

資源開發協力基礎調查報告書

地域開發計画調査

世界銀行援助国及びアジア・地域

中国報告

平成 22 年 12 月

國際協力專業團
金屬飯業專業團

533
66.1
MPN

CR5
90-126

JICA LIBRARY
1089181101

国際協力事業団
22138

22199

資源開発協力基礎調査報告書

地域開発計画調査

ザンビア共和国カブエウエスト地域

中間報告

平成 2 年 6 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

資源開発協力基礎調査報告書

地域開発計画調査

ガンビア共和国カブエウエスト地域

中間報告

平成2年6月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

は し が き

日本国政府はザンビア共和国政府の要請に応え、同国中央州に位置するカブエウエスト地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、ボーリング探鉱等の鉱床探査に関する調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は平成元年度を第1年次とし、初年次にあたって金属鉱業事業団は4名の調査団を編成して平成元年10月29日から平成2年4月13日まで現地に派遣した。

現地調査は、ザンビア工鉱業公社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、初年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたって御協力いただいたザンビア共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ザンビア日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

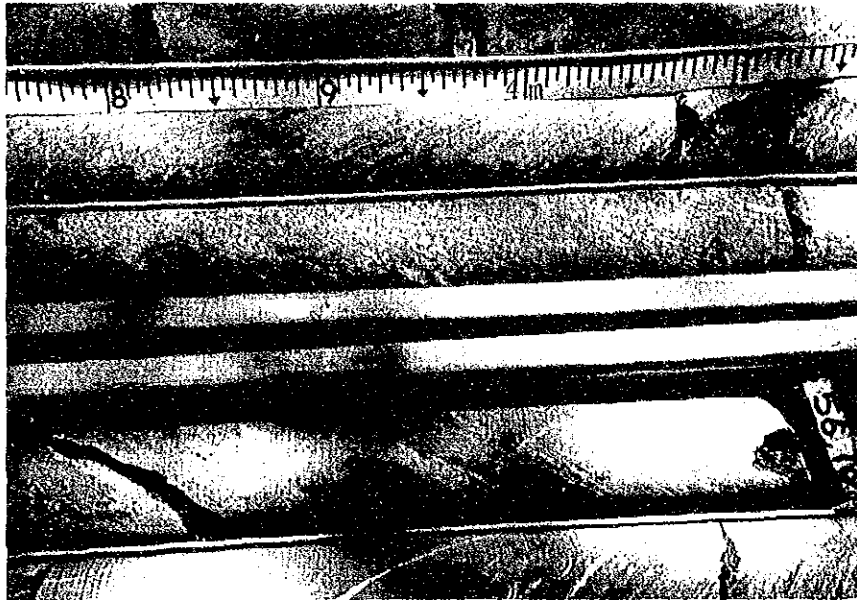
平成2年6月

国際協力事業団

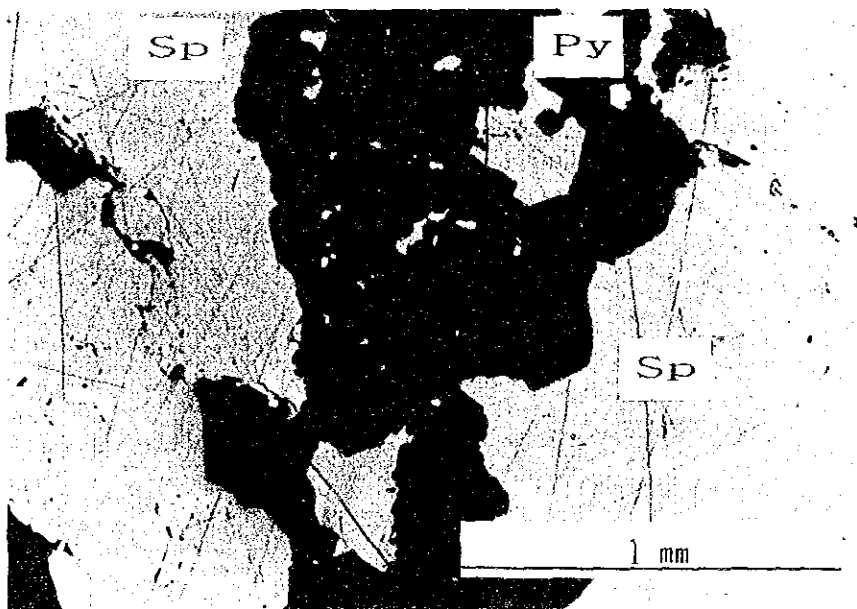
総 裁 柳谷 謙介

金属鉱業事業団

理事長 福原 元一



Intersections of sphalerite veinlets
MJZK-10, Vicinity of 53 to 56m in depth



Sphalerite ore: MJZK-10, 53.35m
Sp: Sphalerite Py: Pyrite

目 次

はしがき

第1部

I 調査概要	1- 1
1. 序言	1- 1
2. 調査の目的と経緯	1- 1
3. 調査対象地域	1- 7
3. 1 位置	1- 7
3. 2 地形および気候	1- 7
3. 3 地質概要	1- 7
4. 既往の調査	1-10
II ボーリング調査結果	1-11
1. 調査概要	1-11
1. 1 調査目的	1-11
1. 2 調査内容	1-11
1. 2. 1 ボーリング工法	
1. 2. 2 主要ボーリング機材	
1. 2. 3 作業形態	
1. 2. 4 コアの保存	
1. 2. 5 宿舎	
1. 2. 6 道路開削	
1. 3 調査員	1-12

2. 調査結果	.....	I-16
2. 1 地質概要	.....	I-16
2. 2 コア鑑定結果	.....	I-16
2. 3 コア鑑定総括	.....	I-21
2. 4 地質的考察	.....	I-26
2. 4. 1 層序		
2. 4. 2 千枚岩		
2. 4. 3 ドロマイト		
2. 4. 4 地質構造		
2. 4. 5 鉱化作用		
2. 4. 6 変質		
III 結論	.....	I-29
1. 調査結果の総括	.....	I-29
2. 今後の問題点と調査指針	.....	I-30
参考文献		
第2部		
I 調査工事総括	.....	II- 1
1. 総説	.....	II- 1
2. 共通事項	.....	II- 1
2. 1 人員構成	.....	II- 1
2. 2 作業時間	.....	II- 1
II 各孔別掘進作業概要	.....	II-13
MJZK 1~ 12		

