

第3章 既存探査資料の再解析

第3章 既存探査資料の再解析

3.1 地質及び鉱床

3.1.1 探 鉱 史

カブエ鉱山及びカブエ・ウエストを含む地域一帯は、銅ベルトの南部延長地帯として、基盤岩類直上のカタンガ系碎屑岩層が銅鉱床探査対象として1900年代初めより注目されていた。

カブエ・ウエストの鉱徴としては、この銅鉱床探査過程で1902年に、T.G.Davey が珪岩中の銅鉱化を伴う石英脈に注目したのがはじめてである（同年には同氏により、カブエ鉱山開発の発端となった鉛・亜鉛鉱化露頭が発見されている）。この地域はセベンペールと呼ばれ、現在注目されている亜鉛鉱徴の北東約3kmを中心とする地域である。

1953年に至り、広域重力探査を実施し本地域に着目していたリオ・ティント社は銅鉱床探査を積極的に進めた。広域重力アナマリーを土壌地化探でフォローし、さらに精密物理探査（比抵抗と重力）を行った。そして1955年から1959年にかけて、ダイヤモンド試錐28本、計10,700mをセベンペール地域中心に実施した。この結果、珪岩中に層状銅鉱床、数100万トン、2%Cu程度が見込めるに至った。この28本の試錐のうち、銅鉱床地帯の南西約3kmで実施されたSB20孔（傾斜 -70° ）は190.63m掘進され、塊状ドロマイト中の、96.08~105.23mの間に、9.15m、6.16%Znの亜鉛鉱化帯に着鉱したが、当時は何ら考慮されなかった。

1963年に、リオ・ティントの子会社、ミネラル・サーチ・オブ・アフリカ社は追加試錐を計画したが、結局1970年に放棄した。

その直後の1970年5月、ルーマニアのジオミン社が当地域に試掘権（PL. 7、面積11.5km²）を設定し、追加試錐3本、計903.1mを実施すると共に、PL. 7を探鉱権（EL. 3.4）に切り替えた。1972年には6本、計1,725.8mの試錐を追加し、本鉱床を地表下100~500m、走向延長1,200mの珪岩中に平均鉱層4.7m、3層で合計約970万トン、1.62%Cuの銅鉱床と評価し、精密探鉱のための探鉱立坑の掘削を開始したが、37m掘進したところで、地下水位が高く、湧水のため中断された（立坑跡は現存）。1973年には鉱区面積を2.5km²に減区し、鉱区維持を図ったが、1975年、放棄した。

以上のように、セベンペールと呼ばれていた当時は、銅鉱床の探鉱対象としてのみ注目されていた。

1976年に至り、MINDEX（現MINEX）はSB20孔がドロマイト中に亜鉛鉱

化帯を把握していること、本地域の南東17kmには著名なカプエ鉱山が位置し、それと同一層準のドロマイトを鉱床母岩としていること、及び本地域近隣に関するこれまでの文献調査から、本地域を銅鉱床胚胎地域としてよりも、亜鉛鉱化地帯としての重要性に着目した。そして同年2月、セベンペールを含む地域に特別許可を得て、土壌地化学探査を開始した。その結果に基づき試掘権が同年7月に設定され、新たにカプエ・ウエスト、PL. 142と命名された。

PL. 142は面積約170km²で、セベンペール及びその東方のドロマイト分布域をカバーした。MINEXは、1976年の組織的探査により当地域の亜鉛鉱化帯胚胎の有望性を確認したが、財政上の問題より鉱区の維持が困難となり、1980年7月に、PL. 142は終了した（これら調査結果は別項にて詳述解析する）。

その後、1981年にMINEXは、亜鉛鉱化中心部を含む東西4km、南北5km、面積20km²の地域にカプエウエストII、PL. 187を設定したが、地形調査を実施したのみで、1983年には同鉱区はやむを得ず放棄され、現在に至っている（図3-1-1）。

過去の探査活動の一覧は、巻末に表としてまとめてある。

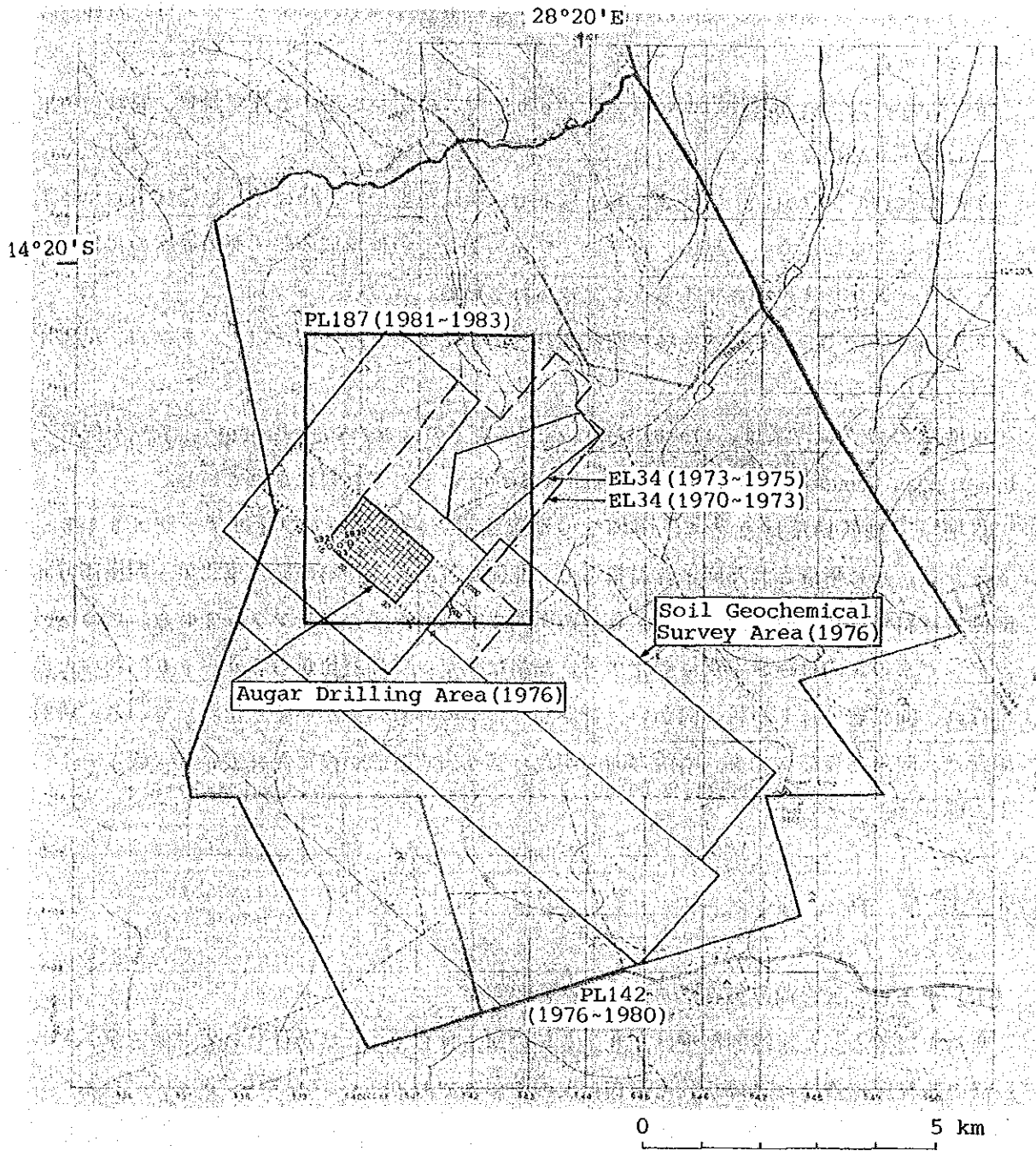
3. 1. 2 地 質

カプエ・ウエスト地域は厚い表土に覆われているので地表地質調査からその地質を判断することは困難である。しかしながら、1950～60年代の銅鉱床及び1970年代の亜鉛鉱床の両探鉱時のピット、トレンチ、オーガー及びダイヤモンド試錐により地質情報が得られており、更に当地域を含めたカプエ全域の地質文献より、当地域の地質は次のとおり組み立てられる。

本地域は花崗岩-片麻岩を主とする基盤岩類とこれを不整合に覆う後期プレカンブリア界カタンガ系が広く分布する。更に強く変質した安山岩質溶岩がカタンガ系の一部を覆っている。カタンガ系の層序は下位より上位へ次のとおりである。

- 1) Arkose Series : 下位の基盤岩類を不整合に覆い、層厚30m前後で、赤茶色を呈する固く粗粒のアルコース岩である。
- 2) Lower Schist Series : 層厚5～15mで、暗灰～黒色を呈し、もろく細粒の結晶片岩で頁岩を挟在する。層理面に平行な裂かが発達する。
- 3) Feldspathic Quartzite : 層厚20～50mで、明灰色を呈する塊状の珪岩で、その上・中・下の3部層にそれぞれ層状銅鉱化帯を胚胎する。鉱石鉱物は黄銅鉱と輝銅鉱が主で、黄鉄鉱と少量の酸化銅鉱物を伴う。
- 4) Feldspathic Sandstone : 層厚5～35mで、暗灰色を呈し、粗粒でやや層理面の発

3-1-1 Old Licenced Area



達した亜アルコース岩である。

5) Conglomerate: 層厚 2 ~ 20 m で、淡クリーム～黄～茶色を呈する礫岩である。礫は円磨度の低い細礫で、礫種は炭酸塩質岩、雲母質岩片等で、マトリックスは珪質砂質物である。

6) Upper Schist Series : 層厚 20 ~ 60 m で、暗灰色を呈する片岩類で、層状白色ドロマイトを挟在する。

7) Massive Dolomite: 層厚 300 m 以上で、明灰色を呈し、特徴のない塊状ドロマイトである。本層はカブエ鉱山、カブエ・ウエスト、その他地域の鉛・亜鉛鉱床の母岩で、ブローケンヒル・ドロマイトとして知られている。

8) Phyllite Series : 本地域で観察される最上部層で、層厚 90 m 以上、千枚岩、泥質片岩よりなる。

本地域のカタンガ系は、1)~6) がカッパーベルトの Lower Roan Group に、7) が同じく Upper Roan Group に、8) が同じく Mwashia Group にそれぞれ対比されている。

本地域の地質構造はカブエ鉱山地域の地質構造と同時期のルフィリアン期 (615 ~ 635 m.y.) に形成された向・背斜構造で、北側に位置する向斜の軸は東北東-西南西方向、南側の背斜軸は東-西方向で、いずれも西南西または西へ緩くプランジしている。このため、カタンガ系の走向は逆 S 字状に変化する。傾斜は試錐コアの対比から 30 ~ 40° 程度と考えられ、向斜部ではその軸へ向かい、背斜部ではその外方へ向かい緩く傾斜している。断層活動は、向斜北翼部に北東-南西方向で南東へ張り出す断層が推定されている (表 3-1-1、図 3-1-2)。

3. 1. 3 鉱 床

(1) MINE X 以前の調査

亜鉛を対象とした組織的探査は 1976 年の MINE X の作業がはじめてであるが、それ以前の銅鉱床探査時代に得られた情報は次のとおりである。

(a) リオ・ティント社のダイヤモンド試錐 (1955~1959)

(i) SB20 孔: 方位 68° SW、傾斜 -70°、掘進長 190.63 m

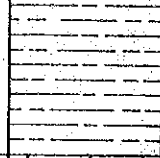
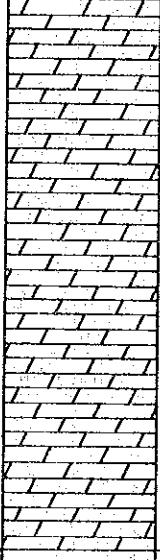
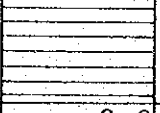
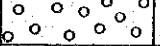
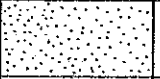
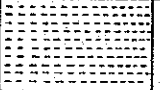
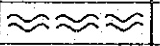

