しては、第1年次B地区の『平均値+1標準偏差』が採用されているが、これは下記の理由による。すなわち、本地区については、全体に分析値が低く、『平均値+2標準偏差』をシキイ値に採用すると、ほとんど異常地がないことになる。しかし、本地区には、C地区を除く他地区と異り、頁岩質が少なく、かつ地表には溶脱帯が発達するので、Cu, Zn等が地表近くの土壌中に残留する割合が少ないことが予想された。また火成岩と微量元素との関連をみる目的もあって、シキイ値を下げて、一応『平均値+1標準偏差』とした。なお本報告書付図PL-6では、他地区との比較のため2標準偏差による異常地を記入した。

Agについては、第2年次調査時に各地区から採取した全試料(2,532個)から算出した『平均値+1標準偏差』を全地区共通のシキイ値とした。2標準偏差を採用しなかった理由

Table-13 Summary of Threshold value (Phase II)

Area	Metal	Frequency Distribution pattern.	Cumulative Frequency Distribution Pattern	Abscissa Mean of 2.5% SSD (Lower) ppm	Mean	SD	Breaking Point			Graphically read (ppm)	Value finally adopted (ppm)	Scale of Calculation for Mean
							B1 (ppm)	B2 (ppm)	B3 (ppm)			
A=1	Cu			230	129.0	1.1	126	200	157	83.9	Mean+2SD from 695	
	Pb			302	169.9	13	216	347	284	104.5	Samples from Area-A, 1976	
	Zn			2260	969.2	105	1700	3162	2260	262.5		
	Ag			6.2	9.6	1.3	5.0	7.9	6.2	2.37	All 77 Samples	
A=2	Cu			71	72.2				70.9	83.9	Mean+2SD from 695	
	Pb			290	168.4	120	210		168.4	104.5	Samples from Area-A, 1976	
	Zn			800	476.1	370	780		476.1	262.5		
	Ag			4.0	6.2				4.0	2.37	All 77 Samples	
B=1	Cu			57	77.7	3.3	21.0		57	73.5	Mean+2SD from 872	
	Pb			192	169.6	38	114		66	77.0	Samples from Area-B, 1976	
	Zn			900	331.2	17.8	70	122	93	225.5		
	Ag			3.4	7.2	0.62			3.4	2.37	All 77 Samples	
B=2	Cu			80	105.7	22			80	42.2	Mean+SD from 872	
	Pb			94	93.8	60			60	47.4	Samples from Area-B, 1976	
	Zn			300	341.5	31	200		200	113.3		
	Ag			2.7	7.9	1.4	33		2.7	2.37	All 77 Samples	
B=3	Cu			62	69.5	17			62	73.5	Mean+2SD from 872	
	Pb			338	191.8	35	180	358	250	77.0	Samples from Area-B, 1976	
	Zn			570	313.2	450			570	225.5		
	Ag			2.9	5.9	0.9			2.9	2.37	All 77 Samples	
B=4	Cu			52.0	90.5	18.6	44.2		44.2	73.5	Mean+2SD from 872	
	Pb			48	53.9	14.1	18.8		47.8	77.0	Samples from Area-B, 1976	
	Zn			290	313.8	27.2	41.9	288	290	225.5		
	Ag			2.7	8.7	1.7			2.7	2.37	All 77 Samples	
C	Cu			210	150.4	90			30	73.5	Mean+2SD from 872	
	Pb			109	99.0	42			42	77.0	Samples from Area-B, 1976	
	Zn			1090	692.0	125			125	225.5		
	Ag			3.1	8.0	0.7			3.1	2.37	All 77 Samples	

--- Threshold
 0 : Threshold for finally read
 + : Threshold finally adopted

は、「平均値+2標準偏差」では、ほとんどシキイ値以上の試料がなくなってしまうからである。このことは、Agの分析値にtraceのものが多く、かつこれを0.04ppmとして取り扱ったため標準偏差が大きくなったためである。

(D) 考察

今回のプロジェクトでは、2年を通じ、第1年次広域予察時の結果から算出した『全試料グループ』の『平均値+2標準偏差』をシキイ値とすることになった。しかし、その過程で各単位グループごとに『Lepeltierの方法』を試みたことは、度数分布パターンを知り、母集団の性質を推定する上で有効であり、決して無駄な作業ではなかったと考える。もしも仮にLepeltierの方法で明確に鉍化による母集団が識別出来ていれば、この方法によるシキイ値を採用したであろう。

今回のプロジェクトでは、移動平均解析はシキイ値の決定には用いられなかった。しかし、第1年次の様な広域予察では『移動平均+2標準偏差(とりこみ範囲内の分析値の)』の曲面を作成し、実測値とこの曲面との残差が正となる範囲を『異常地』とする方法がより適当であったかもしれぬ。

4-4-3 異常地の決定とその表示

今回プロジェクトでは、異常地は上記の『統計的方法』により定義されたシキイ値を使って抽出された。各年次の異常地の定義と、この定義により選択された異常地の表示は次のとおりである。

(A) 第1年次

定義：『“異常地”は、比較的限られた小範囲内に、数箇の“異常値”が集中する場所として規定された。たとえ異常値自身は相対的に高くとも、これらが比較的広い範囲に散在するような場合には異常地と考えない』(第1年次報告書71頁)。

表示：選択された異常地は第1年次報告書第C-17表に要約された。この表は14表として本報告書にも再録した。

A地区の異常地は、第1年次別添図PL-22~27に、B地区のものはPL-35~46に図示された。主要異常地は、他の要因と比較検討し、最終的に第2年次調査対象地区を選択するため、更にPL-34と53に総合された。本報告書には、上記PL-34と53に第2年次結果を追加して、PL-5とPL-6として、別添した。

第2年次探鉱対象地の抽出：移動平均解析結果や、地質学的要因を総合して、第2年次探鉱対象

Table -14 Anomalous Areas Chosen Statistically (Phase I)

No.	Area	Name of Anomaly	Location		Type of Samples	Element	Approximate Area (km x km)	Nos. of Anomalous Samples		Max. of Anomalous Values (ppm)		Remarks	
			Grid SH. No.	Co-ordinates X Y				1st Anom.	2nd Anom.	1st Anom.	2nd Anom.		
A		Laurita	1863-1	52.5 54.2	Sed.	Pb	0.5x1.5	1	1	5,333	142	Predominant	
		"	"	"	"	"	Zn	0.5x2.0	1	2	1,333	328	"
		Pechác	"	48.2 52.0	"	Pb	1.0x3.0	0	1	864	318	Predominant	
		"	"	46.4 52.3	"	Zn	1.0x6.0	2	1	218	136	"	
		"	"	48.0 53.0	Soil	Pb	1.5x4.5	2	4	5,882	591	"	
		"	"	"	"	Zn	1.5x3.5	6	5	1,208	167	"	
		Cerro Robt	1963-3	62.7 49.6	Sed.	Cu	1.0x1.0	2	2	-	136	250	
		"	"	"	"	Pb	0.5x0.5	0	1	-	-	-	
		"	"	"	"	Zn	0.5x1.0	0	2	-	-	-	
		"	"	71.0 49.0	"	Cu	0.5x1.5	0	4	-	-	406	
B		Nucá Atzam	"	78.5 46.5	Soil	Zn	1.0x2.0	0	1	-	-		
		Chibachen	"	77.0 44.0	"	"	1.0x1.0	0	0	-	-		
		Quiquil	"	44.0	"	"	0.5x2.0	0	0	-	-		
		Jucup	1863-2	48.5 44.0	"	Pb	0.5x3.0	0	4	-	-		
		"	"	"	"	Zn	0.5x3.0	0	4	-	-	380	
		La Barranca	1962-3	74.5 97.3	Sed.	Pb	1.0x6.5	1	2	156	126	Predominant	
		Río Acul	1962-2	94.8 2.0	"	"	x1.5	0	3	-	-	100	
		"	"	94.5 3.0	"	Zn	x4.0	0	4	-	-	273	
		Río Chuleto	"	97.5 3.0	"	"	x1.0	2	1	877	400		
		Río Chiquatut	"	99.5 97.0	"	Cu	x2.5	0	0	-	-	-	
B		Río Azul	"	2.3 6.5	"	Pb	x3.0	0	2	500	89	Predominant	
		Cunón	"	12.5 97.0	Soil	Zn	1.0x2.0	1	2	1,000	440	"	
		"	"	"	"	Zn	1.5x2.0	3	4	1,900	257	"	
		Río Cobanero	2062-3	16.3 97.6	Sed.	"	x1.0	1	1	-	-	-	
		Quebrada Lutal	"	19.3 97.6	"	Pb	x2.0	0	3	-	-	-	
		"	"	"	"	Zn	x2.0	0	0	-	-	-	
		Quebrada Xecanac	"	22.0 97.5	"	Pb	x1.5	0	2	-	-	130	
		"	"	"	"	Zn	x1.5	0	0	-	-	-	

地が抽出された。これについては4-5-1において述べる。

(B) 第2年次

定義：「異常地はスキイ値以上の値を示す試料が、2点以上隣接して存在し、かつ地形的および地質的に連続が推定できる所」(第2年次報告書46頁)と定義された。さらに、異常地の拡がり、異常値の高さ、地質学的要因との関連等々の面での検討がなされ、11の顕著な異常地が選択された。なお、C地区についてはグリッドサンプリングが実施されたので、等値線が手作業によって描かれ、スキイ値に近いコンターの表す範囲が異常地とされた。

表示：各地区の異常地の範囲は、各地区ごとの地化探結果図に示された。これらの図面の図番は本報告書4-3に記した。

上記の11の顕著な異常地は、第15表に再録され、また第1年次の主要異常地とともに、本報告書第PL-5、6の中に図示されている。

4-4-4 移動平均解析

今回プロジェクトの第1年次に移動平均解析が実施された。移動平均あるいは加重平均解析とは、一次元的な smoothing 法の、平面的に分布したデータへの応用であり(Nichol 他; 1969)、地化探分析結果に利用すると、分析値や、そのバラツキ等の地球化学的指標の地理的分布の広域的な傾向を知ることが出来る。この場合、鉱化や後背値の異なる地質単元の存在、地形や土壌の種類による影響等、種々の原因に起因する異常値やノイズは、その原因に関係なく平均化され、その付近の傾向値の高低として表される。したがって、利用出来る地質その他の情報が少く、ノイズの影響を消去するため母集団を細分出来る場合や、試料数が少なかったり、バラツキが多いため分析値そのもののプロットからは等品位線を引けぬ様な場合にも利用価値が高い。移動平均解析はいろいろな面で傾向曲面解析と似た性質をもつが、一般的に言って後者は実際の分析値との一致(fitness)が悪い。したがって或程度以上の試料数がある時は、移動平均解析の方が、傾向曲面解析よりすぐれていると考えられる。ただし、移動平均解析では、実際の測定値の高低と、移動平均値の高低との間に地理的なずれが生づるので利用には解釈が必要である。また、『とりこみ範囲』を広くとれば、計算値はより平均化されスムーズな分布が得られるが、実際の測定値と計算値とのずれが大きくなるし、『とりこみ範囲』を狭くすると、空白部が大きくなって全体の傾向がわかりにくくなるという問題がある。