図表一覽表

図：

第1部

第1図	位置図	I- 5
第2図	交通図	I- 6
第3図	ボーリング位置図	I-15

表：

第1部

第1-1表	作業概要	I- 3
第1-2表	調査団名簿	I- 4
第 2 表	層序	I- 9
第3-1表	調査内容	I-13
第3-2表	主要ボーリング機材	I-14
第3-3表	孔別着鉱部一覽表	I-22
第4-1表	検鏡結果一覽表(研磨片)	I-31
第4-2表	検鏡結果一覽表(岩石薄片)	I-33
第5表	化学分析結果	I-35

第2部

第 1 表	調査工程総括表	II- 2
第2-1表	孔別工程総括表	II- 3
第2-2表	掘進作業所要日数内訳表	II- 4
第 3 表	孔別工程表	II- 6
第4-1表	消耗品使用明細表	II-10
第4-2表	使用ビット一覽表	II-11
第4-3表	孔別消耗品使用明細表	II-12
第 5 表	孔別ボーリング調査実績表及び調査総括表	II-21

M J Z K 1 ~ 1 2

第 6 表	孔別掘進作業総括表	II-45
-------	-----------	-------

ダイアグラム：

第1部

地質柱状図

MJZK 1～12

第2部

孔別工程表

MJZK 1～12

添付資料：

付図第1図	カブエウエスト地質断面図	Line 18
付図第2図	カブエウエスト地質断面図	Line 19
付図第3図	カブエウエスト地質断面図	Line 17 & 20
付図第4図	カブエウエスト地質断面図	東西断面
付図第5図	カブエウエスト模式断面図	(A)
付図第6図	カブエウエスト模式断面図	(B)

ダイアグラム

地質柱状図

MJZK 1～12

第 1 部

1 調査概要

1. 序言

日本国政府は、ザンビア共和国政府の要請に基づき、カブエウエスト地域の鉱床探査と鉱物資源賦存の可能性を評価する事を目的とした調査を実施することとし、平成元年6月23日ルサカにおいて国際協力事業団及び金属鉱業事業団の代表とザンビア工鉱業公社の代表との間に協定書が締結された。

作業内容の概要を第1-1表に、また、本調査の準備と遂行に尽力された方々および現地調査に従事した調査員を第1-2表に示す。

2. 調査の目的と経緯

本調査の主目的はカブエウエスト地域の探査を行ってその鉱物資源の賦存の可能性を評価することにある。

カブエウエストの亜鉛の示徴地の、約3キロメートル北東にあるセベンベレの銅を伴った石英脈の存在は既に1902年に報告されている。記録に残る地域の鉱床探査は1950年代にリオ・ティント社がセベンベレで実施したダイヤモンド・ボーリングにまでさかのぼることが出来るが、その1孔において深度96.08~105.23mの間に亜鉛6.16%の鉱化を見出している(SLIWA & PODEMSKI, 1980)。

1970年から1972年にかけてルーマニアのジオミン社はセベンベレの銅鉱床を対象とした9孔のボーリングを実施した。

ザンビア工鉱業公社の探査部門をミネックスと呼ぶが、1976年にミネックスの前身であるミンデックスは亜鉛を対象とした土壌による地化学探査を開始し、これに伴ってセベンベレの銅鉱床をも含む範囲に、カブエウエスト地域と呼ばれる探鉱権を獲得した。この時の地化学探査の結果、地域内の3地区で亜鉛の示徴を見出しており、更に示徴を含む地区周辺の表土中の亜鉛の垂直方向の分布を調べるべく、引き続きオーガー・ボーリングを実施している。地下に於ける亜鉛の分布状況が必ずしも明らかとなった訳ではないが、最高30%に達する亜鉛の品位が岩盤直上の覆土の中から得られた。これら地化学探査、物理探査及び403孔に達するオーガー・ボーリングを含む現地調査は、予算上の問題から1978年に作業中断のやむなきに至っている。

3年後にはミネックスとして亜鉛の鉱徴を中心とした面積20平方キロメートルの範囲で探鉱権を得ているが、国の方針として肥料用鉱物資源の開発に最優先権が与えられた為に、当地域での実際の作業は行われていない。

カブエ鉱山の操業は雇用の機会の確保と同時に外貨獲得の観点からも地域経済に重要な役割を演じている。鉱山の稼行対象鉱量，特に硫化鉱の減少に伴って，操業を維持する為に新たな鉱石の供給源の開発が急務となって来ているが，このような状況のもとで，カブエウエストは地化学探査の示徴を有し、オーガー・ボーリングで鉱徴を見いだしていることからポテンシャルの高い，最も有望な対象地域として取り上げられることとなった次第である。

第1-1表 作業概要

ボーリング調査:

孔 数	12
総延長	2,400 m

顕微鏡観察:

岩石薄片	36
鉍石研磨片	24

化学分析:

検定成分数 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Co, Ni, V.)	各 8成分
試料数	84

第1-2表 調査団名簿

日本側		ザンビア側	
プロジェクト選定調査			
松川圭男	MMAJ	R. L. BWALYA,	ZIMCO
林 歳彦	MMAJ	L. P. MABSON,	ZCCM
沢田賢治	MMAJ	P. V. FREEMAN,	ZCCM
	(ナロビ)	A. S. SLIWA,	MINEX
		G. R. RAO,	MINEX
		L. BORSCH,	MINEX
		D. MULELA,	MINEX
		E. MBUMBA,	MINEX
調査計画策定および事前折衝			
吉田直人	外務省	R. L. BWALYA,	ZIMCO
古宇田亮一	通産省	A. S. SLIWA,	MINEX
松川圭男	MMAJ	G. R. RAO,	MINEX
目次英哉	MMAJ	L. BORSCH,	MINEX
沢田賢治	MMAJ	D. MULELA,	MINEX
	(ナロビ)	E. MBUMBA,	MINEX
現地調査			
小野孝	NED	G. R. RAO,	MINEX
上野忠政	NED	D. MULELA,	MINEX
糸田秀光	NED	D. NG' ANDU	MINEX
小林昭一	NED	J. KAYIWA	MINEX