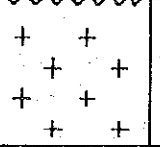
0 ~ 18 m: 表土

18 ~ 96.08 m: ドロマイト

96.08 ~ 105.23 m: 亜鉛鉱化帯 6.16% Zn

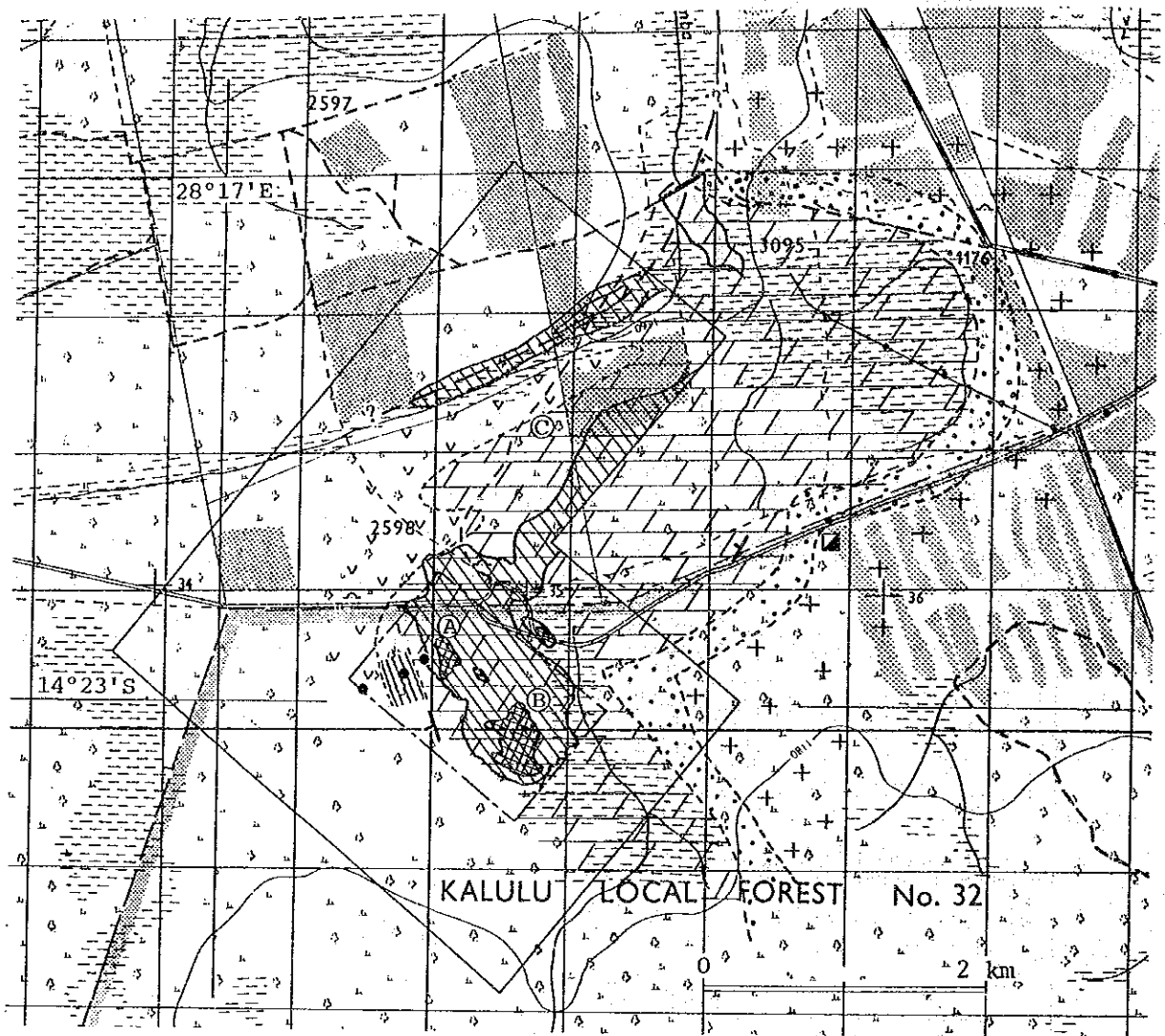
105.23 ~ 190.63 m: ドロマイト

表3-1-1 Stratigraphic Correlation














	Kabwe West				Copper Belt (Mendelsohn) 1961
	Formation	Columnar section	Thick- ness (m)	Lithology	
Katanga System	8) Phyllite Series		90+	Phyllite, argillaceous schist	Mwashia Group
	7) Broken Hill Dolomite		300+	Pb•Zn mineralization Massive dolomite	Upper Roan Group
	6) Upper Schist Series		20 ~ 60	Schist, dolomite	Lower Roan Group
	5) Conglomerate		2 ~ 20	Pebble cg. (carbonate)	
	4) Feldspathic Sandstone		5 ~ 35	Sub-arkose	
	3) Feldspathic Quartzite		20 ~ 50	Quartzite Cu mineralization	
	2) Lower Schist Series		5 ~ 15	Schist, shale	
	1) Arkose Series		30±	Arkose	
Basement Complex			Crystalline schist, granite, gneiss	Basement Complex	

After
A.R.Dawson (1976),
A.Sliwa, M.Podemski (1980) and
T.Cairney & C.D.Kerr (1973)

图3-1-2 Geological Map of Kabwe West Area



Legend

- | | | | |
|---|------------------------|---|-----------------------------------|
|  | Andesitic Lava |  | Shaft |
|  | Phyllite Series |  | Diamond Drilling Hole |
|  | Dolomite |  | Geochemical Possible Anomaly (Zn) |
|  | Schist, Quartzite etc. |  | Geochemical Anomaly (Zn) |
|  | Basement Complex |  | Auger Drilled Area |
|  | Fault (Inferred) |  | Geochemical Anomaly Area |
|  | Dip & Strike | | |

(After A.R. Dawson, 1976 and
A. Sliwa, M. Podemski, 1980)

(11) SB21孔：位置：SB20孔の68° SW方向へ490m

方位：68° NE、傾斜-50°、掘進長387.35m

0～8 m：表土

8～284 m：火山岩（2か所に微弱銅鉱化）

284～375 m：片岩類

375～387.35m：ドロマイト

(b) ジオミン社のダイヤモンド試錐（1972）

R3孔：位置：SB20とSB21の間でSB20より155m

方位・傾斜：垂直、掘進長387.35m

0～31 m：表土

31～116 m：片岩類

116～335.00m：ドロマイト

(2) MINEXの探査（1976）

MINEXは次の作業を実施した。

◎ 土地化学探査：5,951試料、面積45km²

◎ ピット：3か所、計20m

◎ オーガー試錐：403孔、計6,418m

◎ ロータリーパーカッション試錐：12孔、計192m

◎ ダイヤモンド試錐：4孔、計4m

◎ 試験的物理探査：重力 99点

比抵抗 99点

IP 21点

SP 42点

(a) 土地化学探査

200m×50m、一部について100m×25mグリッドで約45km²の地域をカバー、5,951試料を採取し、銅、鉛、亜鉛、ニッケル、コバルトの5成分を分析している。解析はLepeltier（1969）の方法により岩石タイプ別に対数確率紙にプロットし、30%値をLow Background（LBG）、50%値をHigh Background（HBG）、84%値をPossibly Anomaly（PA）そして97.5%値をAnomaly（A）としており、一般的に用いられている解析方法である。亜鉛、鉛、銅の結果は次のとおりである。

Rock Type	Zn (ppm)				Pb (ppm)				Cu (ppm)			
	LBG	HBC	PA	A	LBG	HBC	PA	A	LBG	HBC	PA	A
Dolomites	57	93	275	910	32	—	200	500	—	—	120	180
Argillaceous Phyllites	90	—	260	900	15	—	96	180	—	68	160	215
Metabasic Igneous Rocks	—	—	180	300	22	70	140	—	28	—	105	350

亜鉛は、地化探調査域の北西部、すなわちSB20孔の東部及び北東部のドロマイト分布域にPossibly Anomaly域がまとまり、特にSB20孔の東部は800m×1,200mの規模で、最高値1,940ppmを示し、2か所の97.5%値以上のAnomaly域も検出されている。このうちSB20孔に近いものをA地域、もう1つをB地域と呼ぶことにする。また、SB20孔北東部のアノマリーは全体に北東へ傾いた「ハ」の字形で、これをC地域と呼ぶ。

鉛は亜鉛アノマリーB地域の一部に重複して最大値440ppmPbを示す小アノマリーの他は散点的に認められるのみである。

銅は3か所にアノマリー域が検出された。1つはSB21孔付近にあり、同孔で確認されている安山岩質溶岩中の弱銅鉍化作用を、もう1つはセベンペール銅鉍化帯の南延長帯をそれぞれ反映しているものと考えられる。あと1か所は亜鉛アノマリーB地域に重複する小アノマリーである。

コバルトは亜鉛アノマリーB地域に重複して小アノマリーが認められる他は散点状に分布するのみでまとまりがない。ニッケルはアノマリーとして認められる分布は示さない。

この地化学探査の結果、フォローアップの対象として注目されたのは亜鉛アノマリーで、特にそのA・B両地域を含み、しかもSB20孔の位置する1,000m×1,600mの地域であった。この地域を精査地域と呼ぶ。

(b) オーガー試錐による精査

精査地域について、表土中の亜鉛含有量の深度変化と表土下の岩盤の形状・岩質・鉍化等の調査を目的としてピットとロータリー・パーカッション試錐が計画された。しかしながら表土の厚いこと、地下水位が高いことでピットは最深8mまでしか掘進できず、またパーカッションは試料採取に問題があり、オーガー試錐へ切り替えられた。

オーガー試錐は地化学探査測線及びそれらの中間に測線を設定し、測線間隔50または100m、測線上で最小間隔25mでA・B両地域を包み込むように403孔、計6,418mが実施された。

403孔のうち岩盤へ到達したもの253孔、その他133孔、不明17孔で、表土層の厚さは岩盤の岩質を反映して、ドロマイト地域では約15m、片岩類地域ではそれより厚く、

6.9 mに達することもあった。細かく観察すると、ドロマイト表面も凹凸を示し、表土下にカルスト状地形を呈するように考えられる。

表土サンプルは1 m間隔で採取され、Cu、Pb、Zn、Mnの4成分が分析されている。このうちZn品位は孔底部に片岩類が予想される地域では非常に低く、そして上下変化は少なく、逆にドロマイト地域では異常に高いことが多くそして深部へ向かってZn品位が増加するのが一般的な傾向である。

孔底のZn品位は最高30%に達し、閃亜鉛鉱を伴うヤケが採取されている（Line 19-475）。これを中心として200 m×400 mの範囲が1%Zn以上を示す。この範囲は地表地化探アノマリーのA地域と略一致するが、地表の地形が緩く北東へ傾斜することから、地表アノマリーがやや北東へ移動していることが分かる。またSB20もその西端部に位置している。

一方、B地域では孔底のZn品位は1%以上を数点が示したのみで、A地域に匹敵するような拡がりのある高品位地域は認められていない。

さらに今回、395孔の孔底のZn品位を統計処理したところ、平均値9,274 ppm、標準偏差25,759 ppmが得られた。平均値+標準偏差値35,033 ppm（3.5%）をアノマリー値とし、孔底の岩盤の分布と合わせて検討した結果、次のことが読み取れた。A地域では孔底のZnアノマリー値（3.5%以上）が上盤の片岩類との境界近くのドロマイト中、境界より水平距離にして50～100 m及び150 mのドロマイト中に長さ約400 mの帯状に分布する。しかしながら、B地域にはアノマリーは検出されない。

この他にダイヤモンド試錐が4孔（1 m/孔）実施されている。この目的は、オーガー試錐で岩盤に達した後、そのビットを交替し、さらに岩盤のコアを採取することで、そのうちの1孔は孔底のZn品位が最高値30%を示したLine 19-475で実施されているが詳細は不明である。

（3）考 察

このようにカブエ・ウエストではSB20孔のドロマイト中の亜鉛鉱化帯の存在に着目し、土地化学探査とオーガー試錐を実施することにより、亜鉛鉱床胚胎が有望視されるに至った。

（a）土地化学探査アノマリーと地質

前述のとおりZnアノマリーはA・B・Cの3地域が認められるが、その地表分布パターンは本地域の地質と良く調和し、更に地形的特徴をも表わしている。

A・B両地域を含むアノマリー域の南西縁は上盤の片岩類と鉱床母岩のドロマイトとの境

界にはほぼ一致し、境界のすぐ北東側に強アノマリーのA・B両地域が位置している。さらにその北東方へ向かって緩やかに下る地形を反映してZnアノマリーが同方向へ尾を引いている。また、このアノマリー域はSB20孔付近を通る東-西方向を軸とする背斜の頂部付近に位置し、南東へ向かって閉じている。