本プロジェクト第1年次調査は、地質情報の少い段階での予察調査であり、地質や地質構造と元素分布の関係を知らることが大事なので、移動平均解析を試みた。この際、算出対象となったパラメーターは、①『とりこみ範囲』内に入る分析値の平均(対数変換している)

Table 15. Summary of Major Geochemical Anomalies (Phase II)

No.	Area	Name of Anomaly	IGN Quad- rangle map	UTM * Coordinates		Element	Area (km ² km)	Max. Value in Anom. Area (ppm)	Mean Value in Anom. Area (ppm)	Remarks
				X	Y					
1	A-1	Peñasco Pocumal	1863-1 (Ocañeg)	52.7	54.7	Cu Pb Zn Ag	3.0X0.7 3.9	Cu 2,875 Pb 168 Zn 12,000 Ag 9.7	Cu 678 Pb 140 Zn 2,117 Ag 9.7	Area surrounding Laurita old work
2	A-2	East of Saclecan	1963-3 (Barillas)	78.3	45.2	Pb Zn Ag	1.0X1.5 3.9	Pb 454 Zn 1,091 Ag 5.6	Pb 241 Zn 651 Ag 3.9	Between Saclecan out crop and Peña de Plata old work
3	B-1	South-west of Centzela	1962-3 (Chiantla)	74.5	98.5	Pb Zn	1.3X1.0	Pb 226 Zn 306	Pb 127 Zn 259	
4	B-2	South of La Estancia	1962-3 (Chiantla)	86.3	96.2	Cu Pb Zn Ag	1.0X0.3	Cu 130 Pb 207 Zn 3,158 Ag 4.8	Cu 88 Pb 171 Zn 1,965 Ag 3.6	Anomaly delineated by Mean + 1SD
5	B-2	Xetzajel	1961-1 (Sacapulas)	97.3	91.7	Cu Pb Zn	0.7X0.2	Cu 127 Pb 1,200 Zn 635	Cu 95 Pb 722 Zn 589	"
6	B-2	North-west of Sacapulas	1961-1 (Sacapulas)	102.7	92.0	Cu Pb Zn	1.0X3.0	Cu 112 Pb 87 Zn 148	Cu 60 Pb 72 Zn 135	"
7	B-3	Cufen	1962-2 2062-3 Nabaj (Tz'ajal)	117.0	96.5	Pb Zn	10X1.5	Pb 1,074 Zn 1,428	Pb 178 Zn 415	Along chochal limestone
8	C	Llano del Coyote W2	1961-4 1961-1 (Huehuetenango Sacapulas)	87.9	95.3	Cu Pb Zn Ag	0.7X0.3	Cu 168 Pb 2,957 Zn 2,283 Ag 3.9	Cu 122 Pb 1,089 Zn 757 Ag 3.3	
9	C	Llano del Coyote W1	1961-1 (Sacapulas)	89.9	94.8	Cu Zn	1.0X0.2	Cu 295 Zn 2,444	Cu 159 Zn 884	
10	C	Llano del Coyote W18-E18	1961-1 (Sacapulas)	90.1	94.1	Cu Pb Zn Ag	3.6X0.2	Cu 429 Pb 195 Zn 6,947 Ag 4.0	Cu 167 Pb 118 Zn 1,025 Ag 3.2	
11	C	Llano del Coyote E24	1961-1 (Sacapulas)	92.0	92.7	Cu Pb Zn Ag	1.2X0.3	Cu 571 Pb 273 Zn 6,900 Ag 5.5	Cu 224 Pb 127 Zn 1,228 Ag 3.8	

* Coordinates read at approximate center

幾何平均), ②当該範囲内に入る分析値の標準偏差, および③当該範囲内の平均値より求められた2元素間の比(Pb/Cu, Zn/Cu, Pb/Zn)である。なお, ②を使って「とり込み範囲内」の「平均値+2標準偏差」を算出し, これをツキイ値とすることも考えたが, 時間的余裕なく実施出来なかった。

「とり込み範囲」は, IGN 1/50,000地形図上の UTM グリッド 10 個を一辺とする正方形(10Km×10Km)とした。「とり込み範囲」は座標軸の東西, および南北両方向に1グリッドずつ移動された(すなわち90%の重複)。計算値は「とり込み範囲」の中心にプロットされた。ただし, このきめかたは計算の便宜上任意に決定されたもので, 理論的根拠はない。

この解析は, 河床堆積物および土壌試料の双方に対して行われたが, 第1年次報告書には土壌試料についての結果図のみ添付した。これは, 両者が結果的にほとんど同じ傾向を示しているため重複を避けるためと, 前者の試料採取密度が低く, かつ採取位置が地理的に局在しているため, 前者の方が後者より信頼度が低いと考えられたからである。

移動平均: 「とり込み範囲」内の全試料の分析値の平均(幾何平均)が対数スケールで算出され, 平均値の真数が中心点にプロットされた。等値線は手作業によって引かれた。

A地区の結果は第1年次報告書 PL-28~30に, B地区の結果は PL-47~49にそれぞれまとめられた。移動平均の高い地域は同報告書第 C-18表にまとめられた。

移動平均値が高いと言うことは, その付近の後背値が高いか, あるいは付近に酸化作用の影響を受けた部分があるかを意味しよう。ただし, 移動平均においては, かなり広い範囲の平均値がプロットされているため, 移動平均の高い部分と実際の測定値の高い部分との地理的ずれがおこる。特に, このずれは計算範囲の端で大きい。

A地区では地域南東隅と, 西北隅に Cu の高い部分がみとめられ, 西北隅近くに Pb, Zn の高い所がみとめられた。他のデータと総合の上, 西北隅の異常を由来したと思われる部分は A-1地区, 南東隅の異常を由来したと思われる部分は A-2地区として, 第2年次追補調査が行われた。

B地区では, 南東隅近く, Saepulas と Cuñen の中間に Pb, Zn の高い部分が, また地区を西北-南東に斜断するゾーンに, Cu の高い小さな島状の部分(3ヶ所)が, それぞれみとめられた。前者をもたらした部分は, 第2年次に B-2, B-3地区として追補調査が行われた。また, Salquil 付近の Pb の高い部分は, B-4として追補調査が行われた。

標準偏差: 「とり込み範囲」内の全試料の分析値に対する標準偏差が算出され, 中心点にプロットされた。等値線は手作業によって引かれた。

A地区の結果は第1年次報告書 PL-31~33に, B地区の結果は PL-50~52に, それぞれまとめられた。また, 高い標準偏差を示す部分は同報告書第 C-19表にまとめられた。

移動平均解析において高い標準偏差値を示すと言うことは、当該「とりこみ範囲内」に高い地球化学的起伏 (relief) があることを意味する。すなわち、「とりこみ範囲内」に鉱化作用があるか、後背値の異なる地質单元が数多く存在するか、あるいは他の二次的環境の複雑さ等を示すと言えよう。

A 地区では、Cerro Bobí 付近に Cu, Zn の高い値を示す部分が、また、地区西北部に Pechac-Laurita に起因する Pb の高い部分が、それぞれ認められた。前者は第 1 年次に調査され、後者は第 2 年次 A-1 地区として追補調査された。なお、第 2 年次 A-2 地区付近には高い値のゾーンが認められなかった。

B 地区では、Llano del Coyote 付近に Cu, Zn の非常に高い部分がみとめられ、地区西南部 La Barranca 付近に Pb, 南東部 Sacaplas-Cunén 間に Pb, Zn のそれぞれ高い部分が認められた。これらは、第 2 年次に C 地区、B-1, B-2, B-3 地区として追補調査された。なお、B-4 地区 Salquil 付近には余り顕著な値が見られなかった。

地球化学的累帯配列 (元素の比の分布) : 地化探試料の分析値に、鉱化作用による元素の累帯配列が反映されているのではないかと、とうたがわからず、Cu, Pb, Zn の移動平均の比が算出され、プロットされた。等値線は、手作業により引かれた。

A 地区の結果は第 1 年次報告書 PL-67~69 に、B 地区の結果は PL-70~72 にそれぞれ示された。

結果は、3-9-1 項にも記した様に、明瞭な累帯配列がみとめられた。すなわち、A 地区では、地域中央の Cerro Bobí を中心として相対的に Cu の高い地域があり、これをとりまいて外側に Pb, Zn の高い地域が同心円状に認められた。また Zn/Pb からは Zn が Pb に対して相対的に高い部分が Cerro Bobí 付近と、地域北西隅 Pechac-Laurita の 2ヶ所にみとめられた。

Cerro Bobí 付近には、深成~半深成酸性貫入岩の小岩株群があり、上記の累帯配列は、地理的には岩株群を中心とみとめられ、両者の成因的關係を暗示する。また Cu-Zn と Pb-Zn の 2種類の鉱化のあったことも示唆される。

B 地区では A 地区ほど明瞭な累帯配列はみとめられぬが、地域南東隅に、Pb, Zn が Cu に比し高い地域がみとめられた。また Pb/Cu および Zn/Pb には地域を北西-南東に斜断する傾向が認められた。

4-4-5 相関分析

第 1 年次、第 2 年次ともに、分析データのコンピューター処理時に、元素間の相関分析が行われた。その結果は、第 1 年次では各单位グループの、第 2 年次では各地区の地球化学的特徴を把握するために利用された。

最も鉱化の影響の強いと思われるA-1地区 Pechac-Laurita およびC地区 Llano del Coyote では、Cu, Pb, Zn, Ag 4元素のどの2つをとっても高い相関を示し、今回プロジェクト地域の主要鉱化は Cu-Pb-Zn-Ag 一連の鉱化によるものであることを暗示している。一方、A-2, B-1, B-3 では、Pb-Zn 間のみが比較的高い相関を示すが、他の元素間には余り相関が認められなかった。このような地域のPbやZnの「異常値」は、鉱化と言うよりむしろ高い後背値をもつ石灰岩～苦灰岩に由来するのかもしれない。

4-5 探鉱対象地の選択と評価

4-5-1 第1年次調査地域からの第2年次調査対象地の選択

「統計的方法」によるシキイ値にもとづいて、異常地が抽出された。これらの異常地から、分析値の高さ、範囲の狭りに着目して、主要なものが選択された(第14表)。さらに、これらは移動平均解析の高移動平均値地域、高標準偏差地域、地質図と比較検討され、相対的に有望と思われる6地区297 km²が、主要な異常地を中心として、追補調査対象地に選択された。