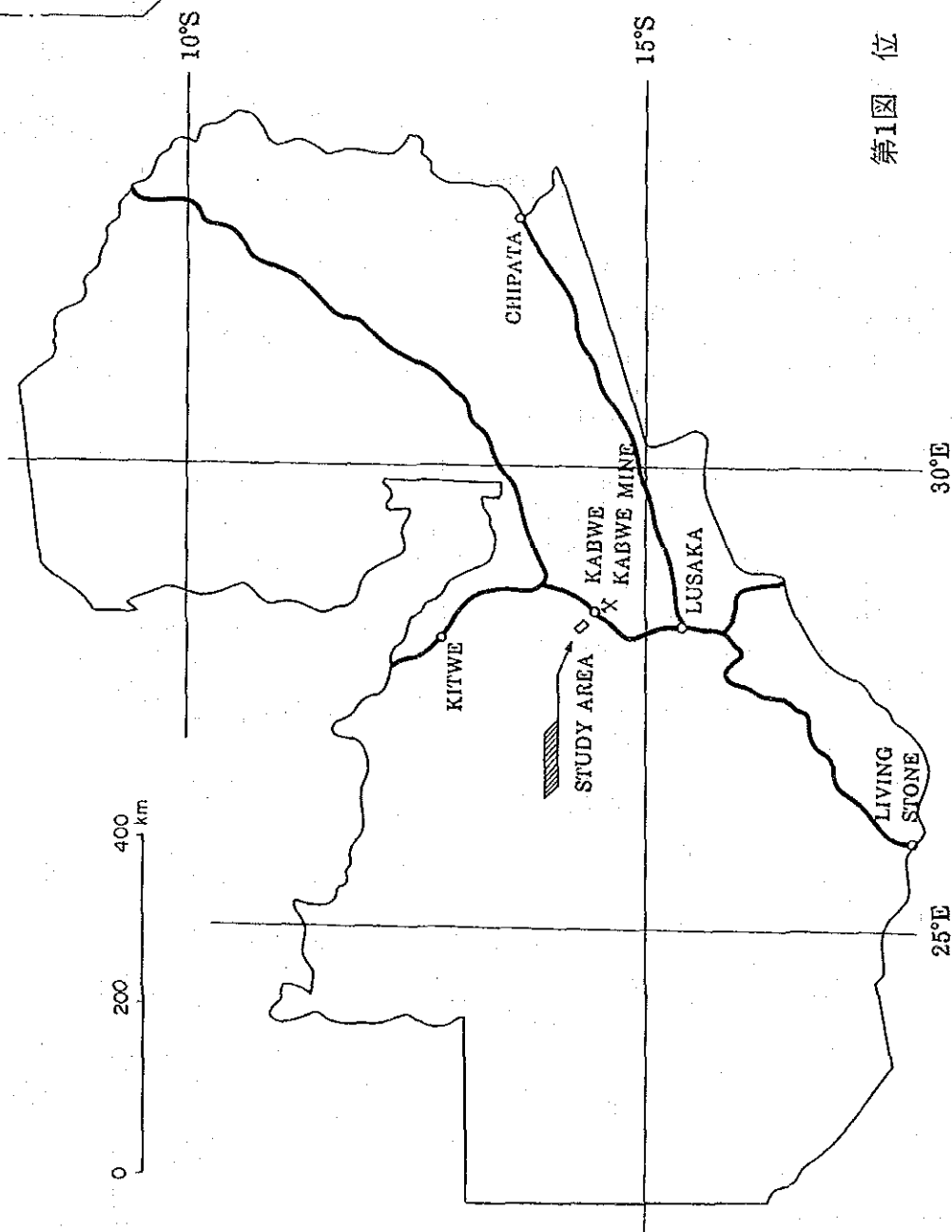
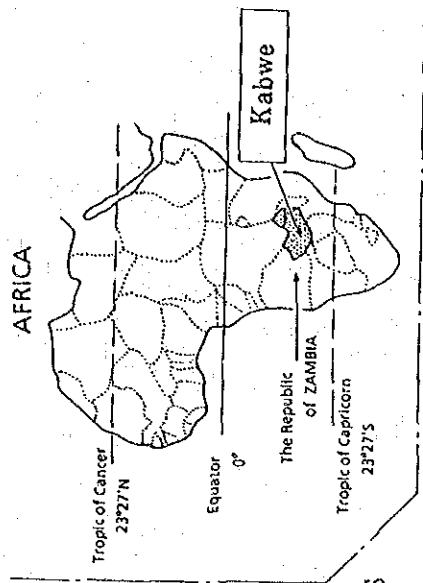
MMAJ: 金属鉱業事業団