C地域は東北東-西南西方向の向斜軸の両翼に、ある層準に沿うような「ハ」の字形を示し、北翼部で南西へ向かって閉じている。

Znアノマリー全体としては、本地域の主構造である向・背斜部分に位置していることが分かる。

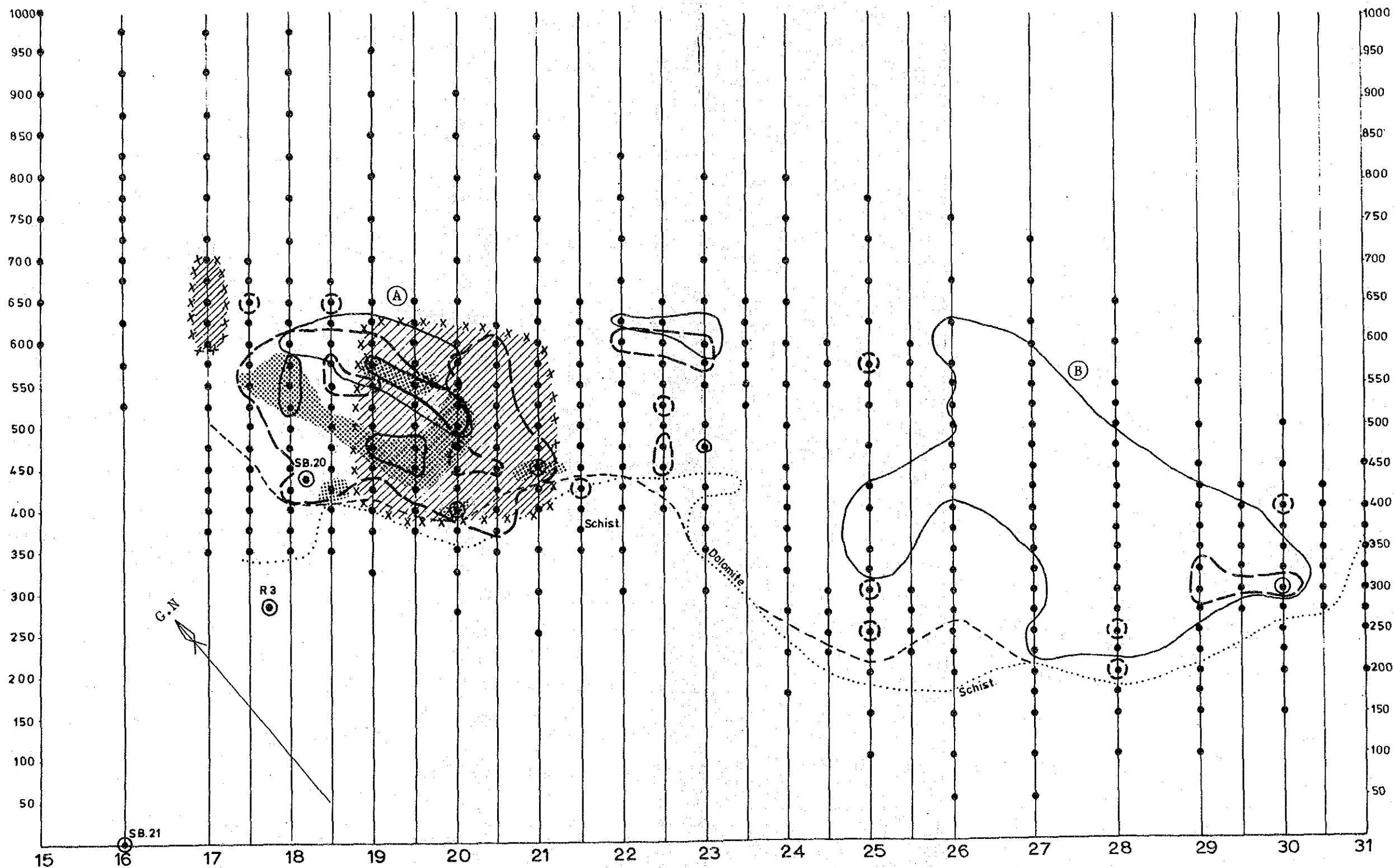
(b) オーガー試錐と亜鉛鉱化帯

オーガー試錐の孔底試料から岩盤の岩質分布が得られている。そしてオーガー試錐によるZnアノマリー域との位置関係より、亜鉛鉱化は上盤片岩類直下のドロマイト層準に著しいようである。しかしSB20孔の亜鉛鉱化は試錐掘進長で96m、真厚で約50m下と考えられるドロマイト中に確認されており、オーガー試錐で確認されている鉱化帯と直接対比できる資料は入手されていない。

(c) 亜鉛鉱化帯の性質

カプエ・ウエストの亜鉛鉱化様式を考察する場合、カプエ鉱山の鉱床生成過程が想起される。すなわちドロマイトと同時堆積の金属成分が、その後の母岩変形時に堆積盆中の遺留水により移動・濃集した鉱床と推定されているので、同鉱山と同様の地質条件にある本地域にも十分その胚胎の可能性が高いと考えられる。特に土壌地化探アノマリー分布とオーガー試錐で確認された鉱化層準とから、本地域にはドロマイト中の層準規制鉱染型鉱床とその後の母岩変形時に形成されたカプエ鉱山型の塊状鉱床の2鉱床型の胚胎が考えられる(図3-1-3)。

3-1-3 Auger Drill, Gravity and Soil Anomaly Map
(original by D. J. Weir, 1977)



KEY:-

- | | | | | | |
|---|-----------------------|---|--------------------------|---|--|
|  | Auger drill holes |  | 5% Zinc c |  | >3.5% Zn
(84% Value of Auger Anomaly) |
|  | Diamond drill holes |  | Dolomite-schist boundary |  | Rock Boundary, inferred by Rock Type at Bottom of Auger Hole |
|  | Soil anomaly |  | Gravity anomaly | | |
|  | 1% Zinc auger anomaly |  | Geochemical Anomaly Area | | |



3. 2 物理探査

カブエ地域において実施された物理探査の歴史は長く、1920年代より始められている(表3-2-1)。

地上物理探査は主として鉱床の直接探査を目的として行われた。また当地域は1966～67年に行われた空中磁気及び放射能探査¹⁾及び1974年に再度行われた空中磁気探査²⁾の範囲内にある(縮尺はいずれも1/50,000;測線間隔は1km)。

1974年に全国重力概査図³⁾が発行されている。これは地形補正をしていないブーゲー異常図で、縮尺は1/150万である。

3. 2. 1 カブエ鉱山周辺の物理探査

カブエの鉱床は塊状ドロマイト中のパイプないし脈状の鉱床で、中心部は塊状の硫化鉱よりなり、周りに酸化鉱を伴っている。硫化鉱は閃亜鉛鉱と方鉛鉱が主なもので1部に黄鉄鉱を伴っている。閃亜鉛鉱は鉄分の少ないもので、酸化鉱と同様電気抵抗が高い。したがって方鉛鉱や黄鉄鉱のような導電性硫化鉱を対象とした電気探査や電磁探査、及び塊状鉱床が母岩に比して密度が大きい点に着目した重力探査等が実施されている。

1926年から27年にかけてスウェーデンの電気探査会社により電磁法が行われた。この方法の詳細は不明であるが、検出装置が大きな水平のループ内に置かれ、周波数が540Hzであると述べられている。この調査で得られた示徴に対し試錐が行われたが鉱床の発見に至らなかった。またS/N比の良くない示徴が多数得られたが、これらは装置の限界や欠点、地質や人工のノイズによるものと考えられた。こうした電磁法は塊状ドロマイトのような電気抵抗の高い母岩中の導電性塊状硫化鉱の探査に適していると思われる。当時の装置は探査深度が50m程度の不十分なものであるが、現代では送信用水平ループを用いる過渡現象電磁法(SIROTEM等)や直交する受信コイルを用いる多周波電磁法(GEM-8)等の優れた装置が開発されている。

この調査の後、長い期間物理探査は実施されていないようである。第2次大戦後の1948年に重力探査が行われ、また重力探査を補足する目的で比抵抗法とSP法が行われた。

重力探査はカブエ鉱山とその周辺をカバーして行われ、解析された10個の重力異常に対

注1) Canadian Aero Service Ltd.

注2) Geometrics.

注3) Technical Report of the Geological Survey No.76.

表3-2-1 カブエ鉱山物理探査年表

年代	カブエ鉱山とその周辺	カブエ西方地域	カブエを含む地域
1926~27	電磁		
1948	重力、比抵抗、SP		
1955	放射能	1950~60年代	
1958	電磁	重力、磁気、比抵抗	
1966~67	重力、磁気、IP	IP、SP、電磁、	空中磁気及び放射能
1967	重力、放射能	放射能	
1967~68	重力データのコンピュータによる残差解析		
1971~73			全国重力概査
1974			空中磁気
1976		カブエウエストにおける磁気、重力、比抵抗 IP、SP、電磁 (TURAM)	

し10本の試錐(合計2,325m)が行われた。その結果、若干の散在する鉛・亜鉛の鉱染帯は見出されたものの、パイプ状鉱体の発見には至らなかった。

当時作成された重力図を見ることができなかつたので、重力図と試錐の位置との関係などは不明であるが、いずれにしても高重力異常を切るように試錐が行われたようである。

比抵抗法とSP法は、カブエ鉱山の水パイプや送電線による人工ノイズのため調査地域が限定され、ほとんど成功しなかつたと見られている。ただ比抵抗法については①立坑を構成している鉱柱の上での低比抵抗異常の発見、②ドロマイトと頁岩の接触部の位置の追跡、③高重力異常の中心部と高比抵抗帯の位置との一致、などの点で有効であったとされている。

1960年代に入って、当時の重力探査を回顧した際いくつかのコメントが出された。それらのコメントによれば、重力データは鉱体の影響よりもマス効果に多く影響されており、岩相の異なる岩石は風化の度合も異なるので、これが重力異常に表われているという事である。

当地域の地表は極めて平坦であるが、厚さ数mから数十mの表土に覆われた岩盤の形状が重力分布に反映している事は十分考えられる。実際露天掘りの現場を見てもドロマイトの形状は極めて複雑であった。

放射能探査は1955年に鉱山周辺でシンチロメータを用いて実験的に行われたが、注目すべき異常は発見されなかつた。測定値は低く安定していたという事である。

1958年には塊状硫化鉱の探査を目的とした電磁探査が実施された。当時開発されたばかりの装置が使われた。測線間隔は30mで測定点は15m毎に設けられた。予想鉱体の深度は60m以上であるため、コイル間隔は105mで測定が行われた。高圧線や鉄道の存在による人工ノイズに悩まされ、本来水平コイルとして使用すべき所を垂直コイルで使うなど苦心している。そのため感度や探査深度の低下、解析の困難さ等が生じた。また探査の初期段階では測定器がよく故障し、間違つたデータの読み取りも起こつたようである。

この調査の結果は多くの明らかに意味の乏しい異常(明確な解釈のできないもの)によって不満足なものとなつた。1箇所では明らかに大きな導体が存在すると見られる示徴が得られたがこれも解釈するにはデータが複雑すぎると述べられている。我々はこのデータを見ることはできなかつたが、逆転した同相成分の異常がでており、その解釈として磁鉄鉱のような磁性体を考えたようである。結果として十分満足できる測定はなされなかつたが、地表の直下に大きな良導体は存在しないという結論に達した。いずれにしても電磁探査の適用は、当時探査を行った人々が良導体と考えられる硫化鉱の発見の可能性を捨てていなかつたことを示すものであろう。現在では鉱床の直接探査に電気、電磁探査を適用したいと考える人は少ないようであるが、一方良導体としての鉱床の存在もまた否定することはできない。

1966年から67年にかけて重力、IP、地上磁気探査の3種類の組合せで調査が行わ

れた。実施に際して重力探査は、空洞や割目が存在するため十分な密度コントラストがなく適用性に乏しいという疑問があった。また I P 法は低品位の方鉛鉱の検出には十分な感度を有し、電磁法よりも深い探査が可能と考えられた。ただ鉄分を含まない閃亜鉛鉱は不良導体で非分極性であるから、I P 法も電磁法もほとんど珪酸鉱や閃亜鉛鉱のみからなる鉱体からの示徴を得ることはできないであろう。磁気探査は磁性鉱物の発見に I P 法と組合せて用いられた。

いずれの調査も測線間隔 30 m、測定点間隔 15 m で行われた。I P 法は作業能率を上げるためと電磁カップリングを避けるため 3 極法が用いられた。重力探査にはウォルドン重力計が用いられ、補正はグラフを使用して行われた。0.1 mgal の重力異常が解析され、異常の深度が 9 ~ 21 m と計算された。この異常を狙って試錐が行われたが何も発見されずそれを説明するうまい理由も見出せなかった。I P と重力の結果もほとんど一致しなかったが、考えられる理由の一つとして鉱化と割目の共存による密度コントラストの欠如が挙げられた。結局これらの調査もさしたる成果を見ることができなかった。

1967 年の終わり頃、別な地域で重力と放射能探査が行われた。この調査の測定点数は 467 点で、1/25,000 の重力図が作成された。ウォルドンの重力計を用い、各測定点での精密な水準測量とドリフト補正のための基点との十分な往復測定が行われ、表層の補正密度は 2.1 g/cm^3 が用いられた。データ処理に際しては IBM 1130 を用いて広域のトレンドを多重回帰分析で除去した。その結果 0.2 mgal を超えない低い異常が各所に見出された。

放射能探査は、一つの鉱体の周辺で通常のバックグラウンド値より高い値が見出されたという理由で実施された。発見された異常はスラッグによるものの他、立体角効果や放棄された岩石のマス効果等によると考えられた。

1967 年から 68 年にかけて、1948 年に行われた重力探査データの残差解析がキットウエーにあるアングロアメリカン・コーポレーションのデータ処理センターで行われた。これは重力図から局所的異常を抽出しようとするもので、広域的な重力勾配は極めて多くの変化を有すると述べられている。

抽出された局所的異常のうち 0.3 ~ 0.6 mgal の正の異常に対しフォローアップの試錐が実施された。0.1 ~ 0.2 mgal の異常の有意性は疑問とされた。その理由として、①当時の重力計の精度、②地質条件と多重回帰分析からもたらされる不確かさが挙げられている。また負の異常も、もし鉱体周辺にある亀裂や空洞が十分大きければ重要な意味を持つと考える人もいた。結局重力探査はその適用性についていろいろの問題点を指摘されながらも、他に有力な探査法がない以上試みる価値のある方法と考えられた。以上に述べたようにカブエ鉱山及びその周辺では 1920 年代から 60 年代にかけて様々な物理探査が行われてきた。それらは電磁、重力、放射能、I P、S P、磁気探査で、当時としては利用できるすべての方法

(地震探査を除く)を駆使して塊状鉱体の発見のための努力がなされた。そして多くの物探の示徴に対し試錐が行われたが稼行対象となるような鉱体の発見には至らなかった。

3. 2. 2 カブエ西方及び北西方地域の物理探査

カブエ西方及び北西方には古くからチワンダ、セベンベール、プレンベ、ルカリ等の鉱徴地が知られていた。1950年代及び60年代に広範囲の地化学探査が実施され、得られた異常帯に物理探査が行われた。物理探査の方法は重力、磁気、比抵抗、IP、SP、電磁及び放射能であり、各地域毎に数種類の方法の組合せで調査が実施されたが注目すべき異常は発見されなかった。