第1年次調査中、Llano del Coyote 地区の国連資料や試錐コア等が再検討され、この地区がさらに探査を行う価値のある所であると判定された(第1年次報告書35-36頁)。その結果上記6地区とともに第2年次調査対象地域として選択された。なお、このLlano del Coyote 地区の鉱化は、国連の河床堆積物地化探により発見されたものであるが、今回プロジェクトの第1年次調査では国連調査との重複を避けるため本地区内では地化探試料をほとんど採取しなかったため、地化探異常としては抽出されなかった。しかし、移動平均解析では、この地域に高標準偏差地域が検出されており、移動平均解析における標準偏差の高い部分が、広域調査において鉱化作用による影響を抽出することに有効であることを裏付けている。

4-5-2 第2年次調査地域からの第3年次調査対象地の選択

第1年次と同じくシキイ値を用いて異常地が抽出され、このうちから11ヶ所の顕著な異常地が選択された(第15表, Fig.4,5, PL-5,6)。なお、11ヶ所の主要異常地のうち4ヶ所はC地区 Llano del Coyote 内のもので、事実上1異常地と言える。したがって、全体では8ヶ所の主要異常地が抽出されたことになる。

主要異常地は、鉱り、分析値の高さ、地質的要因等について比較検討された。さらに、これらの異常地を含む各地区の地球化学的性格が、分析値の度数分布ヒストグラムや、累積度数分布曲線のパターン、変動係数、元素間の相関分析等の面から比較検討された(第2年次報告書48~51頁)。

その結果、地化探の面からは、調査地区および捕捉された異常地に次の様な探鉱順位がつけられた(第2年次報告書51頁)。まず地区単位に、その地区が受けた鉱化作用による影

帯度という側面からみれば、恐らく1位C地区、2位B-2地区およびA-1地区、4位A-2地区となろう。しかし、実際に確認出来た異常地については、B-2地区の異常地が広がり「品位」として低いので、1位C地区、特に『表10 W18-E18』、2位『表1 A-1地区 Peñasco - Pacumal』、3位『表2 A-2地区 East of Saclecan』および『表4 B-2地区 South of Estancia』の順位が考えられよう(第15表)。その他の地区および異常地の探鉱順位は低く、甲乙つけがたい。ただし、B-3地区に対しては、念のためもう1度異常地を踏査し、酸化鉛、亜鉛鉛の転鉱の有無をチェックしてみる必要がある。”

第3年次探鉱は、予想される鉱床の産状、探鉱期間の制限等々を考慮して、C地区 Llano del Coyote の試錐探鉱に集中された。

4-5-3 地化探異常地と試錐結果

C地区で第2年次に実施された土壌試料の地化探異常と、試錐結果とは余り良く対応しない(Fig.23)。すなわち、%代のZn鉱化に着鉱したMJ-9, MJ-1, UN-4のうち、硫化鉱に着鉱した前二者は、いずれも異常地外に位置している。これは、①土壌試料においては、浅成変質や、土壌の移動等の2次分散により、指示元素が地形上の低所に移動しており、異常が一次分散ハロの位置を正しく示していないことと、②上記主要鉱化層帯がほとんど地表に露出しないことに起因する。一方、第3年次に実施された地表岩石試料の地化探異常は一次分散ハロを忠実に示しており、前記の着鉱部と良く対応している(3-8-1)。これらの点は第3年次報告書6-1において論じられた(第3年次報告書PL-10, PL-5)。

4-5-4 その他の異常地について

今回プロジェクトにおいて試錐を行わなかった他地区についての評価は、第2年次報告書の結論(第2年次報告書46~51頁)と余り変らない。B-2地区については、この地区に地質的背景が類似するC地区において、試錐により有望なZn鉱化に着鉱したことが、評価に若干のプラス要因を加えよう。しかし、この地区の異常地は、異常値の高さ、広がりとともにC地区よりはるかに劣るので、当面直ちに探鉱対象とはならぬと考える。現状で、何等かの探鉱を実施してみる価値のあるものは、A-1地区の“Peñasco-Pacumal異常地”とA-2地区の“East of Saclecan異常地”の2ヶ所であろう。

4-6 考察

今回プロジェクトの経験を通じ、グアテマラにおける非鉄金属探査に関しては、地化探が、予察段階から試錐実施段階に至るまで、最も有効な手段であることを再確認した。以下は今回の反省と今後のための提言である。

4-6-1 指示元素について

今回プロジェクトの第1年次には、Cu, Pb, Zn 3元素が指示元素として採用された。また、第2年次には、上記3元素に Ag が追加された。今後他地域で広域予察調査を行う場合には、少くとも Au を追加することが望ましい。金鉱床の予想される地域は当然として、その他の地域でも、溶脱帯の発達する場合には、しばしば Au は地表部に残留し、非鉄金属鉱床の発見の端緒となることがある。この場合、分析法が問題になるが、近來有機溶媒抽出で Au を濃集した後、原子吸光分析法により分析する方法が、しばしば地化探目的に使われている。

この他、対象地域の地質に依り、指示元素を慎重に選択する必要がある。

4-6-2 結果の解析法について

予察段階では、移動平均解析が非常に有効であることが判明した。特に鉱化作用による影響をうけた地域は高い標準偏差を示している。なお、「とりこみ範囲」の大きさは一般に任意にきめられており今回は 10 UTM Grid 四方としたが、Kriging により1辺のあるいは半径の大きさを決めることも考えられよう(Krige ; 1951, Matheron ; 1963, 1971)

4-6-3 シキイ値について

今回は「統計的方法」により、予察段階の A, B 2地区ごとに1ヶのシキイ値を決めこれを追跡調査にも適用したが、移動平均解析の各中心点ごと、あるいは各試料採取点ごとに、「とりこみ範囲」内の「平均値+2標準偏差」を算出し、実測値とこれとの残差を異常値としてプロットする方がより合理的と考えられる。「Lepeltierの方法」は、「屈折点」が沢山出来るので主観が入る。したがってシキイ値の決定には余り推しよう出来ない。しかし、母集団の性質を知るためには、有効な手掛りを与えることがあるので、一応併用することは無意味ではないと考える。

4-6-4 褐鉄鉱帯の存在と地化探結果

C地区 Llano del Coyoteのように、地表に広範かつ強い褐鉄鉱帯のある所では、一般的に言って、Cuは酸化帯中では溶脱帯を形成し、Pb, Znは逆に酸化帯に2次富化帯を形成する可能性がある。したがって、地表で採取された土壌や岩石試料では、Cuは初生硫化帯の品位に比べ低目の分析結果を示し、Pb, Znは高目の結果を示す傾向がしばしば認められる。したがって、このような地域では、地化探結果の解釈がむづかしくなる。ちなみに、C地区で第2年次に実施された土壌の地化探では、Cu70ppm, Zn200ppmをシキイ値として異常地を設定し、異常値の最高地は 3290 ppm Cu, 3810 ppm Znであった(4-4-3(B), 第12表)。

試料および第3年次に実施した岩石試料地化探の結果と土壌地化探結果との対比から、C

地区の地質および地化学的環境は、さらに複雑であることが判明した(第3年次報告書6-1)。すなわち、①主要Zn鉱化層準は、ほとんど地表に露出せず、したがって、現在の地表に表われる異常は鉱化に伴う一次分散ハロである。②土壤試料では、指示元素が二次分散により、低所に移動しており、一次分散の位置を正確には示さない。③浅成変質によって岩石試料では、元来は稀薄であったZnの一次分散ハロが酸化帯での二次富化により捕捉し易くなるという効果を生じている。④一方、Cuについては、岩石試料異常帯直下の二次富化帯に0.2~3.80%Cuの二次富化酸化帯が各所の試錐中で確認され、冒頭の傾向が定性的には確認された。

このように、個々の地域の地質・地帯化学的条件により指示元素の挙動が異なるため、地化探異常を評価するための一般的な基準を確立することは出来ない。しかし、今後も、もし地質的観察から、溶脱帯の存在が予想される褐鉄鉱帯上に、 $n \times 10^1$ ppm程度のCuまたはZnの土壤地化探異常が検出されるなら、一応試錐で酸化帯を確認する必要がある。なお、試錐位置決定前には、岩石試料の地化探を実施し、鉱化の地表との交会部または一次分散ハロの位置を正確におさえることが望ましい。(4-6-6)。

4-6-5 炭酸塩岩中のPb, Zn異常値

炭酸塩岩地帯では、Pb, Znは特に地表近くで濃集し易い。したがって、しばしば異常に高い後背値を示すことがある。B-3地区の巨大な「異常地」はこの様な原因に起因するのかもしれない。したがって、鉱化による異常を、高い後背値またはノイズから識別する必要がある。今回の第2年次調査では、明らかに鉱化作用によると思われるA-1, A-2の異常地では、Cu, Pb, Zn間にかなりの相関がみとめられた。一方、B-1, B-3ではCuとPb, Znとの間にはほとんど相関がなかった。また、明らかに鉱化の影響がある地域は、移動平均解析において、高い標準偏差を示す地域とよく対応した。これらの2点は、炭酸塩岩中のPb, Znの見掛けの異常を、鉱化による真の異常から識別するのに役立つかもしれない。しかし、この関係も必ずしも普遍性があるとも断言出来ぬ。

4-6-6 岩石試料の地化探

第3年次に、C地区において地表の岩石試料による地化探が実施された。その結果、その異常帯は鉱化の一次分散ハロをよく反映しており、試錐結果ともよく対応することが判明した(第3年次報告書6-1-2)。すなわち、%代のZn鉱化の着鉱した3孔の試錐の着鉱部は、いずれも500ppmで定義されたZn異常帯直下に位置し、またCu500ppmの異常帯の直下では各所の試錐で浅成輝銅鉱を伴う二次富化帯の存在が確認された。

5 物 理 探 査

5-1 概 要

本プロジェクト第2年次(1977年)に、C地区 Llano del Coyote 地区において、地質調査、土壤地化探および試錐に平行して物理探査が実施された。なお、選択された物理探査法はIP(強制分極法)と地上磁気探査法である。

この結果、優勢かつ広範なIP異常と局所的な磁気異常が捕捉された。これらの物探異常は、地化探異常に殆んど一致した位置に認められた。試錐の結果、IP異常が、塊状硫化鉄に近い程度に濃集した黄鉄鉱($S=15\sim 20\%$)に由来し、磁探異常は、主として黄鉄鉱帯中に見られる重量数%程度の磁鉄鉱に由来することを明らかにした。しかし、%代のZn鉱化に着鉱した3孔の試錐は、いずれもIP異常帯外に位置している。

C地区 Llano del Coyote の一部は、1969年から1970年にかけて国連が探査を行った所である。国連は、今回プロジェクトの東半部に地質調査、地化学探査およびEM、IP、磁探を実施し、更にIP異常に短尺試錐を実施した。