MINEX: ザンビア工鉱業公社鉱物探査部

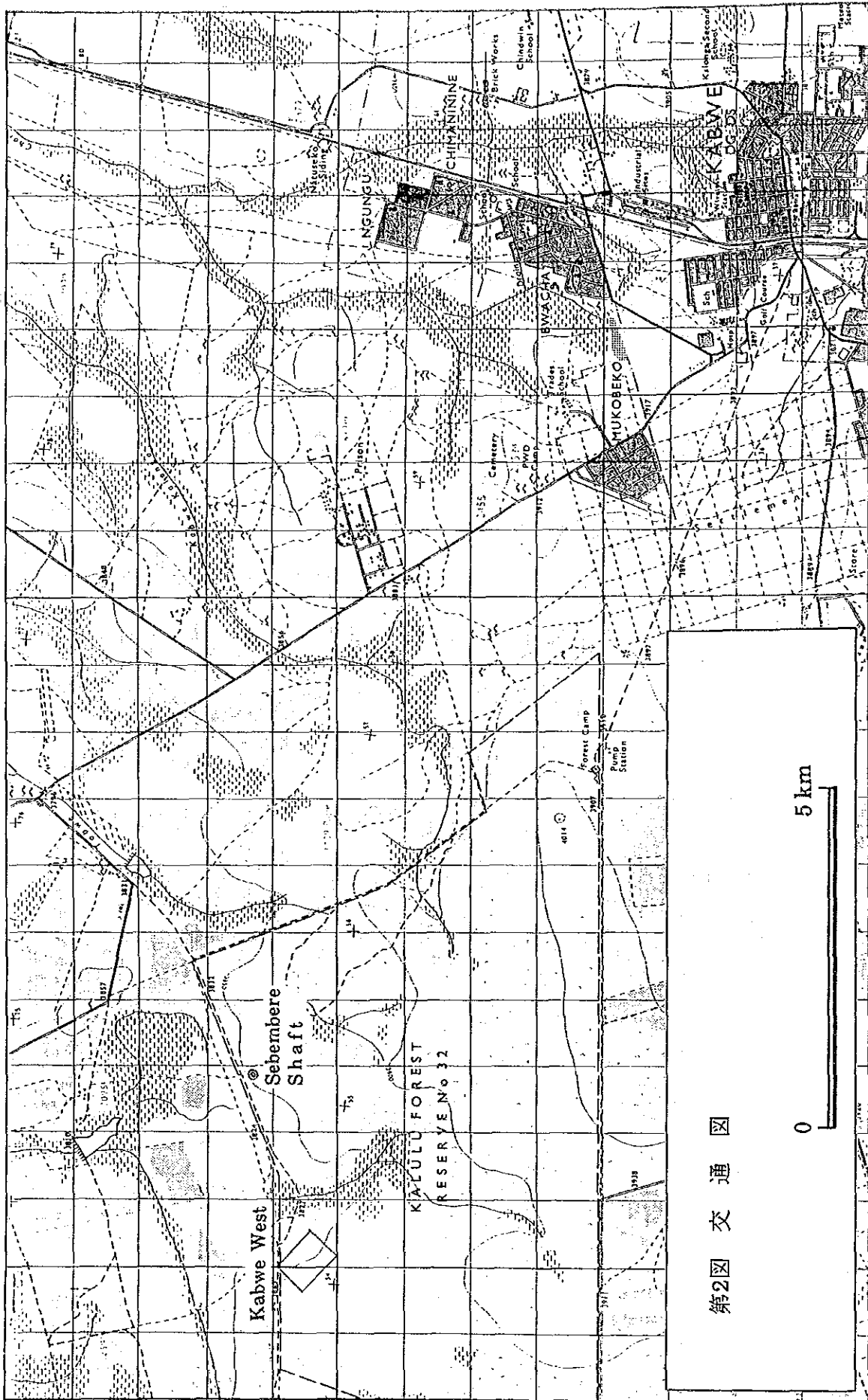
NED: 日鉱探開株式会社

ZCCM: ザンビア・コンソリデーテッド・カパー・マインズ社

ZIMCO: ザンビア工鉱業公社



第1图 位置图



第2図 交通図



3. 調査対象地域

3.1 位置

対象地域は、ほぼ南緯 14° 23′、東経 28° 17′ に位置し、中央州の中心地で、人口約 7 万人のカブエから北西 20 キロメートルに相当している。カブエは首都ルサカより北方にグレート・ノース道路により約 140 キロメートルで結ばれている。

カブエの鉛・亜鉛鉱床は 1902 年に発見されたもので、当初、オーストラリアの同種の鉱床にちなんでブロークン・ヒルと呼ばれた。ローデシア・ブロークン・ヒル開発会社は 1904 年に設立され、1915 年以来連続操業を行っている。1970 年の鉱業法の成立と共にヌチャンガ・コンソリデーテッド銅鉱山株式会社の一部門に編入され、更に 1981 年の鉱山会社の合併の結果、ザンビア・コンソリデーテッド銅鉱山株式会社 (ZCCM) のカブエ部門の一部となった。カブエ鉱山の鉱石生産量は亜鉛 25%、鉛 15% において累計 11,000,000 トンに達している。

今回の調査の為にキャンプはセベンベール開発のために掘削された立坑の近所に設けられた。カブエの北西 20 キロメートルで、そのうちムコベコを經由して刑務所入口までの 9 キロメートルは舗装されている。次のセベンベールへの分岐路入口までの 8 キロメートルはグレーダーで均された道となっている。

3.2 地形および気候

地域は標高 1,150 ないし 1,200 メートルの平原にあたり、排水はダンボと呼ばれる、水系と隣接する水系との間の地面よりほんの僅か低い低地による。

9 月から 10 月にかけての暑い乾季の平均気温は摂氏 30° ないし 33° とする。年間降雨量は平均 900 ないし 1,000 mm 内外で、大部分は 11 月から 3 月にわたって比較的短時間に豪雨の型で降る。最も雨の集中する 12 月中旬から 2 月中旬までの降雨量は、600 ないし 750 mm の範囲にある。

地域は中程度の林間地で、雨季の間は密な雑草に覆われる。

3.3 地質概要

カブエ周辺には岩石の露出がほとんど無く、地質のつながりは大部分、広い範囲にわたって行われたピット掘り、及びダイヤモンド・ボーリングの結果に基づいている。

全体的な構造は基盤の花崗片麻岩ないし片岩類をとり囲み、軸が南西におとす背斜よりなる。この基盤岩類は不整合で先カンブリア系のカタンガ堆積岩類に覆われるが、その走向は基盤岩類との接触面と平行なのが一般である。

カタンガ系の底部は多くの場合、礫質である。アルコース砂岩および珪岩類は底部の直上で種々の厚さの地層を形成している。

千枚岩およびドロマイト層では泥質なドロマイトと石灰岩を主とし、千枚岩や明瞭な結晶質ドロマイト層を挟む。安山岩または輝緑岩と記載されている熔岩ないしシルが最上部近くに存在する。

当地方の層序を第2表に示す。

今回の調査地域は主として上部ローン層群のドロマイト類よりなるが、これはしばしばブローケン・ヒル・ドロマイトと呼ばれる事がある。その上位のムワシア層群の千枚岩類は地域の西部にて縫着されている。

第2表 層序

(after ZCCM: unpublished geological map, 1988)

KATANGA SYSTEM

KUNDELUNGU GROUP

Dolomite

MWASHIA GROUP

Phyllites with minor arkose
quartzite, minor dolomite

ROAN GROUP

Upper Roan Group

Dolomite with limestone
and dolomitic limestone

Lower Roan Group

Phyllites & meta-siltstones with
quartzites, minor micaceous
quartzite, tremolite rocks.
Arkosites & feldspathic quartzites
with basal conglomerate.

BASEMENT COMPLEX

Porphyroblastic and crushed,
biotite feldspathic & granitic
gneisses with minor biotite
schists.

IGNEOUS ROCKS

Metamorphosed basic igneous rocks,
probably volcanic or minor intrusives,
including epidiosites & amphibolitic types.