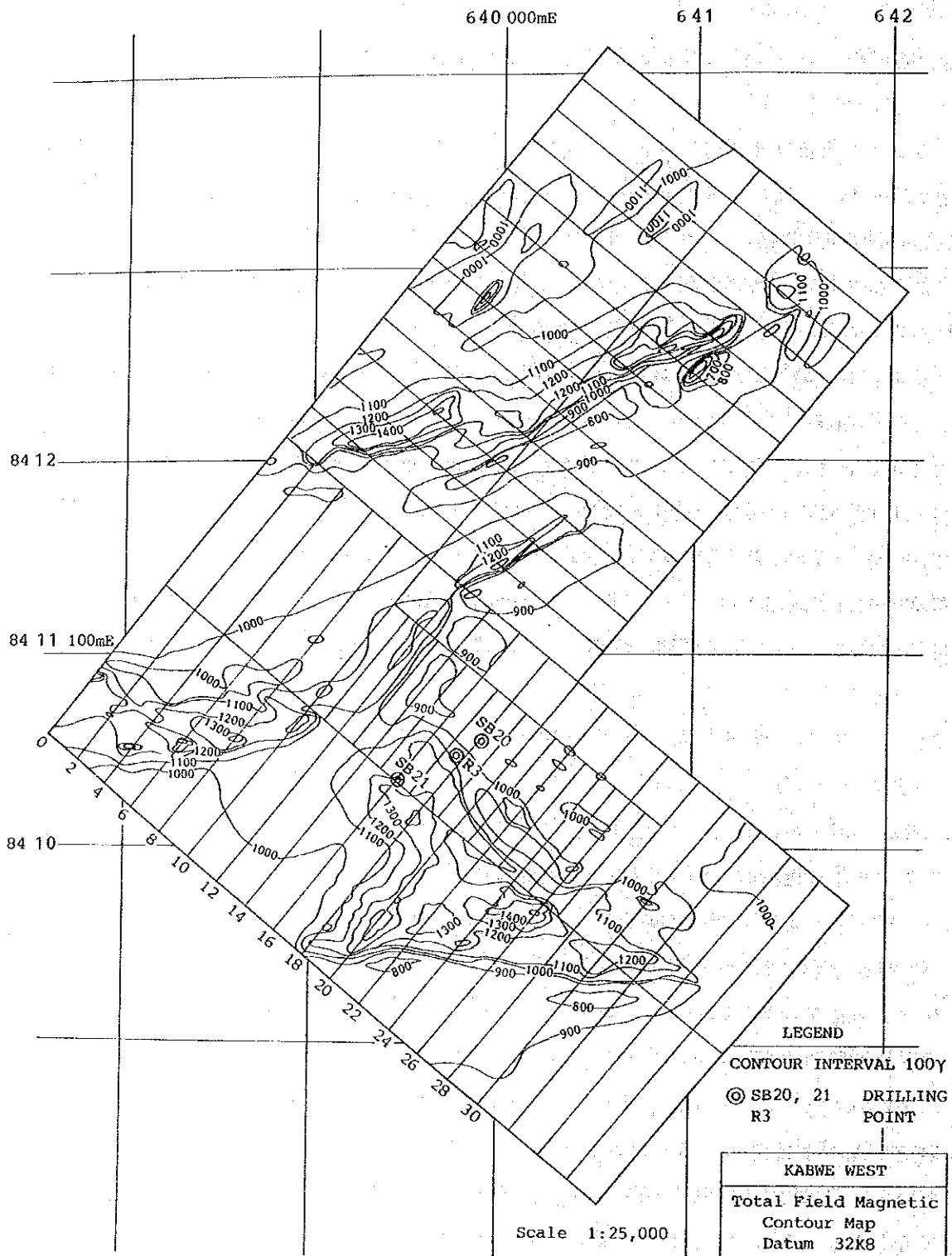
重力探査はカタンガ系と基盤岩との境界の追跡を目的としたがその成果は確認されていない。この地域の北方約100kmのカッパーベルトでは基盤は通常カタンガ系の岩石より高密度であると考えられている。磁気探査ではカタンガ系の走向に平行した線状の磁気分布が見出された。また輝緑岩の分布を反映した高磁気異常が得られた。一つの地域で磁鉄鉱の鉱染帯がカタンガ系と基盤岩の境界に存在することに着目した磁気探査が行われた。電磁法では低次の異常が見出されたのみである。これらは岩相変化に起因すると見られるもの及び黄鉄鉱の鉱染帯であった。放射能探査では特に意味のある放射能異常を発見できなかった。

3. 2. 3 カブエ・ウエストの物理探査

セベンベール鉱徴地の西方で1950年代に試錐により亜鉛の異常帯が発見されていた。1976年に組織的な地化学探査が開始されたが、同時に精密な磁気探査が行われた(図3-2-1)。磁気探査は土壌サンプリング地点を利用して、200×50mグリッド調査と一部で100×25mグリッド精査が行われた(調査面積; 12.8km²、使用機器; ジオメトリックス社プロトン磁力計)。磁気データは縮尺1/10,000、コンター間隔100γで示され地質情報を補完するのに役立った。トレンドを有する高磁気異常は泥質千枚岩の分布によるものとされているが、南部の地域では輝緑岩の分布とも関連していると見られている。磁気トレンドは北部地域ではNE-SW、南部地域ではE-W、NW-SEの方向を示している。磁気異常に乏しい所はドロマイトの分布域と考えられる。また空中磁気図(1/50,000)とおおむね整合する結果が得られた。

地化学探査の結果得られた強い異常に対し、重力、比抵抗、IP、電磁(TURAM)、SPの各方法による試験的物理探査が行われた。この試験的調査の目的は、強い地化学異常域にカブエ鉱山タイプの鉱床を予想し、物探の適用性を検討する事で、ドロマイト中の塊状、

图3-2-1 Total Field Magnetic Contour Map



パイプ状の鉛/亜鉛鉱床の探査という困難な課題に対し利用可能な物理探査技術がすべて試みられた(図3-2-2)。

調査の結果、鉱化帯を直接探知できる可能性の高いIP、TURAM、SPの各方法のいずれも異常帯を発見できなかった。

IPはジオサイエンスの測定器(周波数3、0.3 Hz)を用い、ダイポール間隔50 m ($n=1\sim 4$)で測定されたが(測線19)、周波数効果は1%程度でバックグラウンド値とみられ、異常の識別はむずかしい。したがって鉱化帯に伴われる黄鉄鉱染帯が存在する可能性はほとんどないと考えられる。

TURAMは2 kmの送電線、2個の受信コイル間隔15 m、使用周波数660 Hzで行われた(測線19、20)。データは補正された振幅比と位相差で表示された。測線19の340付近で振幅比1.2、位相差 -20° の異常があるが、IP法の結果によれば周波数効果の異常は認められず、片岩中の低比抵抗帯とドロマイトとの接触部の異常と解釈された。IPの見掛比抵抗データによれば、片岩中の見掛比抵抗は4~40 $\Omega\text{-m}$ であり、ドロマイトとの接触部では見掛比抵抗は4~5倍に変化している。

SPはTURAMと同様、測線19、20で電極間隔25 mで行われたが、識別可能な異常は得られなかった。

重力と比抵抗は有効であることが判明した。重力はウォルドン重力計により800×1,000 mの範囲を100 mグリッドで行われ、補正密度は2.0 g/cm³が用いられた。調査地域の中央部に0.2 mgalの高重力異常が得られ、地化学異常と一致した。この異常帯は磁気異常に乏しく、ドロマイトの分布する領域内の異常であると推定される。

比抵抗探査はシュランベルジャー法でAB=150 m、MN=20 mの組合せにより、重力と同一の測点で行われた。得られた見掛比抵抗値は深度50~75 mまでの情報が含まれていると見られる。見掛比抵抗値は南方地域で低くなっている。この第一の理由として表土が厚くなっていることが考えられる。岩盤の深度はドロマイトから片岩に変わる所で増加しており、見掛比抵抗100 $\Omega\text{-m}$ のコンターが片岩とドロマイトの接触部にほぼ一致すると考えられる。ドロマイトの分布が予想される地域内にも見掛比抵抗の差異が認められる。特に高見掛比抵抗部は割目に乏しい塊状ドロマイトを反映している可能性がある。

3. 2. 4 今後の物理探査について

カブエ鉱床タイプの物理探査を実施する上で考慮すべき点は次のとおりである。

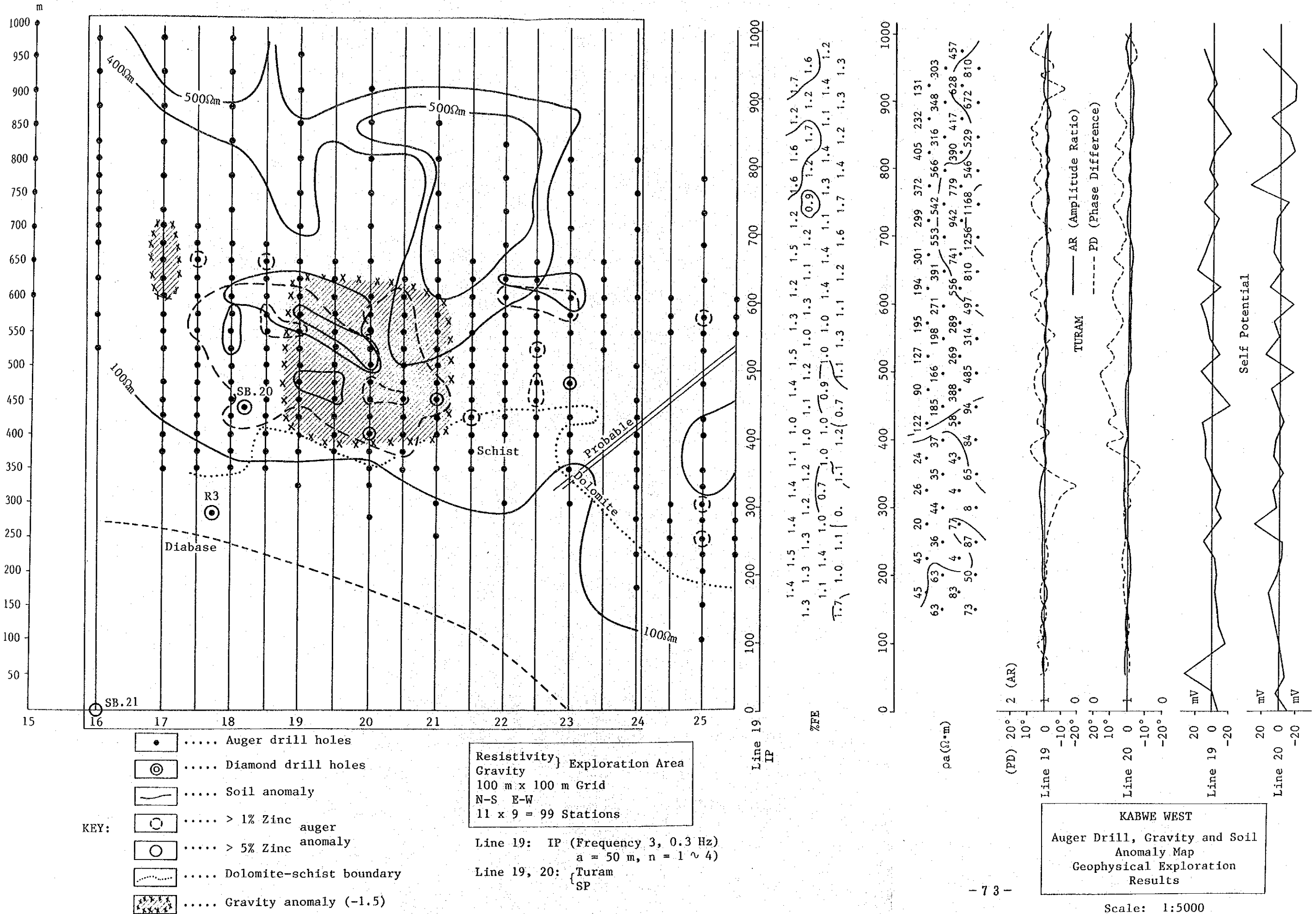
- (1) カブエ鉱床は急傾斜で不規則な塊状パイプ状鉱床であり、単位鉱体の規模は幅20~40 m、平面上の長さ100~200 m、プランジ沿いの長さ400~800 mであ

- る。
- (2) 厚さ数m～数十mの表土に覆われており鉍化部は風化に強く岩盤地形は盛り上がっている。また岩盤の上面深度は岩相により風化の度合が異なるため変化に富む。
 - (3) 鉍床母岩は純粋なドロマイトであり、鉍床と母岩の境界は明瞭である。
 - (4) 鉍床周辺に空洞や亀裂が発達する。
 - (5) 鉄分に乏しい閃亜鉛鉍と酸化鉍は、純粋なドロマイトと同様電気抵抗が極めて高い。
 - (6) 方鉛鉍や黄鉄鉍を伴う鉍床も一部に存在する。
 - (7) 鉍床は向斜構造の中心部に存在する。

これらの特徴を考慮しつつ物理探査の適用性を検討した。

- (a) 電気、電磁探査は、対象が電気抵抗の高い閃亜鉛鉍や酸化鉍を主とする鉍床であるので、一般的には適用性に問題がある。比抵抗法によるドロマイト分布域の探査が可能である。
- (b) 精密重力探査による岩盤上面の形状、塊状鉍床の探査が理論的には可能であるが、岩相変化や空洞、亀裂帯の存在も重力異常をもたらす点に留意すべきである。
- (c) 反射法地震探査による向斜構造、花崗岩質基盤とカタンガ系の境界やカタンガ系中の地質構造探査が可能である。ドロマイト中の反射層準は鉍床や空洞、破碎帯の可能性はある。また岩盤の上面深度の探査も可能である。反射法は当地域で試みられたことはない。この方法は従来石油の物理探査の主力技術であるが、近年非爆薬震源を用いる高分解能浅層反射法が開発され、浅部地質構造を高精度で探査できるようになった。したがって反射法地震探査は得られる情報量が最も多く効果的と考えられるので初年度に実施し、次年度は初年度の探査結果に基づいて、比抵抗法（CSAMT法）、精密重力探査、反射法地震探査のいずれかを適用することとしたい。