今回プロジェクト第1年次調査(1976年)の際、Llano del Coyote 地区に対する国連報告書が再検討され、その結果同地区に探鉱余地が残されていることが予想された。さらに、現地踏査、試錐コアの観察を行った結果、地域を拡大して探査する価値があることを確認し、第2年次に物理探査を含む精査が実施された。

第2年次調査にIPが調査手段として選ばれた理由は下記の通りである。(1)国連が捕捉したIP異常帯がNWおよびSEに開いている。(2)地表付近は褐鉄鉱やけに覆われており、地表から30~50m迄には硫化物は殆んど認められない。(3)国連試錐はIP異常を目的としているにもかかわらず異常の深さまで到達したものが殆んどない。(4)国連作成平面図およびUN-4試錐結果から、Cu-Zn-Pyの累帯配列の存在が予想されたので、仮にIP異常が黄鉄鉱に由来するものとしても、地化探結果の補助手段として利用出来るかもしれぬ。

地上磁気探査を併用した理由は、地表に塊状磁鉄鉱の露頭、転鉱が広く散在しているからである。

上記の理由からIPおよび磁探が実施されたが、第2年次に実施された土壤の地化探では、2次分散により指示元素の移動もあり、IP異常、地化探のCu、Pb、Zn各異常が見掛上同一位置に来るという結果となった。第2、3年次に実施した試錐の結果、冒頭に記した結果を得た。一方、試錐結果と、第3年次に実施した岩石試料の地化探結果を統合すると、ほぼ第1年次に予想したような鉱物累帯が存在することが判明した。ただし、2回の鉱化が重複しているため、そのパターンは若干複雑である(第3年次報告6-3-1)。

5-2 調査実績

物理探査の調査実績は下記の通りである。

なお、測線の設定、測量は1977年9月20日～10月15日、IP測定は1977年10月2日～18日、電気探査は10月9日～25日の期間に実施された。調査範囲や仕様の概略は下記の通りである。

方 法	強制分極法 (周波数領域)	電気探査
調査面積	13.6km ²	14.0km ²
測線延長	42.0line·km	72.0line·km
測線長	2.0km	2.0km
測線本数	21本	36本
測線間隔	400m(一部200m)	200m
測点間隔	100m	100m
電極隔離係数	n=1~4(一部5)	-
電極配置	ダイポール・ダイポール	-

5-3 強制分極法

5-3-1 仕様および調査内容

周波数領域を採用した強制分極法探査が、次の仕様で実施された。

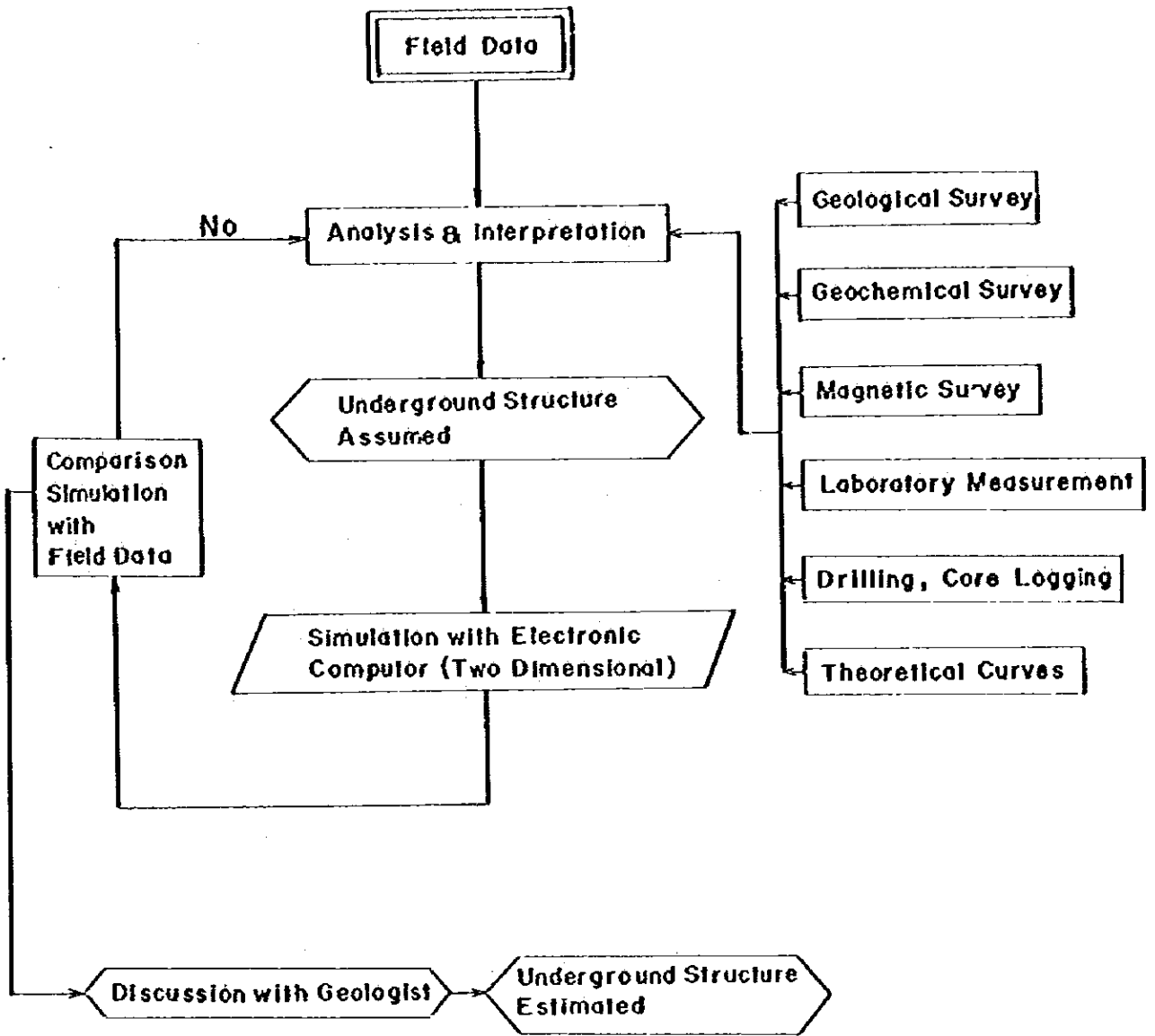
電極配置	ダイポール・ダイポール
電極間隔	100m
隔離係数	n=1から4。異常を認められた所5迄
周波数	0.3Hz および 2.5Hz (A班) 0.3Hz および 3.0Hz (B班)

また、野外におけるIP探査の結果を解釈するため、地表より採取された38個の岩石試料に対して周波数効果(PE)および見掛け比抵抗(AR)の測定が実験室において行われた。(第2年次報告書157~167頁)

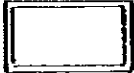
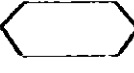
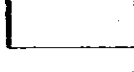

さらに、W6、O、E4およびE12の4測線について、岩石試料の測定値、野外測定値、電気探査結果、地質資料等を利用して2次元シミュレーション解析が実施された。なお、シミュレーションに当っては、アナログ・コンピューターと電子計算機が併用された(第2年次報告書167~172頁)。シミュレーション解析のフローチャートはFig.21に示した。

5-3-2 測定および測定機器

Fig. 21 Flow Chart of Simulation



Index

-  Measurement
-  Estimation
-  Analysis, Interpretation, Mapping
-  Calculation

野外測定はA, B 2班により実施された。A班は測線W2およびこれ以西の測線を, B班は測線Oおよびこれ以東をそれぞれ担当した。使用された測定機器は下記の通りである。

	A班	B班
使用周波数		
CL	0.3 Hz	0.3 Hz
CB	2.5 Hz	3.0 Hz
送信器	McPhar社	千葉電子研究所
	P-660TX	CH505A, B
受信器	同	横浜電子研究所
	P-660RX	YDC-434B
発電機	同	McCulloch社
	70223	Mark II-400
校正器	-	横浜電子研究所
		YN-502

両班が異った周波数により測定するので, 測定に先立ち同一測線(測線O)上の同一測点で同時測定を行った。その結果, 両者の差は実用上問題にならぬと判断されたので, 両測定器で得られた値は, いずれかの測定器による値に統一することなく, そのまま用いられた(第2年次報告書157頁およびTable GP-2)

5-3-3 測定値と表示

周波数効果(FE)が測定され, 同時に記録された電流値と測定された電位差から見掛け比抵抗値(AR)が算出された。さらに, 周波数効果と見掛け比抵抗から金属電導係数(Metal Conduction Factor: MCF)が求められた。FE, AR, およびMCFの3つのパラメータの定義は下記の通りである。

見掛け比抵抗

(Apparent Resistivity: AR)

$$AR = \rho_a = k \cdot \frac{V}{I}$$

$$k = a \cdot \pi \cdot n(n+1)(n+2)$$

ρ_a : 見掛け比抵抗値 ($\Omega \cdot m$)

k: 幾何係数

V: 電位差 (mV)

I: 通電電流 (mA)

a: 電線間隔 (m)

n: 電線間隔係数 (1~4.5)

周波数効果

(Frequency Effect: FE)

$$FE = \frac{V_L - V_H}{V_H} \times 100\%$$
$$= \frac{\rho_{aL} - \rho_{aH}}{\rho_{aH}} \times 100\%$$

FE: 周波数効果係

V_L : 低周波数時の電位差 (mV)

V_H : 高周波数時の電位差 (mV)

ρ_{aL} : 低周波数時における見掛け抵抗 ($\Omega - m$)

ρ_{aH} : 高周波数時における見掛け抵抗 ($\Omega - m$)

金属電導係数

(Metal Conduction Factor)

$$MCF = \frac{FE}{\rho_{aH}} \times 1000$$

測定あるいは算出された AR, FE, MCF の値は、各測線断面図において、電流電極 C₁, C₂ の中点と電位電極 P₁, P₂ の中点とを結ぶ線を底辺とする直角二等辺三角形の頂点にプロットされ (Fig 22), コンターが描かれた。さらに、これらの値は、各深度別 (隔差係数別) の平面図にプロットされた (第 2 年次報告書添付 PL-79~90)。

5-3-4 結果の要約

調査結果の詳細は第 2 年次報告書 167~184 頁に記述され、同報告書添付 PL-79~96 に示された。したがって、ここではごく概略のみを記述することとする。なお地表から約 150 m 深 (n = 3) での AR, FE, MCF, および磁探異常は Fig 23 に地化探異常とともに示された。

(A) 周波数効果

調査地内の FE 値の範囲は 0.2 から 6.8 % にわたるが、大半の値は、2.0 % 以下である。また、3.0 % 以上の値は、調査地中央部に比較的まとまって分布している。この様な分布状況から、3 % 以上を示す部分が本調査地内での FE 異常と定義された。

この様に定義された FE 異常は、調査地内のほぼ中央部、測線 W 24 ~ E 24 間約 4.8 km にわたり分布し、概略ベースラインに沿って東西に伸長する。これらの異常は、次の 3 つのグループに大別される。