4. 既往の調査

今回の対象地域はカパーベルトの南方延長部として知られている。1953年にリオ・ティント社は、密な土地化学探鉱と物理探鉱を用いて、この地域の銅を目的とした探査活動を開始した。1955年から1959年にかけて、セベンペーレ地区で28孔のダイヤモンド・ボーリングを実施しているが、その中の1孔、傾斜70°で掘削したSB-20において深度96.08mと105.23mの間で塊状ドロマイト中の亜鉛の鉱化に逢着し、6.16%の値を得ている。1979年、ミンデックスは亜鉛の着鉱部を広く取り囲む地域において規則的な土地化学探査を実施、1,000 ppm以上の亜鉛を含む示徴地区A、BおよびCの3ヶ所を見出した。これらのうち、特に優勢な示徴を有するAおよびB地区では、地中の亜鉛の挙動を解明し、また岩盤の深度を確認することを目的としてオーガー・ボーリングを行っている。示徴Cは、これらの2つの示徴の2ないし3キロメートル北方に位置する。

掘削された403孔のうち、253孔は岩盤に到達しているが、133孔は岩盤に達していない。17孔については詳細は不明である。覆土の厚さは北東側のドロマイト地域で約15m、南西側の片岩地域ではより厚く、最大69mに達する。片岩地域では亜鉛の値が一般に非常に低く、ドロマイト地域では明らかに高い。ドロマイト地域での亜鉛の値は深くなるほど高くなる。いくつかのボーリング孔では孔底で亜鉛の品位が5ないし30%に達しており、ゴッサン（焼け）、時には閃亜鉛鉱の破片が得られた場合もある。亜鉛で1%以上の範囲は200×400m程度で土地化学探査の北西側の示徴Aとほぼ一致する。SB-20は示徴の西端に位置している。覆土中に硫化物の存在が確認されている以上、岩盤中での所在とその産状が明らかにされる必要があり、これが今回の調査の主な対象となっている。

II ボーリング調査結果

1. 調査概要

1. 1 調査目的

1976年の地化学探査においてリオ・ティント社のボーリング孔SB-20の東および南東に2つの垂鉛の示徴が見出されているが、これらをそれぞれ示徴AおよびBと呼ぶ。そのうち示徴Aを含む地区を第1次の研究対象として選定し、同地区における鉱床賦存の可能性を確認することを調査の目的とする。

1. 2 調査内容

締結された業務協定書では、示徴Aを含む地域で、100m間隔のグリッドに従い、各孔深度200mのダイヤモンド・ボーリング7孔を掘削するものとする旨、仮に定められていた。着手に当たって10孔、計2,000mの垂直ボーリング孔を計画し、当面MJZK-1から-6の6孔の位置を選定し、残りの4孔はそれまでの掘削結果より決定することとされた。後に垂直孔間の情報を得ることを目的として深度200mの傾斜孔2孔が追加されている。

これに伴う調査内容を第3-1表に示す。

1. 2. 1 ボーリング工法

掘進に当たっては、ワイヤー・ライン・ダイヤモンド・ボーリング工法を用いることとし、孔底に於ける最小口径をB-サイズ以上とした。

覆土は径3⁷/₈のトリコン・ビットで掘削し、NW-サイズのケーシング・パイプを挿入する。その後、岩盤に対してはNQ-サイズのワイヤー・ライン・ビットを用い、BW-サイズのケーシング・パイプでケーシングを施した後、BQサイズのワイヤー・ライン法で仕上げる。

1. 2. 2 主要ボーリング機材

主要ボーリング機材は第3-2表の通りである。

1. 2. 3 作業形態

掘進作業は1日3方とし、1方8時間操業とする。

整地、移動、機械の組立て、解体等は原則として1日1方とする。

1. 2. 4 コアの保存

岩芯はプラスチック製のコア箱に入れ、ルサカのミネックスに送付した。その大部分はダイヤモンド・カッターで切断されて、1片を分析試料とし、残りは所定の場所に保管した。

1. 2. 5 宿舎

キャンプは小屋と食堂を主とし、それぞれ細い木の柱の間を泥で埋めた構造でセベンペーレの立坑の北側に設けられた。

1. 2. 6 道路開削

搬入道路は灌木を切り倒して開削する。ただしその大部分は豪雨と軟弱な土壌及び平坦な地形によって容易に通行不能となり、しばしば修復ないし切替を余儀なくされた。

1. 3 調査員

日本チームの団員および担当職務は次の通りである。

小野 孝	総括・地質担当
上野 忠政	ボーリング担当
糸田 秀光	同
小林 昭一	同

掘削クルーは日本人技術者1名、ザンビア人訓練生1名、および補助員3名で編成する。水は車両の運転手が担当して運搬するが必要に応じて補助員を付ける。なお、道路の切替・保全管理の必要性から1ないし2グループの補修班を編成した。

第3-1表 調査内容

数量

	計画量	修正量
ボーリング調査		
孔数	10	12
総延長	2,000m	2,400m
顕微鏡観察		
岩石薄片 30	36	
鉍石研磨片	20	24
化学分析, 8成分 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Co, Ni, V.)		
試料数	50	84

掘進延長

DDH No.	計画延長	掘進延長	方位	傾斜 (真北基準)
MJZK-1	200m	201m		垂直
MJZK-2	200m	201m		垂直
MJZK-3	200m	201m		垂直
MJZK-4	200m	201m		垂直
MJZK-5	200m	201m		垂直
MJZK-6	200m	201m		垂直
MJZK-7	200m	201m		垂直
MJZK-8	200m	201m		垂直
MJZK-9	200m	201m		垂直
MJZK-10	200m	201m		垂直
MJZK-11	200m	201m	N40°E	-45°
MJZK-12	200m	201m	N40°E	-45°
合計	2,400m	2,412m		

第3-2表 主要ボーリング機材

ボーリング機械:

鉦研 OE-8L

付属エンジン 三井ドイツ ディーゼル F2L912

ボーリング・ポンプ:

鉦研 WLMG-10

付属エンジン ヤンマー ディーゼル NF-110K

マッド・ミキサー:

利根 MCE-100

付属エンジン ヤンマー ディーゼル NF50C

ワイヤーライン・ホイスト:

鉦研 WLH-4

付属エンジン ヤンマー ディーゼル NF80K

パイプ槽:

鉦研 PD-9.5K

発電機:

ヤンマー YSG10ETN

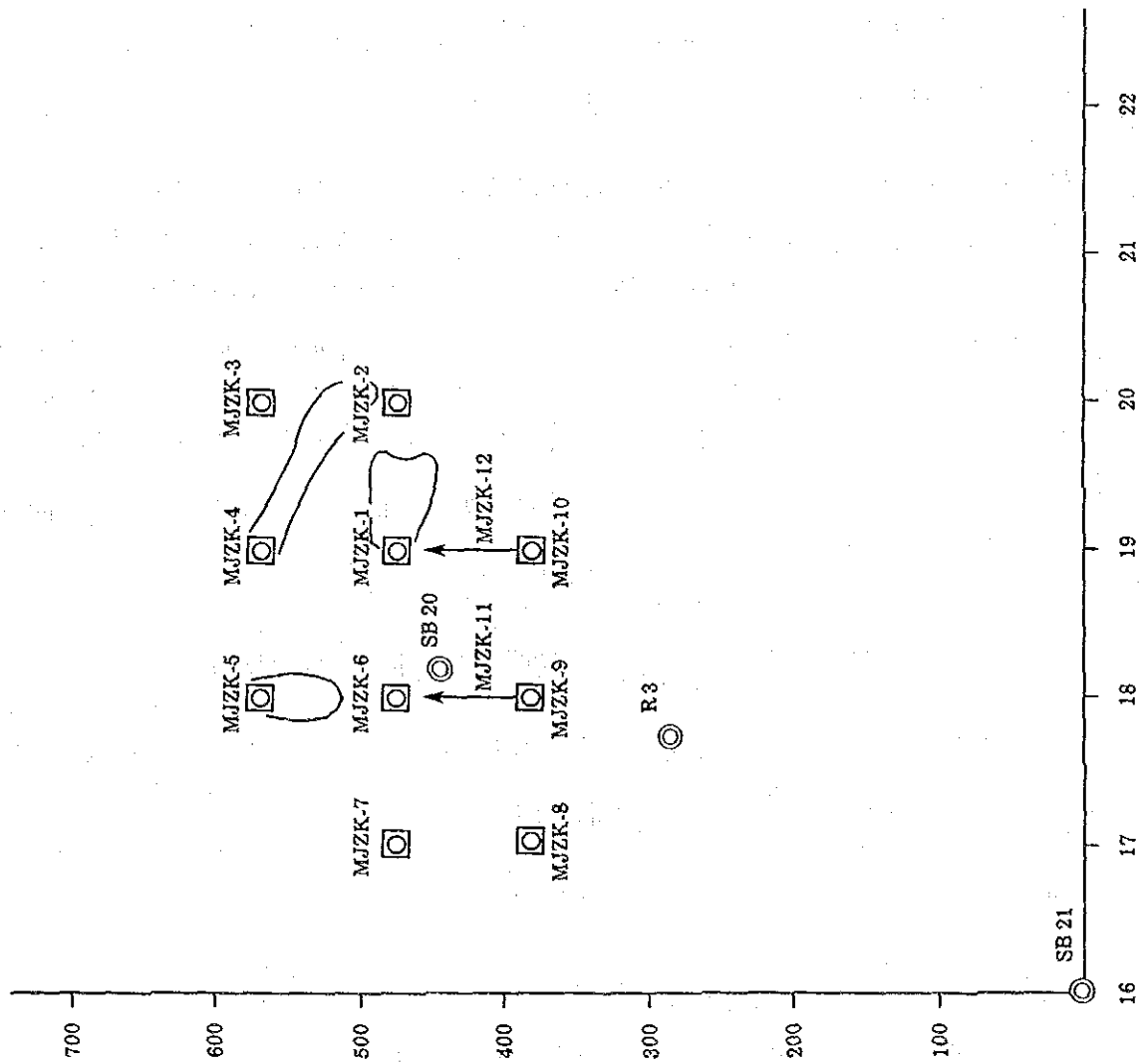
付属エンジン ヤンマー ディーゼル NS130CE

ヤンマー YSG2000B

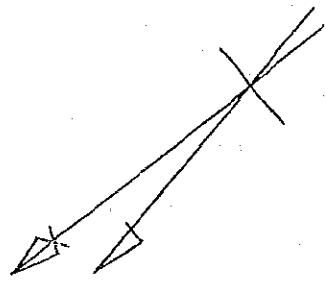
サンド・ポンプ:

ツルミ LB480

ツルミ KTV22H



- Old drilling
- Drilling in 1989-90.
- Soil anomaly in 1976.



第3図 ボーリング位置図

2. 調査結果

2. 1 地質概要

地域には厚さ8ないし38mの厚い覆土が発達している。その下底は一般に礫を含む粘土層か、粘土質のマトリックスを有する淘汰不良の砂層よりなる。石英粒が多く含まれるが、石英は下位の岩盤中ではほとんど見られない。これら堆積層は地域外に由来する堆積物によって構成されていると判断される。

地域の大部分にはカタンガ系上部ローン層群のドロマイトが分布している。地域南西部周辺ではボーリングによって岩盤の上部に千枚岩類が見いだされており、カタンガ系ムワシア層群に対比される。

2. 2 コア鑑定結果

各孔の地質の鑑定結果を付属の地質柱状図に示す。本節では各孔における概要について略述する。

2. 2. 1 MJZK-1

表土掘削の後、深度11.0mで暗褐色の粘性のある粘土層に縫着し、更に15.4mにて砂質層に達した。これらの地層がオーガー・ボーリングで見いだされた地化学探査での垂鉛の示徴をもたらしたものと判断される。ドロマイトとの境界の直上および直下で1.3ないし1.4%の垂鉛が検出された。

本孔は深度22.2mで基盤のドロマイトに入った。この岩石は縞状で、酸化帯では赤褐色に汚染されており、最高15.6%に達する垂鉛品位が深度22.2mから54.4mに至る二次鉍化帯で検出されている。

主な着鉍状況は次の通りである。

区 間	幅	品 位
21.37m~26.10m	4.73m	10.1%Zn
28.10 29.10	1.00	8.8
31.10 33.10	2.00	9.3
34.10 36.30	2.20	5.6
40.40 41.40	1.00	5.2
43.40 48.40	5.00	11.5
49.50 50.40	0.90	5.4
52.40 54.40	2.00	7.7