图3-2-2 Auger Drill, Gravity and Soil Anomaly Map



第4章 総合評価

第4章 総合評価

4.1 カブエ鉱山

4.1.1 鉱量

1987年3月でのカブエ鉱山の鉱量は150万トンで、鉛品位6.8%、亜鉛品位17.5%であった。このうち、約10%が硫化鉱で、残りが珪酸鉱よりなっている。

1987年3月までの1年間に68万8千トンの鉱量の増加があるが、これは主としてピラーに計上されていた鉱量からの移管や、予想鉱量からの格上げに基づくものである。このような大量の鉱量の増加を今後見込むことは困難で、もし、現在の生産規模を維持するならば、硫化鉱は数年中に底をつくことになる。珪酸鉱のみの坑内採掘では、採算困難と考えられる。結果として、将来の生産はリーチング・プラントとウエルツ・キルンに鉛の熔鉱炉を組み合わせた操業となり、採掘された鉱石の処理と共に以前の廃石の再処理を行うことになるであろう。

4.1.2 探鉱余地

鉱山の東のファウンドリー地区では数か所で鉱徴地の掘削が行われており、これより採取した鉱石は選鉱場に送られている。これらの鉱床は、周辺での試錐にて着鉱が見られておらず規模は小さいと見なされている。なお、大規模な低品位の珪酸鉱の見出されているエア・フィールドでは試錐の計画があり、さらに、ルサカ近郊のスター・ジंक鉱床の採掘も検討されている。

4.1.3 物理探査

カブエにおける採掘の開始以来、それぞれの時代における最新の物理探査の技術が適用され、応用されてきた。これにはSP法、比抵抗法、電磁法、IP法、磁気探査、重力探査及び放射能探査が含まれているが、地震探査法はいまだに試験されていない。実施の時期には既にプラントや構築物、鉄道及び送電線が存在しており、また物性の差が小さい事から、今までの方法は鉱石と母岩とを識別することに成功していない。しかし過去の試験結果を詳細に検討してみると、精密な重力探査や比抵抗法は一部の地質情報を得るのに有効であると判断される。

4. 1. 4 ポテンシャル

鉱山に隣接する地域に対しては、従来より坑内外から試錐探査が強力におし進められている。新たな鉱床を見出す可能性を否定することは困難であるが、そのポテンシャルは既知鉱床の周辺では非常に小さいと見られる。

4. 2 カブエ西方地域

4. 2. 1 地化学探査

地形が平坦で水系が不明瞭であるがために、沢砂（ストリーム・セヂメント）による地化学探査を応用することが困難で、今回の対象地域の大部分は、探査の初期から広域的な土地化学探査のグリッドで覆われている。示徴が見出されると、詳細な地質調査、試料採取、物理探査、ピット掘削、溝掘り、オーガー試錐ないしダイヤモンド試錐が行われる。ミネラル・サーチ・オブ・アフリカ社が、セベンベールにおいてカタンガ系下底の珪岩中に銅の鉱化を発見したのは、アフリカ南部における地化学探査法の、最初の成功例であると称せられている。

4. 2. 2 試錐探査

チワンダ地域では、ミネラル・サーチ・オブ・アフリカ社が5孔、合計約500メートルのダイヤモンド試錐を行っており、ザマングロ社も14孔、1,069メートルの試錐を行ったが、散在する方鉛鉱とそれに伴う閃亜鉛鉱の断片、細脈ないし小塊を認めたに過ぎなかった。

セベンベールでは1955年から1959年にかけて、リオ・ティント社が28孔、合計10,700メートルに及ぶ試錐を実施しているが、その結果の詳細は不明である。ジオミン社のセベンベール鉱区では、1970年から1972年の間に、9孔、2,629メートルの試錐と深さ37メートルの立坑が掘削された。1975年には、更に5孔がモカンボ開発社によって掘進されたと言う。セベンベール地区では品位1.6%の銅鉱床で鉱量300万トン以上のものが確認されている模様である。

ルカリ地域では、ミネラル・サーチが第1の銅の示徴に対し、5孔、合計1,589メートル、第2の珪酸亜鉛の示徴に対し、5孔、1,469メートルを掘進した。チャータード・エクスプロレーションは岩相を確認するべくおびただしい数のピットを掘削し、また10孔、

合計1,667メートルの試錐を実施している。西側のCPLブロックではそれぞれ30メートルの孔を6本掘削した。南西のムブレンベにおいては3孔、613メートルが掘進され、幅1.37メートルで銅1.41%の値を得ている。

カーマノールでは、1925年から1927年にかけて五酸化バナジウムで18ないし19%の鉱石が2,000トン余り採掘されており、1964年にチャータード・エクスプロレーションが再調査を行って試錐14孔が掘進されているが、めばしい鉱化を認めていない。

4. 2. 3 ポテンシャル

カブエ鉱床の西にあって、地域は古くより探査の対象地とされてきた。鉱床層準がピットないし試錐によって追跡され、多くの地化学探査の示徴や鉱徴が抽出された。ドロマイト中の亜鉛の鉱化のみならず、珪岩中の銅の鉱化も見出されている。

全域にわたって非常な努力が払われており、それぞれの示徴は十分、調査検討されているのが認められる。その結果として、セベンベールの銅鉱床が発見されており、恐らくそのためであろうが、それに隣接する亜鉛の鉱化にはほとんど注意が払われなかったことによってカブエ・ウエストが探鉱対象として残ったと考えられる。

4. 3 カブエ・ウエスト

カブエ・ウエスト地区を最初に詳細に探鉱したのは1950年代のリオ・ティント社で銅を対象としたものである。そのダイヤモンド試錐の1孔が、深度96.08から105.23メートルの間で6.16%の亜鉛に縫着している。この発見は追跡されておらず、その後ジオミン社が西に1孔、試錐を行ったが鉱化を認めていない。

亜鉛を対象として1976年にMINEXが試掘権第142号を獲得、カブエ・ウエストと命名したが、これは1980年に期間満了となり、新たに設定した187号も現在は消滅している。

4. 3. 1 地化学探査

1976年に5,961個の土壌サンプルが採取され、その分析結果は対数確率分布を用いて解析された。処理方法の詳細については記録されていないが、現在MINEXに継承されているマニュアルから判断して、データは妥当な方法で処理され、異常地域が抽出された結果、オーガー試錐の対象範囲が選定されたと考えられる。

4. 3. 2 オーガー試錐

オーガー試錐は地化学探査にて抽出された異常域を含む区域の、覆土の中の亜鉛の分布を明らかにするべく計画されたものである。

亜鉛の品位は一般に深度と共に増加し、孔底で最も高い値が得られている。それより深い部分での情報は解らない。結果として、サンプリングの基準が一定しないから、亜鉛の水平方向の分布を論ずるのは必ずしも妥当ではないのであろう。地下における分布について多少不正確になるのはやむを得ないが、30%に及ぶ高品位の亜鉛が岩盤の直上の覆土の中に含まれていることが見出されている。

4. 3. 3 ポテンシャル

最も重要な事実は、覆土中に硫化物の鉱化の存在が確認されているという事で、その岩盤中での産出場所を突き止めねばならない。

オーガー試錐の底部での分析値を統計処理して亜鉛で3.5%以上の範囲を異常域と見なすとき、それは地化学探査のサンプリング・グリッドの第17及び第21番の線の間で北側400から575メートルの間に位置する(A地区)。この地区は、かつて種々の物理探査法が試験された区域にほぼ相当している。

地化学探査の際に、亜鉛の異常域が第25及び第30番の線に挟まれて広く検出されている。オーガー試錐の孔底のサンプルの結果では2%以上の値は得られていないが、この地区では鉛、銅及びコバルトの示徴を伴っている(B地区)。この地区の示徴ないし鉱化の特性を明らかにするには、2ないし3孔の試錐を行う事が必要となろう。

第3の土壤中の異常及び準異常域は、上記地区の2ないし3キロメートル北側で東北東に伸びる形で見出されている(C地区)。この示徴に対してはオーガー試錐は行われていない。試錐実施に先立って物理探査を行ってみる事が必要であろう。

第5章 結論と提言

第5章 結論と提言

5.1 結論

5.1.1 カブエ鉱山

年間予算出鉱量は195,000トンで、このうち鉱石は156,000トン、これに伴うずりとして39,000トンが予定されている。品位は全鉛で10%、全亜鉛で23.6%である。1915年以来的出鉱量は1,050万トンで、亜鉛が25.4%、鉛が14.7%になる。金属生産量は亜鉛で180万トン、鉛で80万トンに達する。

設備は最新とは言い難いが、選鉱、製錬施設とも、固有の特異な鉱石を処理するためにうまく配置され、再投資を最少にするべく、よく保守管理が行き届いている。現在の生産に従事しているのは約1,800人である。

現在の生産規模を維持すると、硫化鉱は数年中になくなり、それ以後は鉱石ないし廃滓を処理するべく、操業の変更を余儀なくされよう。しかしながら、本鉱山の操業は雇用の面で地域経済に与える効果が大きく、また重要な外貨獲得手段の一つであり、同時に南部アフリカ唯一の鉛・亜鉛の供給源として、その維持を図る必要がある。

5.1.2 探鉱対象地域

大部分の地域は探査の初期の段階から、土地化学探査網で覆われている。示徴に対しては地質調査、物理探査、ピットないしトレンチの掘削、更にはオーガーあるいはダイヤモンド試錐が実施されてきた。抽出された示徴のほとんどは妥当な調査が行われている。従って周辺に新たな鉱床が見出される可能性は低いと判断される。この中にあって、セブンペールでは銅の鉱床が見出されたためか、亜鉛の着鉱については長く注目されていなかったのであるが、1976年にMINE Xがカブエ・ウエストとして詳細な地化学探査を実施、更にこれはオーガー試錐へと進められた。岩盤に近い覆土中に、亜鉛で10ないし30%の値を数か所で得ている。この時の作業は、肥料原料鉱物の探査を優先させるために中断のやむなきに至っているが、この地域は当地方で最も有望な鉛・亜鉛の鉱床の胚胎が予想される地域で、既に硫化鉱の存在が確認されており、早急にその開発を図らねばならない。

5. 2 提 言

5. 2. 1 対象の選定

カブエ地域の鉱物資源探査の対象をカブエ・ウエストに集約する。地域を従前の探査活動で明らかにされているポテンシャルに基づき3つの地区に区分する。

A地区は第17と第21番の地化学探査の試料採取線に囲まれた範囲で、オーガー試錐の結果、岩盤の直上の覆土から30%に達する亜鉛の値が得られている。

B地区は同じく第25と第30番の線に挟まれた範囲で、地化学探査にて広い示徴が得られていて、かつ鉛、銅ないしコバルトの示徴を伴っているが、地下での試料では亜鉛の品位がやや低く、また、物理探査法は試験されていない。

C地区は上記2地区の北、2ないし3キロメートルに位置し、亜鉛の長く伸びた示徴として表されているが、詳細な検討はまだ行われていない。

5. 2. 2 探査方法

カブエ地域は既往の地化学探査網に覆われていて、特別な目的を有する場合を除いて更にこれを行う必要はないと見られる。

種々の物理探査法も応用されていて、これには磁気、電気、電磁気、重力及び放射能探査が含まれている。地震波による反射法はまだ試験されてはいないが、鉱化に関連した地下の細かい構造を検出するために役立つように考えられる。比抵抗法及び精密重力探査法も地質の情報を得るのには利用が可能と判断される。

鉱化はダイヤモンド試錐で確認するほかはないが、それには可能な限りコアを採取出来るべく、装備も十分で、かつ技術を備えた試錐担当者が必要である。

5. 2. 3 調査計画案

現在、鉱業権は設定されていないが、その取得については問題はない。また地上権は地方自治体、ザンビアたばこ庁、畜産会社ないし個人によって占められているが、探鉱上支障をきたさない。

調査に先立って、既往の調査との関連を明らかにするためにも、地形測量が必要である。基線方向も保存されておらず、以前の試錐孔もほとんどマークされていない。測線は基点と連絡される必要があり、恒久的基点として銅のための探鉱立坑などが利用しうる。

(1) 第1年次

初年度の調査としては、十分な情報があって、直接試錐を必要としているA地区のダイヤモンド試錐より開始することを提案する。

リオ・ティントによる着鉱の北東部の地域を対象に、100メートル間隔のグリッドで、当面、深度250メートルの試錐6孔を予定する。

地震反射法による測線として長さ1,000メートルの線15本を設定し、A、B及びC地区に配置する。このうち、3つの線は試錐孔が配置される線上に置かれ、シグナルと地下構造との対比を行う(図5-1-1)。

(2) 第2年次

初年度において1ないし2孔で着孔を見た場合は、試錐のグリッドの間隔を50メートルに変更する。鉱化が認められず、物理探査法にても示徴が得られぬ場合は、第2年次の試錐孔は初年度のグリッド及び隣接する正方形の中心に配置する。その数ないし所要深度は初年度の結果よりこれを定める。少なくとも2孔程度はB地区に配置したい。