- i) 測線 W 24 上に中心をもつ異常
- ii) 測線 W 16 から測線 E 16 にかけて東西に長く分布する異常
- iii) 測線 E 24 上に中心をもつ異常

Fig. 22

Dipole - Dipole Configuration

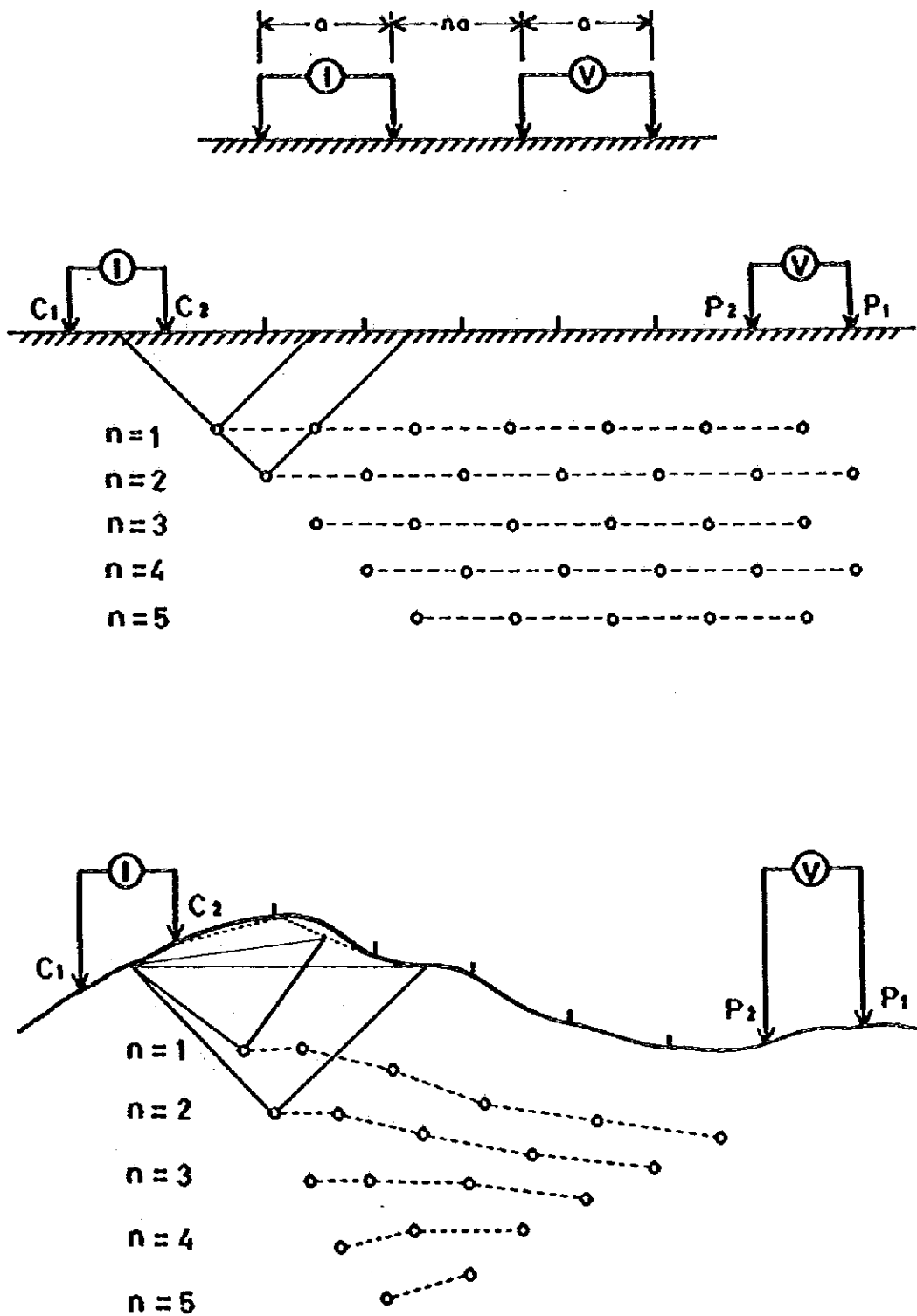
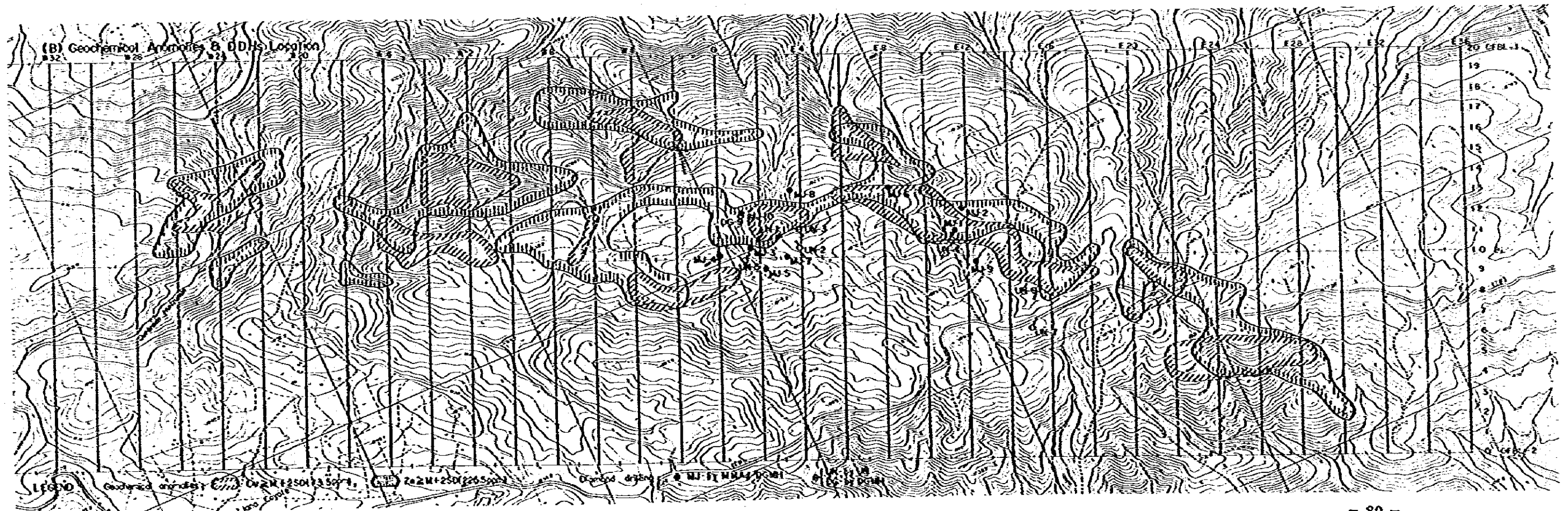
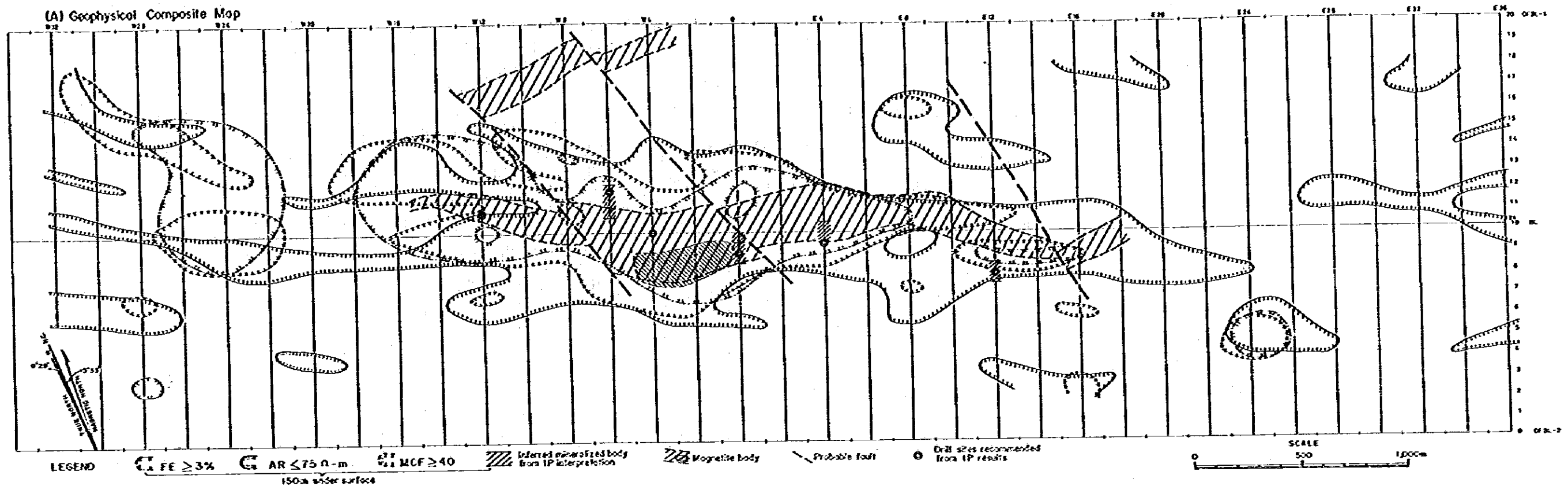


Fig.23 Geophysical-Geochemical Anomalies & DDHs Location



(B) 見掛比抵抗

本調査地域の見掛比抵抗 (AR) は 10 から 1084 Ω -m の範囲で変化する。平面的分布では、200 Ω -m 以上を示す部分は極めて僅かで、200 Ω -m 以下が 90 ㉯以上を占める。200 Ω -m 以下の値を示す部分のうち特に 75 Ω -m 以下の部分は、比較的まとまった分布を示す。以上のことから調査地域内の AR を次のように分類した。

低見掛比抵抗 (低 AR 帯) : 75 Ω -m 以下

中間見掛比抵抗 (中間 AR) 帯 : 75 Ω ~ 200 Ω -m

高見掛比抵抗 (高 AR) 帯 : 200 Ω -m 以上

上記の各 AR 帯は東西に伸長して分布する。これらのうち中間 AR 帯は広く分布していることから、本地区のバックグラウンドと考えられる。一方、低 AR 帯は調査地域の中心付近にベースラインに沿って分布する。その形態は浅所では小さい異常の集合として分布するが、隔離係数 n が増大するにつれより単純な形態を示すようになる。これは、浅部での測定値がごく限定された狭い範囲の AR を示すのに対し、深部に対する測定値は広い範囲の岩石の影響を受け、局所的な特徴が弱められることによると考えられる。これに対して、高 AR 帯は主として低 AR 帯の南側と北側に分布する。しかし、個々の異常域の分布面積は小さく、2 本以上の測線にわたり連続するものはほとんどない。