泥質相が64.1mと65.5mの間に挟まれており、その層理は掘進方向にたいして角度15°で交わる。酸化帯は71.9mまでで、初生帯では黄鉄鉱の鉱染がところどころに見られる。閃亜鉛鉱の小片および細脈は深度97.9, 142.3, 159.4および185.2mで認められた。微細な閃亜鉛脈が深度188.4から191.1mの間および197.3から198.8mの間に産する。

2. 2. 2 MJZK-2

粘性に富む粘土の層は11.0と13.4mとの間で掘進された。石英を伴う砂の層は深度13.5mから15.4mにわたっている。覆土の下底の1m区間で亜鉛品位が25%に達している。

黄鉄鉱と閃亜鉛鉱の幅1ないし3mmの細脈群が非酸化帯の深度76.6と77.4mに認められ、更に初生帯の92.0から115.0mにわたって分布している。

2. 2. 3 MJZK-3

本孔は深度8.9mでドロマイトに達し、13.7mで初生帯に至っている。閃亜鉛鉱の細脈は深度34.2mまで観察された。

2. 2. 4 MJZK-4

表土の厚さは11.5mであった。酸化帯は比較的深く、深度120.4mに達している。鈍い煉瓦色の殻を伴った汚染が認められ、亜鉛で5%以上の値が27.2~29.2m, 45.1~47.1m及び79.1~80.1mの区間において得られている。

2. 2. 5 MJZK-5

酸化帯の深度は浅くて、21.6mであった。閃亜鉛鉱のパッチおよび細脈が初生帯の25.1と29.2mの間で記録されている。

2. 2. 6 MJZK-6

礫を伴う粘土層の深さは33.1mに達した。酸化帯も深さ119.5mにおよんでいる。酸化帯中ではドロマイトが酸化した鉄鉱や二次の亜鉛鉱物の縁取り、パッチないし細脈のかたちで汚染されている。亜鉛で5%以上の値が、次の深度で得られている。

68.0m ~ 69.0m
97.0 ~ 98.0
105.0 ~ 107.0
111.0 ~ 112.0

閃亜鉛鉱の細脈が73.6m及び98.2mでの狭い非酸化帯に残っており、また、初生帯の190.0および194.0mにおいて黄鉄鉱・閃亜鉛鉱の細脈の形で再結晶したドロマイトの脈に伴って産する。

2. 2. 7 MJZK-7

表土の深度は38.5mに達した。

閃亜鉛鉱のパッチ、細脈、ないし網状脈は深度65.0~94.18mの非酸化帯および123.0から134.6mの初生帯に広く分布している。

亜鉛で5%をこえる区間は酸化帯の120.1から122.1mに見いだされており、そこではドロマイトは多孔質で、煉瓦色ないし白色の乳頭状の殻で汚染されている。

2. 2. 8 MJZK-8

本孔は深度27.5~43.5mの間で千枚岩類に達しており、千枚岩類とドロマイトの互層を44.6~50.1mの間で貫いている。千枚岩の薄い挟みは深度69.2mに至る間に認められる。

千枚岩類は白色ないし淡緑灰色で、ところにより滑石質となっている。酸化した鉄鉱の縞模様が珍しくない。

未固結の断層粘土が77.5から80.3mにわたって認められる。

非酸化帯の94.5~95.1mの区間で亜鉛の品位5%が得られているが、この値は再結晶したドロマイトの細脈に沿った煉瓦色の汚染に由来するものと考えられる。

煉瓦色の汚染は酸化帯で広く広がっており、亜鉛5%以上は次の区間で記録された。

144.0m~145.0m

150.0 ~153.0

181.0 ~182.0

190.0 ~192.0

本孔は酸化帯をぬける事なく終了した。

2. 2. 9 MJZK-9

本孔は29.5mで千枚岩類に入り、千枚岩類とドロマイトとの互層を34.3と37.4mの間で通過した。

非酸化帯は深度47.6から92.7mにわたっている。

二次の亜鉛の鉱化は92.7~172.8mにわたる酸化帯に広く分布し、この部分のドロマイトは一般に再結晶したドロマイトのパッチないし細脈に沿った鈍い煉瓦色の殻によって汚染されている。閃亜鉛鉱は143.8~148.0mの間に部分的に残っているが二次の亜鉛鉱物に伴われている。

主な着鉱部は次の様である。

区 間	幅	品 位
93.1m~95.1m	2.0m	11.0% Zn
105.1~109.5	4.0	12.4
113.1~114.1	1.0	5.6
122.0~125.0	3.0	10.4
129.0~133.0	4.0	7.0
134.0~135.0	1.0	5.6
136.0~137.0	1.0	10.0
141.0~145.0	4.0	13.7
153.0~160.0	7.0	10.1
163.0~165.0	2.0	8.8
167.0~170.0	3.0	9.0
172.0~173.0	1.0	6.4

2. 2. 10 MJZK-10

本孔は深度26.0mで千枚岩類よりドロマイトに入った。層準規制の閃亜鉛鉱細脈が深度52.1~60.9mの細かい縞状の黒色ドロマイト中に発達しているのが認められ、53.1~54.1mの間で8.7%の値が得られた。

78.9~169.2mに互る酸化帯は褐色ないし煉瓦色に汚染されている。酸化帯中でも幾つかの閃亜鉛鉱が珪酸亜鉛鉱と共に二次の亜鉛鉱の縞に取り囲まれているのが観察される。

酸化帯中の主な着鉱部は次の通りである。

92.1m~94.1m	2.0m	7.1% Zn
98.5 ~99.5	1.0	5.1
103.5~105.0	1.5	10.1
123.0~125.0	2.0	5.1
152.0~153.0	1.0	5.0
156.0~157.0	1.0	5.6

2. 2. 11 MJZK-11

垂直ボーリング孔に於けるドロマイトに見られる縞状構造の傾斜が急である事から、本孔は垂直のMJZK-6とMJZK-9の間の情報を得るべく計画されたもので、MJZK-6の場所から北40°東に傾斜45°で掘削された。

褐色、煉瓦色 ないし 黄褐色の汚染は 深度 56.1~89.6m および 94.8~164.8mの間の酸化帯に広く広がっている。

閃亜鉛鉱の小片および細脈は 165.3~168.4m, 177.4~180.4m, 177.4~180.4mおよび190.9~192.0mに認められる。

2. 2. 12 MJZK-12

本孔はMJZK-10と同一の場所から北40°東に傾斜45°で掘進された。閃亜鉛鉱の小片ないし細脈は 147.6~147.8, 149.7~155.0, 161.5~162.6mおよび167.0mで捕捉されている。