第2年次に用いる物理探査法は、初年度の結果を見て決定したい。比抵抗法、精密重力あるいは、更に有効ならば反射法を用いて、第3年次の試錐の対象を抽出する。

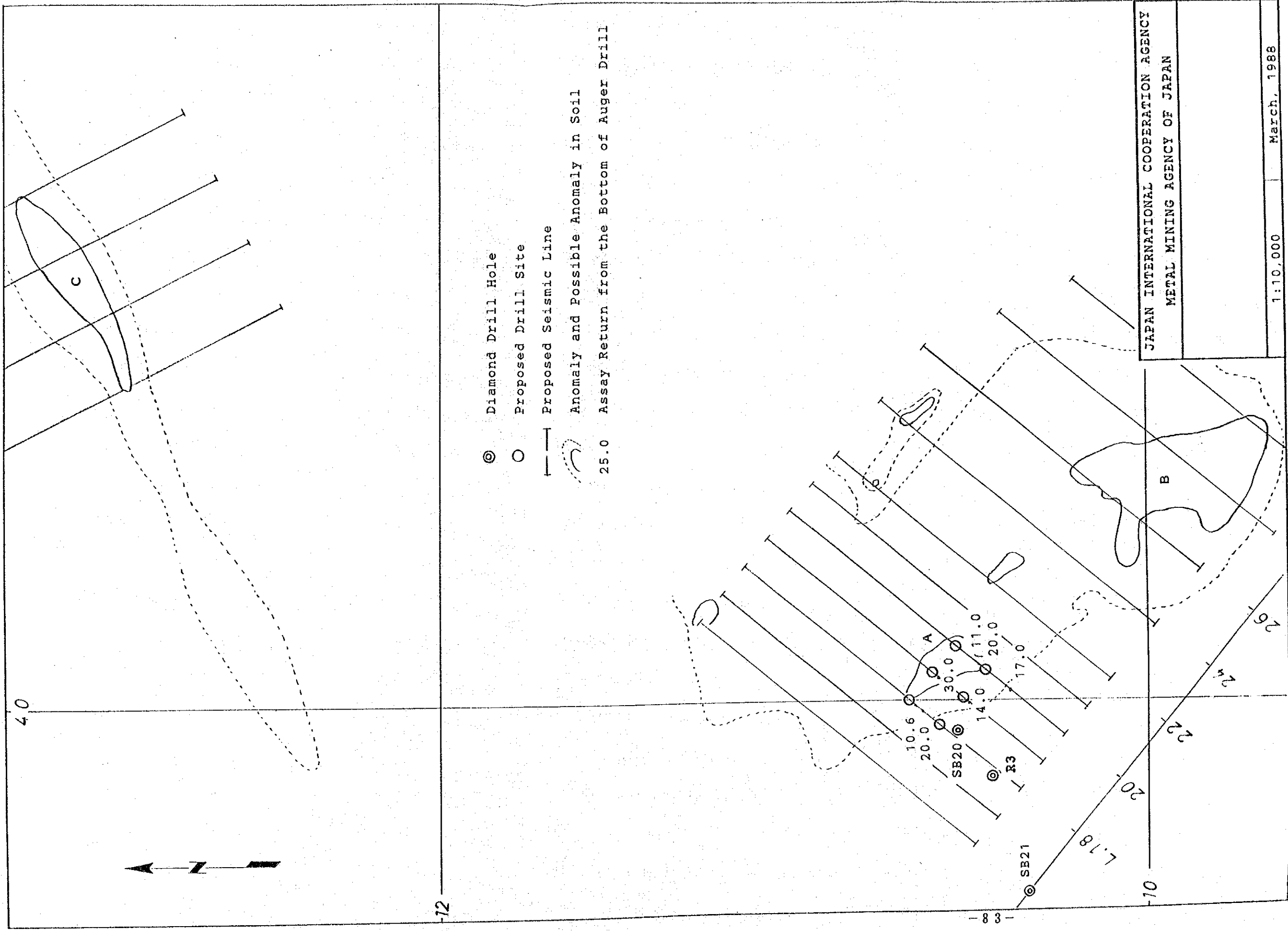
(3) 第3年次

もし採掘可能な品位の鉱石が見出された場合は、試錐は鉱量の計算ないし評価のために割り当てられる。注目すべき鉱化が認められていない場合は、鉱化に関連のあると考えられる物理探査の示徴を対象とする。2孔程度はC地区の示徴の下底の解明に当てたい。第3年次の探査作業の過程で鉱石を見出した場合は、継続調査が次年度に持ち越される。

5. 2. 4 スケジュール

カプエ・ウエストにおける鉱化の特性は、カプエにおける硫化鉱の処理施設が稼働中に、明らかにされる事が望ましい。できるだけ早い機会に実施されることが必要である。

5-1-1 Proposed Survey Plan for the First Year



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 METAL MINING AGENCY OF JAPAN

1:10,000

March, 1988

付

カブエ地域探査年表

歴 史	カブエ鉱山	チワング	セベンベル	ルカリ
1902	露頭発見		銅鉱発見	
1904	ローデシア・ブロークンヒル設立			
1915	連続操業開始			
1925-27				カーマノールで探掘 (V)
1929-30			ロアングア・コンセッション調査	ロアングア・コンセッション調査
1953		リオ・ティント社探鉱権取得	リオ・ティント社探鉱権取得	リオ・ティント社探鉱権取得
1955-59		試掘 4孔	試掘 28孔 10,700m	試掘 10孔 3,058m
1962	ISF導入			
1963		リオ・ティント放棄		リオ・ティント放棄
1964	ザンビア独立	チャータード・エクス取得		チャータード・エクス取得
		試掘 16孔 1,292m		試掘 26孔 4,970m
1969		ザマングロ・エクスと改称		ザマングロ・エクスと改称
1970	新鉱業法発効、ZIMCO設立	ザマングロ・エクス探鉱権設定	ジオミン探鉱権設定	ザマングロ・エクス探鉱権設定
		試掘 14孔 1,069m	試掘 9孔 2,629m	試掘 14孔 700m (カーマトル)
			立杭 37m	
1971	ミンデックス設立			
1972		ザマングロ・エクス放棄		ザマングロ・エクス放棄
1975			探鉱権消滅	
1976			ミンデックス、カブエ・ウエストとして探鉱	
			オーガー試掘 403孔 6,418m ほか	
1978	ミンデックス、ミネックスと改称			
1981	ZCCM設立			

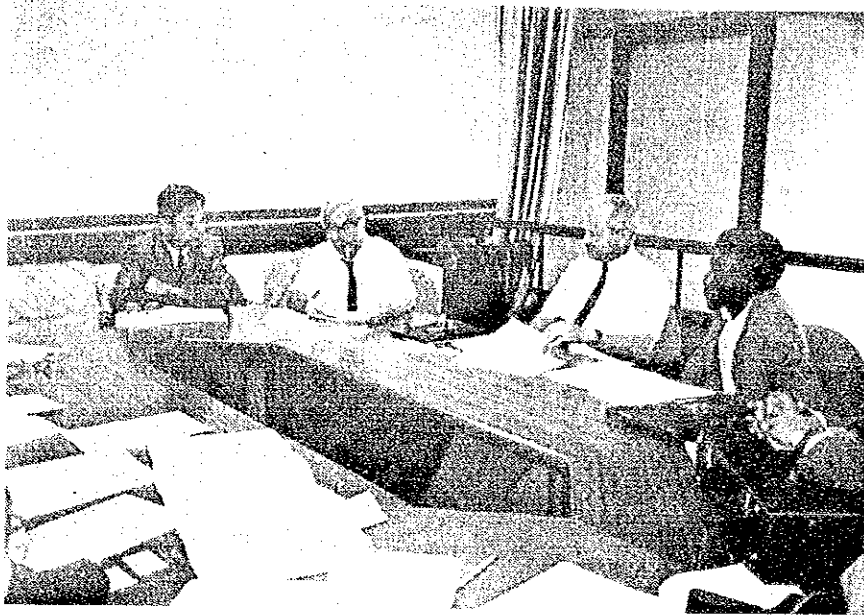
References

- CAIRNEY, T. & KERR, C.D. (1973); The Geology of the Kabwe Area.
Explanation of Degree Sheet (unpublished).
- DAWSON, A.R. (1976); Final Report on Sebembere E.L.34.
Mokambo Development Co. (unpublished)
- DRYSDALL et al(1972); Outline of the Geology of Zambia.
Geologie en Mijnbouw, Vol.51(3), p.265-276.
- FREEMAN et al(1983); Exploration and Mining in Zambia. Proterozoic '83
Geological Society of Zambia.
- HOLT, L.W. & COLES, J. (1974); Report on the Lusaka-Broken Hill Area.
Occasional Report No.72, Zamanglo Exploration Ltd
- KORTMAN, C.R. (1972); The Geology of the Zambia Broken Hill Mine, Kabwe.
Geologie en Mijnbouw, Vol.51(3), p.347-356.
- LEPELTIER, C. (1969); A Simplified statistical Treatment of Geochemical Data
by Graohical Representation.
Economic Geology Vol.64, p.538-550.
- MONEY, N.J. (1987); Prospecting for Mineral Deposits in Zambia.
Geological Survey Dept. Occasional Paper No.121.
- PODEMSKI, M. (1977); Kabwe West PL 142, Quaterly Report No.3 & 4.
MINDEX (unpublished)
(1980); Memorandum on Kabwe West Zinc Prospect.
(unpublished)
- REEVE, W.H. (1963); The Geology and Mineral Resources of Northern Rhodesia.
Bulletin of the Geological Survey No.3.
- SLIWA, A., & PODEMSKI, M. (1980); Kabwe West PL 142, Final Report.
MINEX (unpublished)
- SLIWA, A. (1983a); Kabwe West PL 187, Quaterly Report No.1.
MINEX (unpublished)
(1983b); ditto, No.2, 3 & 4. MINEX (unpublished)
- TUKE, M. F. (1972); Report on the Chiwanda Area. Occasional Report No.63.
Zamanglo Exploration Ltd. (unpublished)
- STUKE et al(1972); Report on the Lukali Area. Occasional Report No.65.
Zamanglo Exploration Ltd. (unpublished)
- WEIR, D.J. (1976); Kabwe West P1 142, Quaterly Report No.1.
MINDEX (unpublished)
(1977); Kabwe West P1 142, Quaterly Report No.2.
MINDEX (unpublished)

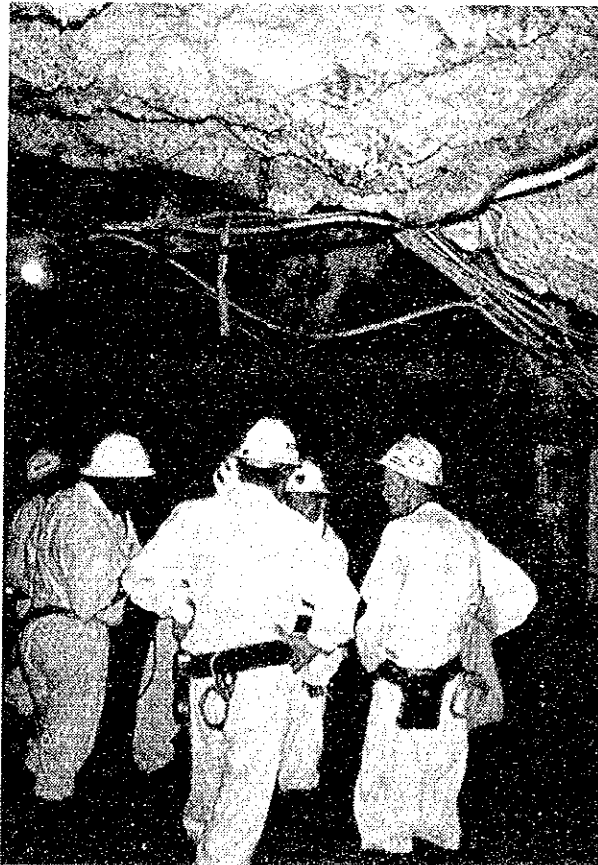
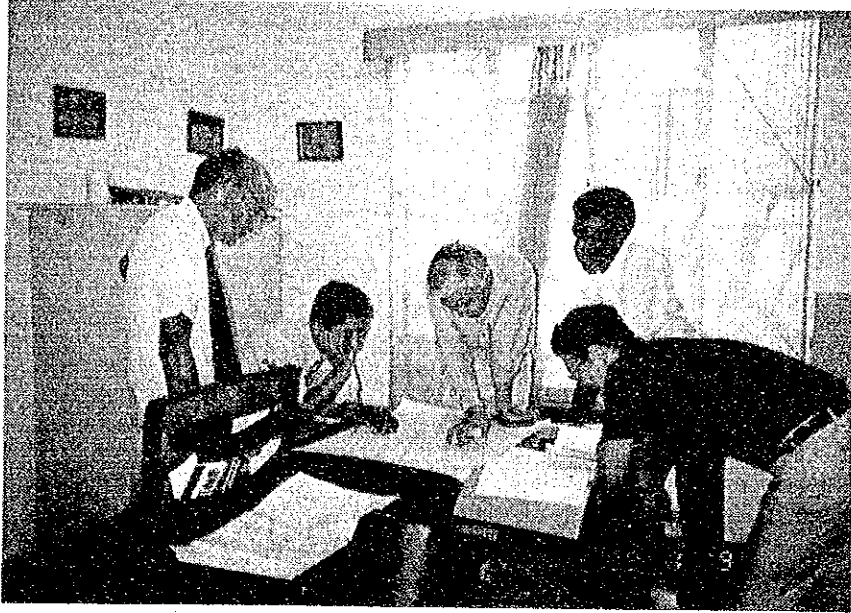
調査状況記録写真