調査地域内の低 AR 帯の分布は、FE 3 ㉯以上の異常域の分布によく対応しており、特に測線 W16 ~ E16 間の $n = 4$ 準での両者の分布は、形状においても伸長方向においても極めて良く一致している。

(C) 金属電導係数

調査地内の MCF 値は 1 ~ 354 mho/m の範囲で変化する。MCF の異常値は、FE 異常値を 3 ㉯以上、低 AR 異常値を 75 Ω -m 以下としたことから、40 mho/m 以上に相当することになる。

MCF 異常は、全体としてみると、FE 異常の分布に一致する。特に測線 W16 ~ E16 間では、FE 異常と低 AR 帯の分布がほぼ重複するため、MCF の定義から当然両者は一致することになる。しかし、測線 W28 および E28 に認められる MCF 異常は、FE が高いためではなくて、AR が著しく低いために生じた異常である。

(D) シミュレーション

シミュレーションの結果、各測線ともに垂直ないし南へ傾斜する脈状構造が推定された。また西の測線 W6 および O では鉱体の頂面深度が浅いのに対し、東の測線 E4 および E12 では深くなり、「鉱体」は全体としては東にブランジすることが推定された。

以下、各断面での結果を簡単に記す。

測線W6 (Fig. 24)

測点12付近の頂面の中心をもち、深くなるにつれ脈幅が厚くなり、FE2多、比抵抗10Ω-mで南傾斜の鉱体モデルを採用した。モデルの頂面深度は約50mである。地表付近にはFE2多で50Ω-mの低比抵抗層を置き、鉱体の南側にFE2多で100Ω-mの比抵抗層、北側にFE2多で500Ω-mの高比抵抗層が分布する構造を想定した。また、高比抵抗層のさらに北には、南側と同じ条件の層を推定した。

測線O (Fig. 25)

測点10付近に頂面の中心をもち、FE15多、比抵抗10Ω-mの南へ傾斜する鉱体モデルを採用した。鉱体の南にFE2多で100Ω-mの比抵抗層が、北にFE2多で10Ω-mの低比抵抗層が分布し、さらにその北には南と同じ条件の層が広く分布し、地表付近にはFE2多で10Ω-mの低比抵抗層が分布する構造を想定した。なお鉱体の頂面深度は60m前後である。

測線E4 (Fig. 26)

鉱体モデルは測点10付近に頂面の中心を持ち、FEと比抵抗がそれぞれ5多と200Ω-mおよび20多と10Ω-mの2種類からなり、共に南へ傾斜する。さらに鉱体の上盤側には高比抵抗部を、下盤側には低比抵抗部を伴う。これらはすべてFE1多、比抵抗100Ω-mの層中にある。また、地表付近にはFE1多で30Ω-mの低比抵抗層を仮定している。鉱体の頂面深度は150m前後である。

測線E12 (Fig. 27)

FE2多、100Ω-mの比抵抗層中にあり、測点8付近に中心をもつ垂直な、FE20多、比抵抗10Ω-mの脈状鉱体モデルを採用した。また地表付近にFE2多で50Ω-mの比抵抗層を仮定している。鉱体の頂面深度は約150mである。

5-4 磁気探査

本地区地表部には塊状磁鉄鉱の露頭、転鉱が広範囲に点在するので、IP探査および地化探用の測線を利用して地上磁気探査を実施した。なお、使用したマグネットメーターはGEOMETRIX社製のプロトンマグネットメーターG-819で、精度は1%である。

調査地域の磁力分布は第2年次報告書PL-98に、解析結果は同PL-99に、また解析断面は同FigGP-8にそれぞれ示された。なお、本総合報告書では、地表から150m深度の投影をIP異常とともにFig23に示した。

5-4-1 測定結果

本調査地内の全磁力は $40,640 \sim 42,980 \gamma$ の間に分布し、磁力範囲は $2,340 \gamma$ であり、調査面積に較べ大きい。しかし、調査地の大半の地域に $40,800 \sim 40,900 \gamma$ の値が分布し、この値を基準にして磁力分布に起伏が生じている。等磁力線は基線 (BL) に平行し WNW-ESE 方向に伸びる傾向を示すが、一部 E-W 系の伸びも認められる。

大きな異常は中央部付近と北端の2ヶ所に認められる。中央部の異常は測線 W18~E14 にかけて基線に沿って分布し、低異常の広がりが大きく、また高異常の振幅の大きい異常である。高異常から低異常への変化率は極めて大きい。

北部の異常は中央部低異常の北に位置し、測線 W14 の16付近から測線 E4 の20付近にかけて分布する高異常である。本高異常と対をなす低異常は北の調査地域外へと分布する。

5-4-2 解析結果

検出された主な2異常は、いずれも柱状の磁性体に起因するものと解釈される。中央部の異常は、NNW-SSE に伸長する異常群からなり、見掛上4つのブロックに分れて存在する。これらの異常群は、頂面の深度地表下 $60 \sim 100 \text{ m}$ 、巾 $100 \sim 300 \text{ m}$ 、帯磁率 $1.0 \times 10^{-3} \sim 4.1 \times 10^{-3} \text{ emu/cc}$ の磁性体に起因するものと解釈された。これらの磁性体の傾斜は大部分南へ急斜するが、W8~0間のものは北に傾斜すると推定された。

北部の高異常を中心とした異常は、東西性の伸びをもち、垂直ないしやや北に傾斜する磁性体によると推定され、その頂面深度は 70 m 前後、巾は 70 m 前後、帯磁率は $1.4 \times 10^{-3} \text{ emu/cc}$ と考えられた。

なお、調査地域内の地表で採取された通常の岩石試料の帯磁率は70%以上が、 $0.2 \times 10^{-3} \text{ emu/cc}$ 以下であり、当初磁性体は磁鉄鉱に富む鉄化を示すものと考えられた。

5-5 考 察

第2年次に捕獲されたIPおよび磁探異常に対して、第3年次に試錐が実施された。その結果、IP異常中では例外なく、スカルン化した母岩中に黄鉄鉱が著るしく濃集した部分に着鉱した。黄鉄鉱は、S品位で数%から30%近くまで濃集しており、各所で数m間平均S=10数%~20%の半塊状鉱が認められた。しかし、%代のZn鉱化に着鉱した3孔の試錐は、いずれもIP異常外および末端部にある(Fig.23)。

磁探異常については、ベース・ライン南側、W4-0号間にある最も顕著な推定磁性体に試錐が行われていないので結論的なことは言えぬ。しかし、この部分の地表には、赤鉄鉱を伴うゴッサンが存在するので、地下に磁鉄鉱の濃集部が存在する可能性がある。一方、この磁性体を含み、ほぼIP異常帯に一致する広範で弱い磁性体は、黄鉄鉱帯中に見られる重量数%程度の磁鉄鉱に由来するものと思われる。

物探異常と試錐結果との対比は、第16表に要約された。平面的な関係はFig.23参照。

今回の調査では、IP異常は黄鉄鉱濃集部を指示したことにとどまり、Zn鉱化を直接には指示しなかった。しかし、これは当初から或る程度予想されていたことでもあり、むしろこの方法が、褐鉄鉱帯の地下で黄鉄鉱の存在を指示し、酸化帯に硫化物の有無を推定するのに有効であることを立証した点を評価すべきであろう。

今後も、有用鉱物が黄鉄鉱に随伴することが予想される場合は当然として、それ以外でも、溶脱帯の疑いのある露頭の下部に硫化物の有無を推定する場合や、有用鉱物が黄鉄鉱帯と累帯配列をすることが予想される場合等には、地質調査や地化探の補助手段として有効に利用出来よう。

Table-16 Correlation between Geochemical & Geophysical Anomalies, and DDH Results (After Table-28 in Phase-II Report)

No () #1	Location (m)	Length (m)	Relationship with Geology & DDHs previously carried out		Relationship with Geochemical Anom.		Relationship with Geophysical Anom. at ~150mL				Summary of Results	
			Relationship with Geology & DDHs previously carried out	To explore deeper extension of sub-economic intersection in UN-4 by UN	At inferred quartz porphyry-meta sediment contact	To confirm deeper extension of Cu anomaly by UN	To confirm a conspicuous IP anomaly by UN	On axis of a syn-cline, at both sides of which Cu & Zn anomalies occur.	To explore southern -deep extension of Cu, Pb, Zn anom. at around E2-4, Station Nos. 13-14	To explore geochem. anomalies mentioned in the right column, which occur at both sides of a quartz porphyry dyke, at the southern side.		To explore expected 3 horizons of skarns at their granitic contact.	To explore the geochemical anomaly mentioned in the right column at around quartz porphyry contact.	To explore southern-deep extension of sub-marginal ores intersected by UN-4 & MJ-1 between granite & UN-4. UN-4: Zn 2.9% for 5.5m-interval. MJ-3: Zn 1.82% for 1.0m & Zn 2.74% for 2.1m	Same location to DG-9, in which massive Zn ore was intersected at around hole end. To explore northern extension of 2 horizons of skarn intersected by MJ-1 as well as the above
What were originally inferred when drills were planned												
			Relationship with Geochemical Anom.	FE	AR	MCF	Mag	IP Simul.				
MJ-1	X 691.042 Y 1693.660 Elev. 1,820	258.3	To explore deeper extension of sub-economic intersection in UN-4 by UN									No conspicuous mineralization at depth. Only oxide with 40.0% Fe (S. 9m) Ag. 8.48g/t Zn 1.42%
MJ-2	X 691.137 Y 1693.775 Elev. 1,818	300.1	At inferred quartz porphyry-meta sediment contact									Only intersected quartz porphyry
MJ-3	X 690.116 Y 1693.998 Elev. 1,825	272.3	To confirm a conspicuous IP anomaly by UN									Semi-massive Pyrite intersected 104.5-110.5m (6m) Ag 5.68/t S 16.13% Zn 0.10% Fe 34.6%
MJ-4 (1)	X 689.998 Y 1694.023 Elev. 1,881	150.2	In the vicinity of granitic dyke(?) - altered sedimentary rocks contact. To explore deeper extension of geochemical & Zn anomalies at both sides of a syncline.	Within anomaly (FE#33%)	Within anomaly (AR#750-m)	Within anomaly (MCF#40)	Within inferred magnetic body.	Within inferred mineralized body by simul.				34.5-150.2m Py. Zone 92.7-98m (5.3m) Cu 0.03% S 14.5% Zn 0.22% Fe 18.5%
MJ-5 (3)	X 690.113 Y 1693.927 Elev. 1,846	151.3	To explore southern extension of the skarn zones intersected in MJ-3 (oxidized skarn at 41.75-54.57m & 104.5-110.5m)	"	"	"	At periphery of inferred magnetic body.					116.4-121.3m (4.9m) Ga. Skarn, Xc+Py.
MJ-6 (6)	X 690.848 Y 1694.009 Elev. 1,831	150.8	To explore geochem. anomalies mentioned in the right column, which occur at both sides of a quartz porphyry dyke, at the southern side.	About 100 to 150m outside of anomalies.								29.3-57.3m only weak Mt. imp. in Q-Porph.
MJ-7 (5)	X 690.260 Y 1693.890 Elev. 1,837	300.1	To explore expected 3 horizons of skarns at their granitic contact.	Within anomaly (FE#33%)	Within anomaly (AR#750-m)	Within anomaly (MCF#40)	At periphery of inferred magnetic body.	Within inferred mineralized body by simul.				Granite between 84.1-118.7m, 124.5-128.8m (4.3m) Chl.-Diop.-Ep.-Ca. Skarn with Py.-Not
MJ-8 (4)	X 690.400 Y 1694.198 Elev. 1,810	150.2	To explore the geochemical anomaly mentioned in the right column at around quartz porphyry contact.	About 50 to 100m outside of anomalies.								No conspicuous mineralization
MJ-9 (7)	X 691.075 Y 1693.511 Elev. 1,847	150.2	To explore southern-deep extension of sub-marginal ores intersected by UN-4 & MJ-1 between granite & UN-4. UN-4: Zn 2.9% for 5.5m-interval. MJ-3: Zn 1.82% for 1.0m & Zn 2.74% for 2.1m	About 20 to 30m outside of anomaly.	Within anomaly (AR#750-m)	Within anomaly (MCF#40)	Within inferred magnetic body.					18.4m Ga-Ep 67.0-112.0m Skarn zone 88.6-107.0 massive Py. 45.7-46.9m (1.2m) massive Hem. 53.6-60.9m (7.3m) massive Py.
MJ-10 (2)	X 690.135 Y 1694.175 Elev. 1,832	150.2	Same location to DG-9, in which massive Zn ore was intersected at around hole end. To explore northern extension of 2 horizons of skarn intersected by MJ-1 as well as the above	Within anomaly (FE#33%)	"	"	At periphery of inferred magnetic body					Massive Hem. massive Py.

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

6 試錐探査

6-1 作業実績

第2年次および第3年次に、C地区 Llano del Coyote において、10孔計2,033.7mの試錐が実施された。使用試錐機は、第2年次が利根TCM-5A機1台、第3年次が本機とBoyles Bros BBS-1機1台である。準備および徴収を除く実施進期間は、第2年次が1977年9月25日-1978年3月11日、第3年次が1978年7月5日-10月14日である。使用機種、作業等の詳細は第2、3年次報告書を参照されたい。また、実施された各試錐孔の位置、錐進長等は第17表に、国連および鉱山局による試錐とともに示された。なお、この表中の座標は、1/10,000航測地形図の図上から読み取られたもので、実測によるものではない。

6-2 目的

第2年次3孔の試錐目的は、①国連による地化探および物探で精提された異常の下部を探索して、同年次に平行的に実施された我々の地質調査、地化探、および物探結果の解釈に利用することと、②5.5m間2.96%Znの初生鉱の着床した国連UN-4試錐の着床部延長を探索することであった。

第3年次の試錐は、第2年次の地化探および物探異常の深部を探索することを目的とした。

6-3 試錐結果

今年次のMJ-9孔の88.6~98.1m間に9.5m12.76%Znを示す有望な初生硫化物鉱化に着鉱した。着鉱点は、第2年次で鉱徴を把握したMJ-1(酸化鉱5.9m間1.42%Zn)のS13°E水平距離150m、国連UN-4の着鉱点(5.5m間2.96%Zn)のS50°E水平距離約135mに位置する。3者はいずれもTactic層とChicol層との境界部に産するスカルン中に賦存する。なお、MJ-9の上記着鉱部の上方、82.3~82.9mの0.60m間では、塊状褐鉄鉱中に残存する自形黄鉄鉱粒間を充填して浅成輝銅鉄(ジュルレアイト?)が認められ3.80%Cuを示す。この部分は酸化帯最下底部に近い。

今迄に行われた各試錐孔の位置、錐進長は第17表に、主要鉱化部の分析結果は第18表にそれぞれ示した。なお、これらの表には国連、鉱山局が実施した試錐の結果も総括してある。各試錐孔の位置はFig. 23を参照されたい。また、今次プロジェクトで実施された試錐の物探・化探異常との関係や計画時に予想した地質状況との対比は第16表に記す。

Table-17 Summary of Diamond Drill Holes

DDH No.	Location #1		Location #2		Collar Elevation (m)	Length (m)	Bearing	Inclination	Remarks
	UTM Coordinates X	UTM Coordinates Y	UTM Coordinates X	UTM Coordinates Y					
UN-1	690.173	1694.055	690.173	1694.055	1,817	77.76	S40°W	-60°	Nov. 27-Dec. 27, 1969 Winkle
UN-2	690.328	1693.930	690.328	1693.930	1,855	83.88	N	-60°	Feb. 2-Feb. 27, 1970 Winkle
UN-3	690.353	1693.018	690.353	1693.018	1,833	79.30	S	-65°	Mar. 8-Apr. 24, 1970 Winkle
UN-4	690.043	1693.658	690.043	1693.658	1,820	147.32	S42°W	-50°	Aug. 3-Aug. 26, 1970 Boyles
UN-5	690.062	1693.968	690.062	1693.968	1,860	114.68	N40°E	-70°	Aug. 29-Sept. 21, 1970 Boyles
UN-6	691.302	1693.280	691.302	1693.280	1,830	96.38	S40°W	-60°	Sept. 27-Oct. 16, 1970 Boyles
UN-7	691.198	1693.117	691.198	1693.117	1,857	152.20	N40°E	-70°	Oct. 19-Nov. 17, 1970 Boyles
DG-8	?	?	?	?	?	104.62	-	-90°	? Winkle
DG-9	690.122	1694.170	690.122	1694.170	1,835	85.37	-	-90°	? Winkle
Phase II	MJ-1	691.042	1693.660	691.042	1,820	258.3	-	-90°	Sept. 25-Nov. 19, 1977 Tone
	MJ-2	691.137	1693.775	691.137	1,818	300.1	-	-90°	Nov. 26, 1977-Jan. 27, 1978 Tone
	MJ-3	690.116	1693.998	690.116	1,825	272.3	-	-90°	Feb. 11-Mar. 11, 1978 Tone
Phase III	MJ-4	689.958	1694.023	689.958	1,881	150.20	-	-90°	Jul. 5-Aug. 10, 1978 Tone
	MJ-5	690.113	1693.927	690.113	1,846	151.30	-	-90°	Jul. 11-Jul. 31, 1978 Boyles
	MJ-6	690.848	1694.009	690.848	1,831	150.80	-	-90°	Aug. 1-Aug. 14, 1978 Boyles
	MJ-7	690.260	1693.890	690.260	1,837	300.10	-	-90°	Aug. 11-Sept. 25, 1978 Tone
	MJ-8	690.400	1694.198	690.400	1,810	150.20	-	-90°	Aug. 15-Aug. 29, 1978 Boyles
	MJ-9	691.075	1693.511	691.075	1,847	150.20	-	-90°	Aug. 30-Aug. 25, 1978 Boyles
	MJ-10	690.135	1694.175	690.135	1,832	150.20	-	-90°	Sept. 26-Oct. 14, 1978 Boyles

Table-18 Summary of Mineralized Diamond Drill Intersections (1)

DTH No.	Depth (m)	Length (m)	ANALY RESULTS wt					S(Z)	Remarks
			Ag(%)	Cu(Z)	Pb(Z)	Zn(Z)	Fe(Z)		
MJ-1	9.00-10.00	1.00	15.8	0.09	-	1.82	-	-	* Gossan after garnet-epidote skarn with magnetite.
	40.00-45.90	5.90	8.4	-	-	1.42	-	-	* Garnet-epidote skarn stained with limonite & manganese oxide.
	51.70-54.20	2.50	19.4	-	-	0.21	-	-	* Gossan with altered quartz porphyry.
	90.60-94.00	3.40	10.4	0.11	-	-	-	4.27	* Altered phylite with closely spaced pyrite veinlets. Chalcoite film coating pyrite veinlets (up to 2mm wide).
MJ-2	29.70-37.60	4.00	10.3	0.06	-	-	-	-	* (Garnet?) - epidote skarn stained with limonite.
	86.50-88.00	1.50	19.3	0.09	-	-	20.12	-	* Niyolite with partly limonitized magnetite.
MJ-3	41.75-42.47	0.72	8.3	0.03	0.04	0.53	2.46	-	* Chlorite - garnet skarn stained with limonite.
	51.66-46.48	4.82	20.4	0.07	-	0.22	27.79	-	* Gossan with silicified shale or sandstone(?).
	104.50-110.50	6.00	3.6	-	-	0.10	34.06	16.13	* Garnet - epidote skarn with network of pyrite and magnetite.
UN-1	27.8 - 36.6	8.80	N.A	0.04	-	0.30	-	-	* Epidote-quartz rock (silicified shale with epidote) with yellow sphalerite(?).
UN-4	48.90-49.40	0.50	N.A	0.12	0.38	2.55	-	-	* Altered quartz porphyry(?) stained with limonite & hematite.
	64.05-65.05	1.00	N.A	-	-	0.72	-	-	* Bleached & limonitized quartz porphyry or stannite.
	73.40-74.83	1.43	N.A	0.10	-	0.37	-	-	* Epidote skarn(?) stained with limonite.
	118.90-122.0	3.05	N.A	0.02	0.02	0.46	-	-	* Epidote - chlorite skarn.
	124.1 -129.6	5.50	N.A	0.38	0.02	2.96	-	-	* Epidote - chlorite skarn (dark green rock) with pyrite & sphalerite.
UN-5	83.4 -100.65	15.25	N.A	0.09	-	0.23	-	-	* Epidote - chlorite skarn with rubby sphalerite dissemination. In situ limonite scattered moderately.
UN-6	74.65-78.69	4.06	N.A	0.01	-	0.21	-	-	* Silicified quartz porphyry with massive pyrite at 76.36-78.17m.
DC-9	79.40-85.17	5.90?	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	* Chlorite-hedenbergite(?) skarn with massive pyrite-sphalerite ore. Poor recovery & no assay results available.

* : For all "UN-Drills", arithmetic averages are calculated from assay results described in Appendix-IV in UN Report, 1973. N.A.: Not assayed. ---: Average is not calculated, as value is extremely low.