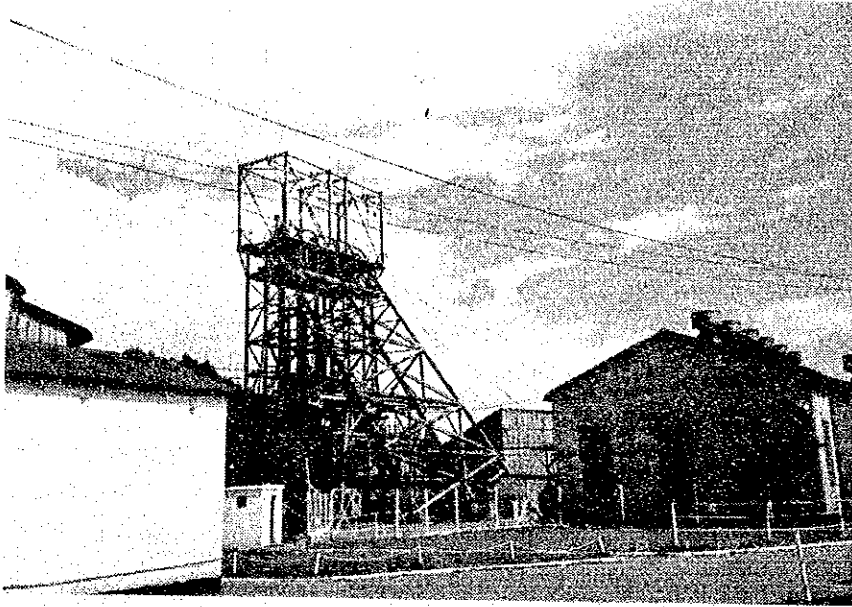
Meeting at MINEX



Meeting at ZCCM



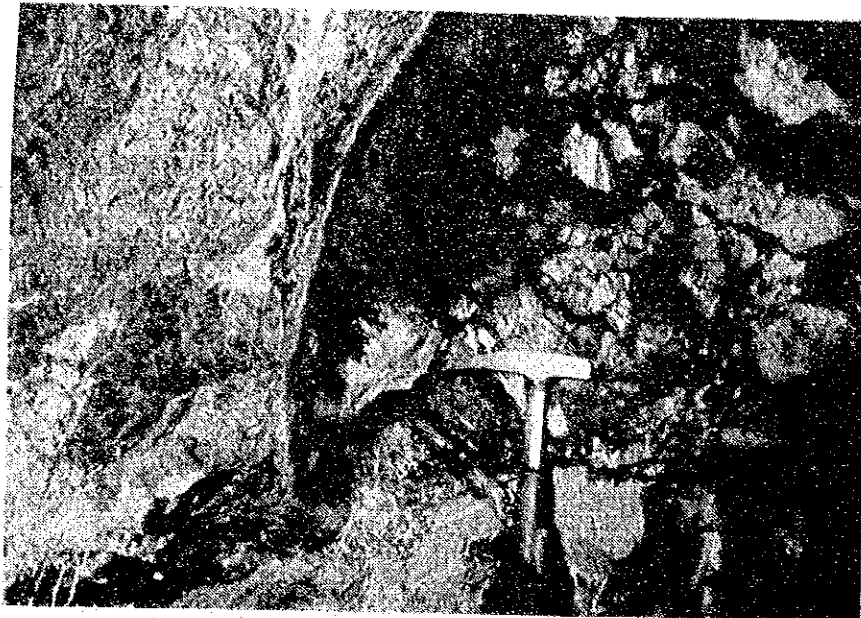
At Kabwe



Ore Shaft, Kabwe Mine



Davis Shaft, Kabwe Mine



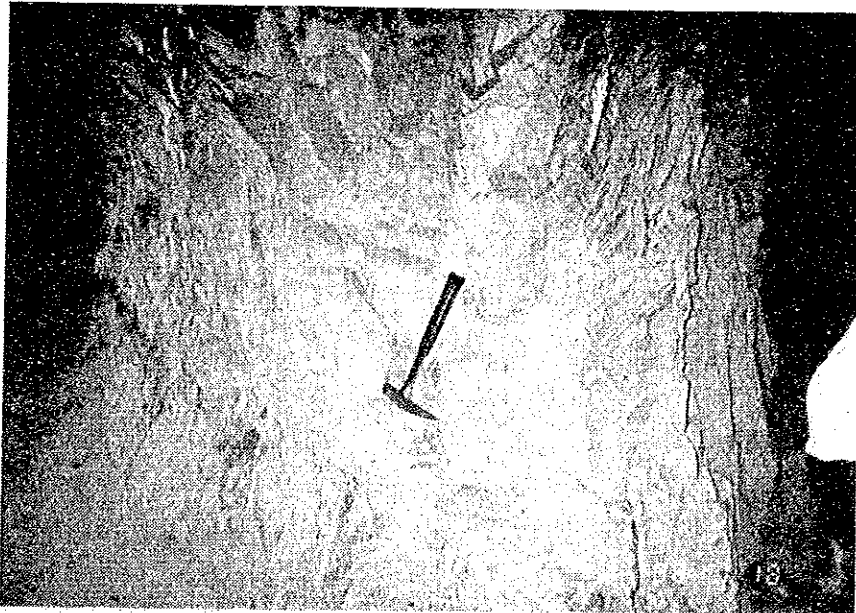
Ores, Kabwe Mine

Left: Sphalerite Ore

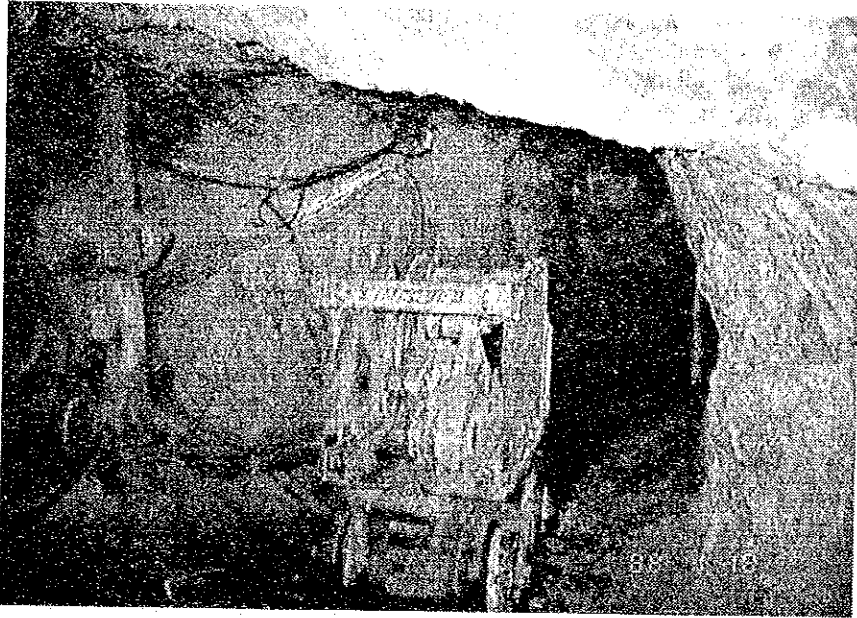
Right: Brecciated Zone
in Wall Rocks



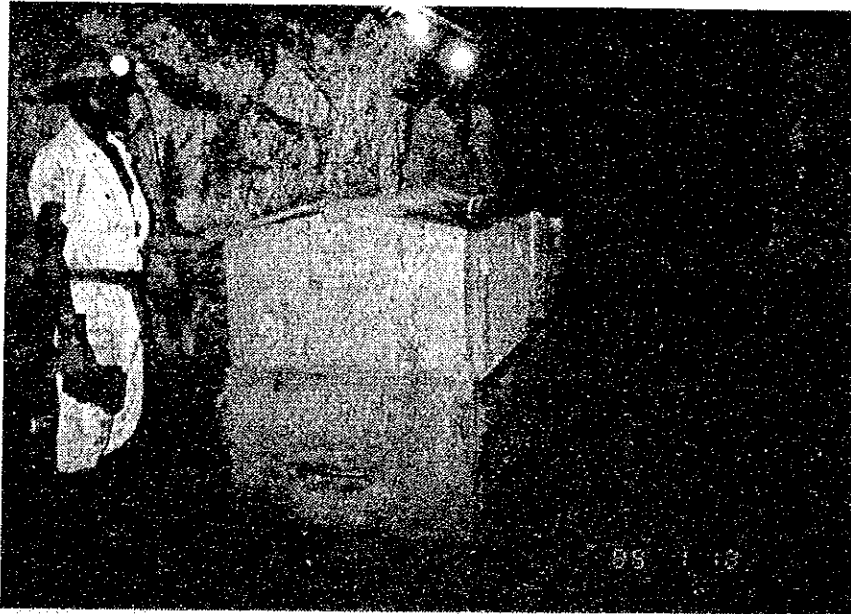
Schistose Rocks, Kabwe Mine



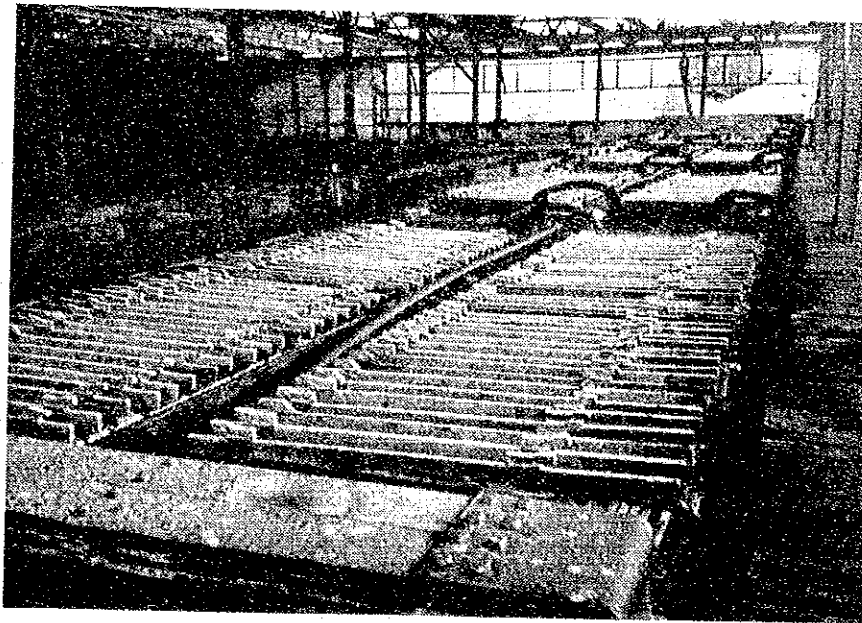
Massive Dolomites, Kabwe Mine



Rocker Shovel, Kabwe Mine



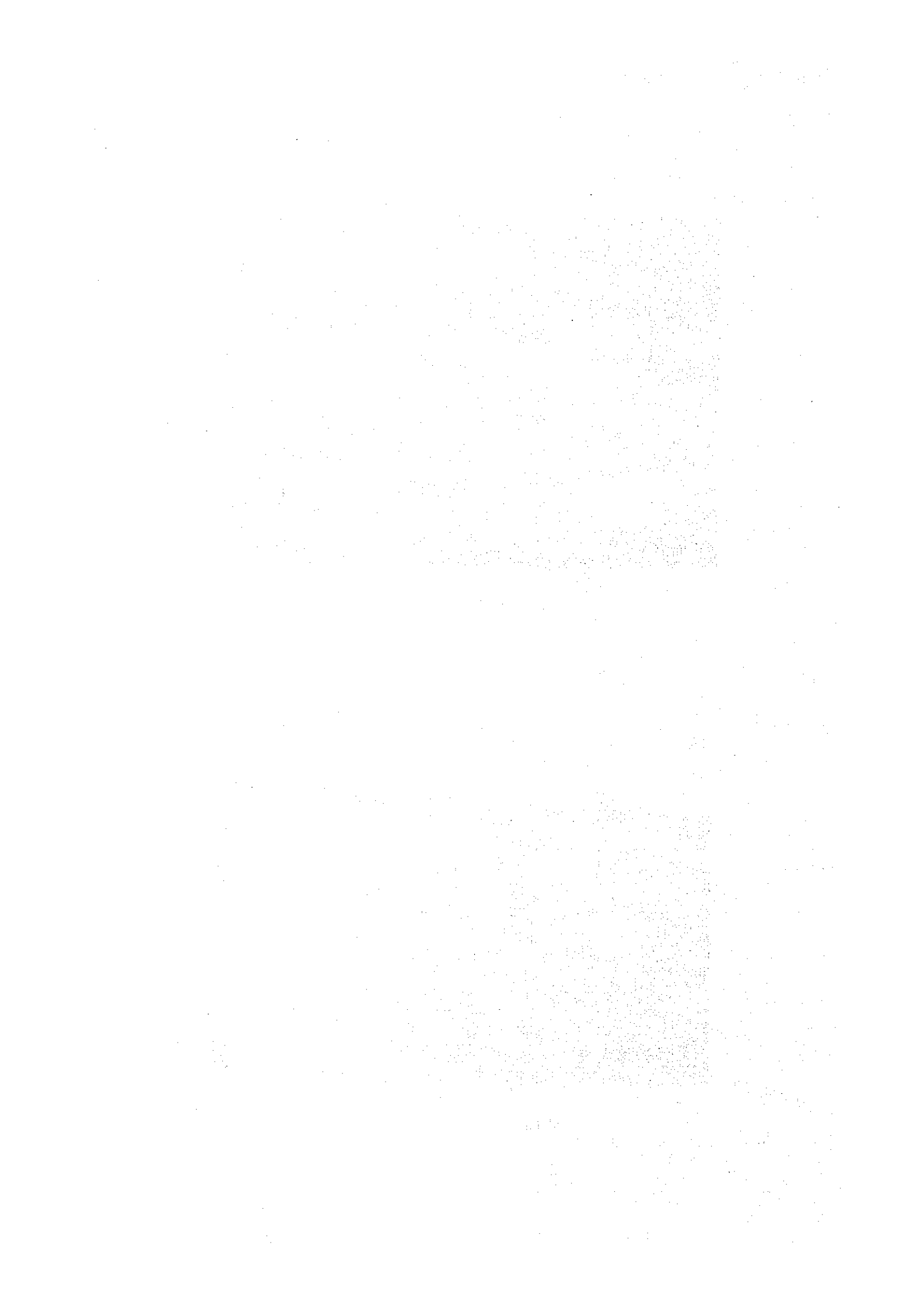
Locomotive, Kabwe Mine

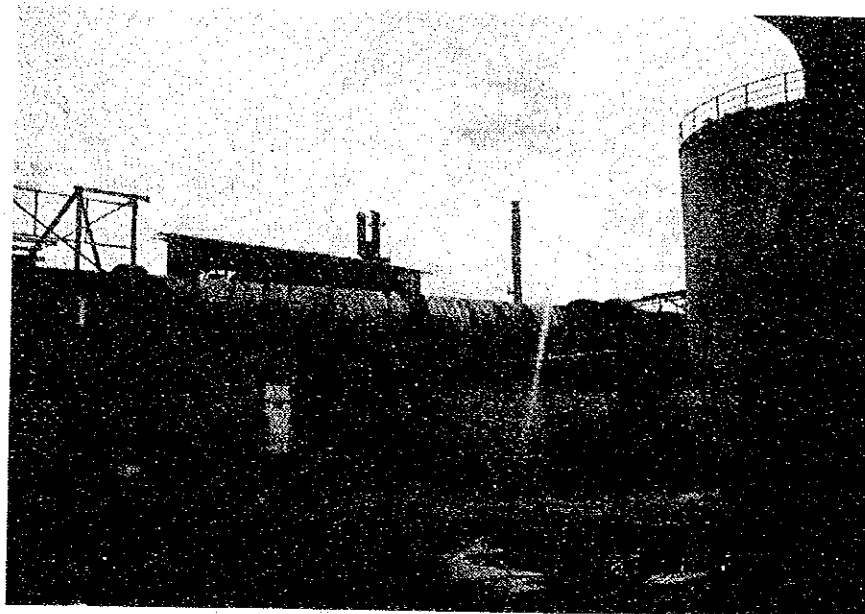


Electrolytic Cells, Kabwe Plant

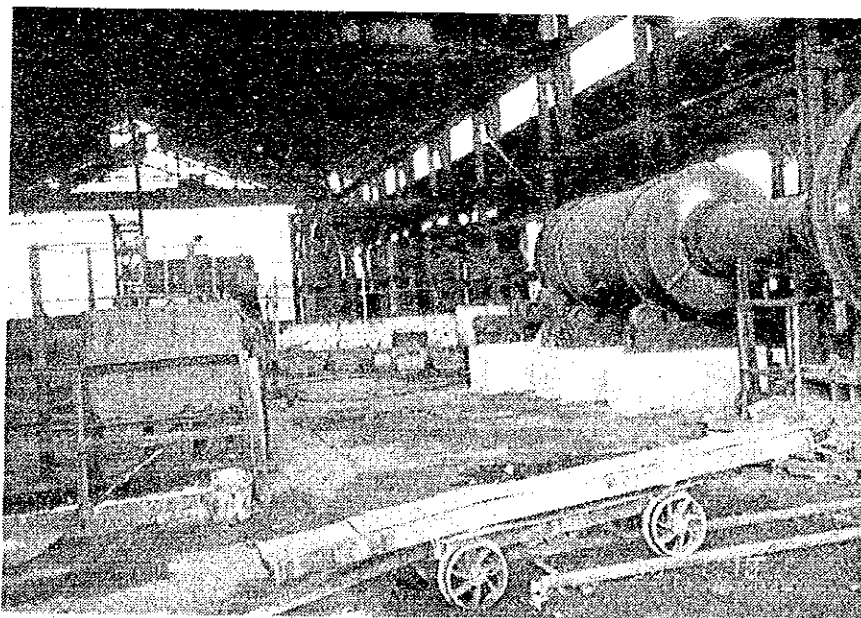


Sable 2 Zinc, Kabwe Plant

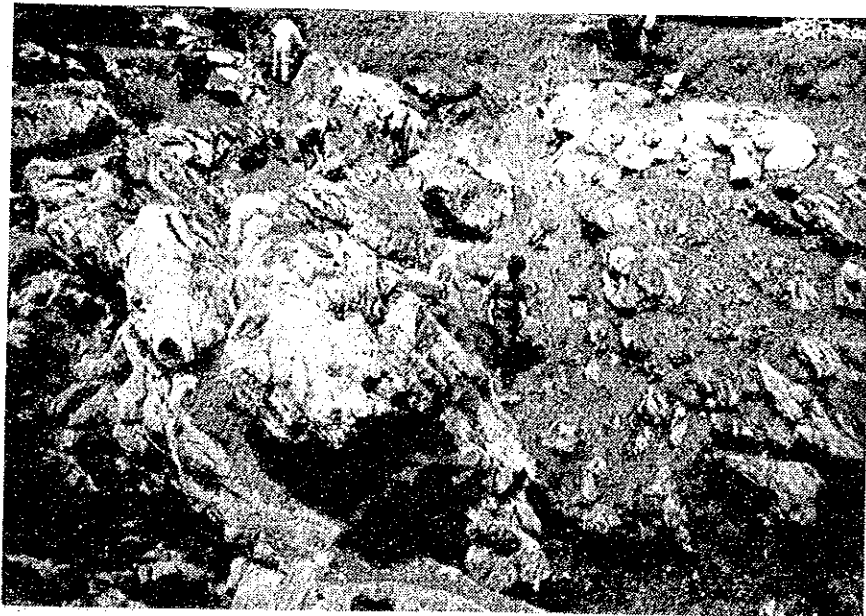
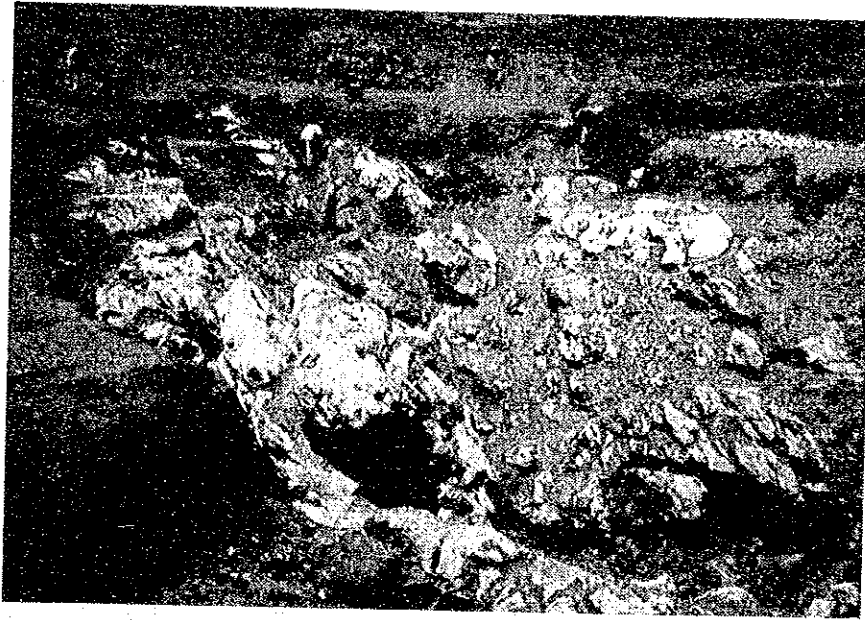




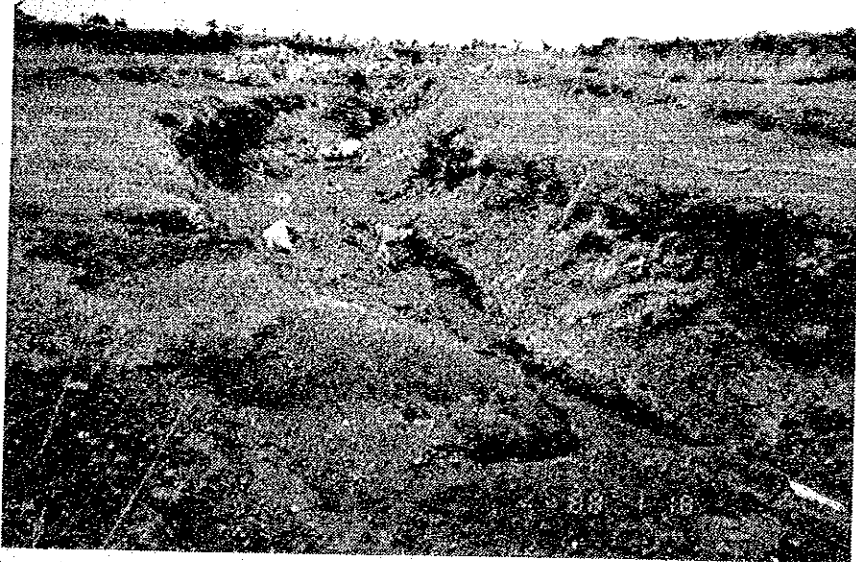
Waelz Kiln, Kabwe Plant



Lead Refinery, Kabwe Plant



Foundry Prospects



Airfield Prospect



Airfield Prospect



Star Zinc



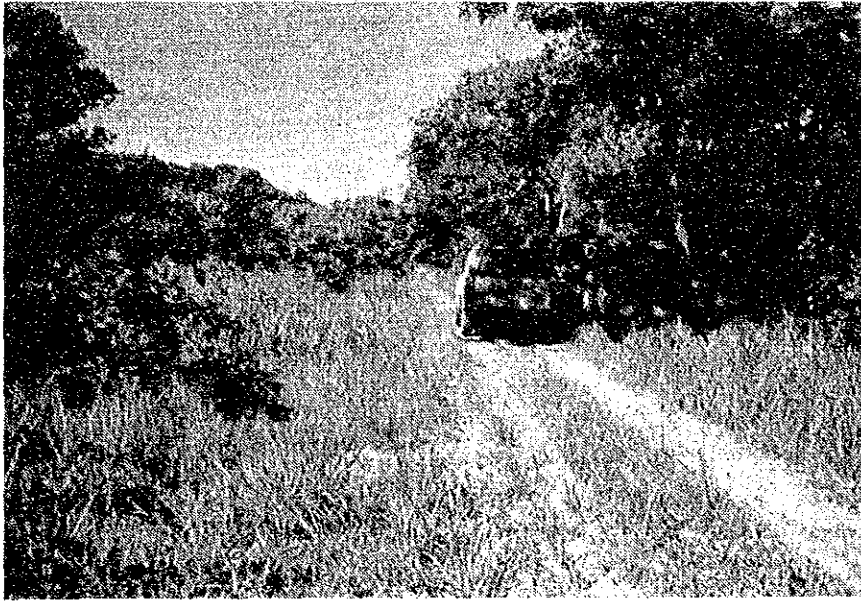
Star Zinc



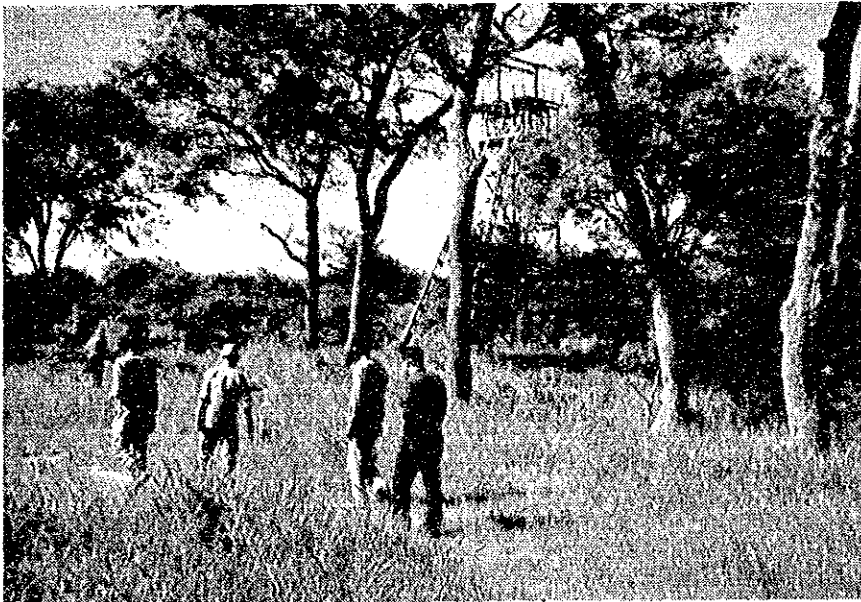
Rio Tinto Post, Sebembere



DDH R3, Sebembere



Access Road, Sebembere



Prospecting Shaft, Sebembere



Kabwe West