Table-18 Summary of Mineralized Diamond Drill Intersection-2

DBH No.	Depth (m)	Length (m)	Assay Results										Remarks
			Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Fe (%)	S (%)	Mn (%)			
MJ-4	64.70 - 66.30	1.60	N.A.	2	0.04	-	-	-	27.00	-	0.57	* Limonite gossan	
	81.50 - 81.90	0.40	-	2	0.04	-	-	-	22.08	-	-	* ditto	
	92.70 - 98.00	5.30	N.A.	-	0.03	-	0.22	-	18.49	14.51	-	* Skarnized rock with dense aggregate of pyrite	
	112.00 - 114.65	2.65	N.A.	4.4	0.10	-	0.49	-	11.64	-	-	* Limonite stained part in altered rock	
	147.40 - 148.40	1.00	N.A.	1.6	-	0.42	-	14.20	8.45	0.69	-	* Epidote rock with pyrite veinlets and disseminations.	
	80.30 - 81.60	1.30	N.A.	-	0.07	-	-	14.61	9.49	-	-	* Epidote rock with vein form aggregate & dissemination of pyrite.	
	83.20 - 83.90	0.70	N.A.	-	0.07	-	-	12.62	8.86	-	-	* ditto	
	84.60 - 85.30	0.70	N.A.	-	0.04	-	-	9.36	6.30	-	-	* ditto	
	91.90 - 94.20	2.30	N.A.	-	-	-	-	15.76	15.10	-	-	* Altered rock with dense pyrite dissemination	
	100.50 - 101.10	0.60	-	-	-	-	-	16.40	16.67	-	-	* ditto	
MJ-5	116.40 - 121.30	4.90	0.55	1.8	0.03	-	-	20.70	7.17	-	-	* Garnet-epidote rock with dense pyrite dissemination.	
	130.60 - 131.30	0.70	N.A.	-	0.03	-	-	10.39	4.37	-	-	* Chloritized rock with pyrite dissemination	
	15.00 - 18.90	3.90	N.A.	-	0.05	-	-	-	-	-	-	* Limonite gossan	
	75.60 - 75.80	0.20	N.A.	-	0.02	-	-	13.38	13.34	-	-	* Fault gouge with sporadic pyrite dissemination.	
	81.60 - 82.75	1.15	N.A.	2	0.09	-	-	20.22	9.95	-	-	* Chlorite-epidote skarn with dense aggregate of pyrite and magnetite	
	84.10 - 85.00	0.90	N.A.	-	-	0.05	-	-	3.66	-	-	* Granitic rock with galena dissemination	
	122.30 - 127.00	4.70	N.A.	-	-	-	-	18.11	NAV	-	-	* Chlorite-tremolite-garnet skarn with magnetite and pyrite	
	187.90 - 193.40	2.90	-	-	0.01	-	-	12.41	NAV	-	-	* Magnetite-pyrite stringers or net-works in epidote skarn	
	MJ-9	54.70 - 54.80	0.10	-	4	2.20	-	-	22.02	NAV	-	-	* Massive ~ Semi-massive pyrite
		82.30 - 82.90	0.60	1	11	3.80	-	0.80	34.32	NAV	-	-	* Massive limonite with chlorite (djurleite?) interstitial to relic pyrite.
88.60 - 98.10		9.50	-	4	0.19	-	12.76	23.06	NAV	-	-	* Garnet-chlorite skarn with densely disseminated sphalerite.	
98.10 - 107.00		8.90	-	2	0.04	-	0.64	22.89	NAV	-	-	* Chlorite-epidote-garnet skarn with pyrite & sphalerite.	
138.40 - 146.60		3.70	-	2	0.08	-	0.35	20.88	NAV	-	-	* Garnet-epidote-actinolite-tremolite skarn with pyrite.	
MJ-10	10.40 - 11.90	1.50	N.A.	2	0.02	-	0.63	8.62	NAV	1.14	-	* Epidotized rock with limonite stain	
	45.70 - 49.90	4.20	N.A.	-	0.03	-	0.22	29.12	NAV	-	-	* Massive hematite (after massive magnetite?)	
	53.60 - 62.90	9.30	N.A.	-	-	-	-	26.55	NAV	-	-	* Semi-massive pyrite-magnetite with 2ndary hematite.	

N.A.: Not assayed.

NAV: Not available.

- : Average is not calculated, n.v. value is extremely low.

7 結 論

7-1 調査地域の探鉱ポテンシャルについて

7-1-1 概況

3年次にわたる調査を通じて得られた我々の結論は、非常に残念なことではあるが、調査地域が鉱化、特に非鉄金属鉱化の微弱な所であると言うことである。このことは、恐らく調査地域内に酸性貫入岩類が少いことに起因しよう。本地区に、 $n \times 10^7$ T オーダー以上の可採鉱量をもつ非鉄金属鉱床が存在する可能性は少いと考える。

将来小規模な稼行鉱山となりうる可能性を多少とも残す金属鉱床タイプは、(Cu)-Zn スカルンないし熱水交代型鉱化と、古生層石灰質岩中のPb-Zn 鉱化、およびカンラン岩中の塊状クロム鉱床であろう。

7-1-2 (Cu)-Znを伴うスカルン-熱水交代型鉱化

今回プロジェクトで試験探鉱が集中されたLlano del Coyote の鉱化がこれに属する。試験の結果、MJ-9孔で、9.5m間12.76% Znの有望な鉱化に着鉱した。%代のZn鉱化に着鉱した試験と、Zn 500 ppmの岩石試料地化探異常帯とは良く対応し、この異常帯は3.6km \times 200mの広がりをもつ。したがって、この範囲に $n \times 10^5 \sim n \times 10^6$ T級の可採鉱量が存在する可能性は強いと考えられる。本地区は、立地条件が良いので、この程度の鉱量品位があれば、開発出来る可能性がある。今後、Zn異常帯を中心に、試験探鉱を行う価値ありと考える。

7-1-3 石灰質岩中のPb-Zn 鉱化について

Pechac, Laurita, Saclecán, Peña de Plata等がこのタイプに属する。これらのうち、Pechac - Laurita 付近のPeñasco - Pacumal 地化探異常は高い分析値を示しているが未探鉱である。このタイプの鉱化には高品位鉱が存在する可能性が残されているかもしれぬ。しかし、産状や地化探異常の拡り、地表の転鉱分布等から考え、高品位の鉱体が存在したとしても、その規模は1鉱床につきせいぜい 10^4 Tオーダーどまりであろうと考える。しかも、このタイプの鉱化がみられる大部分の所は、立地条件が極度に悪く、産業基盤も整備されていない。したがって、仮に多少の高品位鉱が存在しても、当分開発は困難であろう。

上記の点から、現状では本地区のこのタイプの鉱化に対する探鉱の優先順位は低いと考えられる。追加探鉱の可否は、当国の他地域の子察を完了した段階で、他の鉱徴地や異常地等と比較して検討されるべきであろう。

7-1-4 クロム鉄鉱

Chixoy - Potochic 新層沿いのカンラン岩小岩体中には、しばしば小規模なクロム鉄鉱濃

集部が見られる。既知のものには当面商業生産を行えるものはないが、今後小規模な鉱体が発見される可能性を全く否定することも出来ぬ。しかし、母岩のカンラン岩体の規模が小さい点、カンラン岩体上の地表には植生が少く露出が良い点、既知鉱化の産状等を総合すると、地表近くに大規模な鉱体が存在する可能性は非常に小さいと考えられる。もし仮に新鉱体が発見されても、恐らく $n \times 10^3 T$ 程度以下の規模のものとする。したがって、せいぜい「市況の良い時に、地元民の副業として小規模に採掘する」程度のものであろう。

7-2 今後の探鉱対象地の選択について

今回の調査の結果、調査地内の非鉄金属鉱化は、後明白亜期～晩新世の酸性貫入岩に関連していると推定された。この関係を、ただちにグアテマラの他地域に適用することは出来ぬが、今後当国で非鉄金属鉱物の広域探鉱対象地域を選定する場合には、酸性貫入岩体が豊富に存在、または存在が予想される地域を優先すべきと考える。

7-3 探鉱方法について

7-3-1 地化学探査

今回プロジェクトの経験を通じて、グアテマラにおける非鉄金属鉱物の探査に対しては、土壌および河床堆積物の地化探が、予察段階から試産実施段階に至るまで、非常に有効であることを再確認した。

指示元素は、第1年次ではCu, Pb, Znの3元素が、また、第2年次ではCu, Pb, Zn, Agの4元素が、それぞれ採用された。今後他地域で広域予察調査を実施する場合には、有機溶媒抽出を行う必要はあるが、原子吸光分析によるAuの分析を追加することを考えるべきであろう。さらに、対象地域の地質や、対象鉱物により、採用する指示元素の種類を慎重に検討する必要がある。

予察段階のデータ解析方法としては、移動平均解析が有効で、特に標準偏差値の分布は鉱化作用による影響を良く表していた。今後の調査に際しても移動平均解析の採用が推薦される。なお、「取り込み範囲」の大きさの決定には、今後Kriging法で用いられるVariogramの応用(Krige: 1951, Matheron: 1962)が考えられるかもしれぬ。

「シキイ値」についても、移動平均解析を応用し、予察段階で各試料採取点ごとに「取り込み範囲」内の「平均値+2標準偏差値」を算出し、この値の作る曲面を「シキイ値」とし、これをその後の追補調査時にも使用する方が、比較的合理的であり、実用的でもあると考える。

7-3-2 物理探査について

今回のLlano del Coyote地域における結果のように、IP異常は黄鉄鉱や地下水の存在に

起因することが多い。このようなIP探査の性質から、IPは、そのみで有用鉱物の存在を直接探査する方法にはなり得ない。しかし、地表付近に褐鉄鉱焼けが著しく、酸化帯がかなりの深度まで予想される場合には、初生帯に硫化物の存在する可能性を知る意味で、矢張りIPを実施してみる必要がある。また、黄鉄鉱ハロが鉱体を取り囲んだり、黄鉄鉱が他の有用鉱物と累帯配列をする鉱床では、IPは地化探結果と併用して試錐対象地を限定することが出来る場合もある。したがって、追補調査～予察試錐実施前の段階では、IPを一応試みしてみる価値はあろう。

References

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

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

NMAJ/JICA(1978)

Report on geological survey of Cuchumatanes Area, Western Guatemala
(Japanese and English)

Nichol, I., Garret, R.G. and Webb, J.S. (1969)

The role of some statistical and mathematical methods in the interpretation of regional geochemical data: Econ. Geol., v.64, p.204-220

Roberts, R.J., and Irving, E.M. (1957)

Mineral deposits of Central America: U.S. Geol. Survey Bul. 1034, 205p.

Rose, A.W., Dahlberg, E.C. and Keith, M.L. (1970)

A multiple regression technique for adjusting background values in stream sediment geochemistry: Econ. Geol. v.65, p.156-165

Rosenfeld (1977)

Unpublished DGMH internal report: Afloramiento mineralizado, Barillas, Huehuetenango, Guatemala

United Nations (1968)

Guatemala, Mineral Surveys in Two Selected Zones

(1969-1970?)

Unpublished internal reports for follow-up works of the mineral survey

(1971)

Metal mining in Guatemala, Study of old mines and abandoned prospects, Mineral Survey in Two Selected Areas

(1973)

Llano del Coyote --- Anomalia geoquímica No.10 ---, Informe tecnico