2. 3 コア鑑定総括

表層表土の下に原地性ではないと考えられる堆積物の層が存在することが明らかとなった。地表における地化学探査の示徴は基盤岩の風化生成物に直接由来する残留土壌によるものではなく、またオーガー・ボーリングからの分析結果もこれら異地性の堆積物での値を示しているのであろう。

地化学探査の示徴のA地区のものは垂鉛にかかる示徴であり、鉛や銅を伴っていない。このことは基盤岩で見られる鉍化の特徴と合致している。

基盤岩に於ける鉍化帯は、地表に於ける地化学探査のサンプリングで得られた異常域の範囲より広がっており、従って今回の調査地域は当初予想した示徴に限定されることなく、より広い範囲が対象となっている。

基盤岩はムワシア層群の千枚岩類と上部ローン層群の塊状ドロマイトよりなる。これら両グループの境界は必ずしも明らかではなく、千枚岩とドロマイトの互層よりなる漸移帯が存在する。

千枚岩類は調査区域の南西部に分布し、南西に傾斜していると見られる。酸化した鉄によって縞状に汚染されている事が多い。

ドロマイトは糖晶質でしばしば再結晶を行っている。黄鉄鉍の薄片や細脈が発達することも珍しくないが、酸化帯では通常分解されている。

層準規制の閃亜鉛鉍の細脈群が千枚岩類との境界に近いドロマイト中に見いだされている。通常、閃亜鉛鉍の鉍条ないし細脈はドロマイトの再結晶によって生ずる脈あるいは細脈に伴っており、非酸化帯では一般に低品位のことが多い。めばしい分析値は酸化帯における二次鉍物で汚染された部分から得られている。

垂鉛の5%以上の区間を第3-3表に示す。

第 3 - 3 表 孔別着鉛部一覽表 (5 %Zn以上)

	from (m)	to (m)	% Zn
MJZK-1	21.37	22.22	12.6
		22.80	14.2
		23.30	7.0
		23.83	6.0
		24.80	5.8
		25.90	12.8
		26.10	12.4
	28.1	29.10	8.8
	31.10	32.10	12.4
		33.10	6.0
	34.10	35.30	5.1
		36.30	6.3
	40.40	41.40	5.2
	43.40	44.40	8.4
45.40		7.8	
46.40		11.8	
47.40		13.8	
48.40		15.6	
49.50	50.40	5.4	
52.40	53.40	7.6	
	54.40	7.8	
MJZK-2	11.00	14.40	5.0
		15.40	25.0
MJZK-4	27.20	28.20	13.7
		29.20	12.1
	45.10	46.10	5.5
		47.10	9.5
	79.10	80.10	10.7
108.1	109.1	6.3	

第 3 - 3 表 (続 き)

MJZK-6	68.00	69.00	6.8
	97.0	98.00	5.5
	105.0	106.0	8.6
		107.0	5.0
111.0	112.0	5.3	
MJZK-7	120.1	121.1	16.4
		122.1	5.3
MJZK-8	144.0	145.0	6.6
	150.0	151.0	6.6
		152.0	5.8
		153.0	6.2
	181.0	182.0	6.2
	190.0	191.0	6.2
192.0		5.6	
MJZK-9	93.10	94.10	16.4
		95.10	5.6
	105.1	106.1	8.0
		107.1	8.6
		108.1	16.6
		109.1	16.2
	113.1	114.1	5.6
	122.0	123.0	6.8
		124.0	14.0
		125.0	9.6
	129.0	130.0	6.8
		131.0	6.4
		132.0	7.6
133.0		7.2	

第 3 - 3 表 (続 き)

	134.0	135.0	5.6
	136.0	137.0	10.0
	141.0	142.0	11.6
		143.0	18.0
		144.0	18.0
		145.0	7.2
	153.0	154.0	12.4
		155.0	10.8
		156.0	12.0
		157.0	14.0
		158.0	10.3
		159.0	5.8
		160.0	5.1
	163.0	164.0	5.8
		165.0	11.8
	167.0	168.0	5.8
		169.0	13.2
		170.0	8.0
	172.0	173.0	6.4
MJZK-10			
	53.10	54.10	8.7
	92.10	93.10	6.7
		94.10	7.4
	98.50	99.50	5.1
	103.5	104.5	7.7
		105.0	15.0
	123.0	124.0	5.0
		125.0	5.1
	152.0	153.0	5.0
	156.0	157.0	5.6

第 3 - 3 表 (続 き)

MJZK-11	74.30	75.30	5.6
	139.6	140.6	6.7
MJZK-12	55.90	56.90	6.5
	89.90	90.90	5.2
	149.8	150.8	6.2
		151.8	5.5

2. 4. 地質的考察

2. 4. 1 層序

地表は厚い覆土に覆われており、当地域の地質は、既往のピット掘り、溝掘りおよびボーリングによる情報から解釈が行われている。

今回の調査では基盤の岩石として僅か2種類を認めただけに留まっているが、その1つはムワンシア層群に対比される千枚岩であり、もう1つは上部ローン層群のドロマイトである。後者はしばしばブローケン・ヒル・ドロマイトと呼ばれることがある。これら2つの層群は共に先カンブリア界上部のカタンガ系に属している。

2. 4. 2 千枚岩

千枚岩は一般に白ないし淡緑色がかった灰色で、しばしば酸化した鉄鉱の縞で汚染されている。風化すると斑状になり、白、黄、褐色ないし灰色を呈する。絹雲母や緑泥石を伴い、滑石相を呈する事も希では無い。時に波型の劈開褶曲をしめすことがある。

2. 4. 3 ドロマイト

ドロマイトは殆どの場合、塊状か、かすかに縞状であり、黒色、明灰色、あるいは白色を呈する。層準規制の閃亜鉛鉱の細脈群が細かい縞状構造を有する黒色のドロマイト中に見いだされている。しかし、一般には明るい灰色ないし白色で、ところにより褐色の色調を帯びる。

ドロマイトは一般に緻密ないし細粒で糖晶状である。しばしば再結晶に基づくパッチや細脈が発達し、全体的に斑状を呈する様になる。これらドロマイトの再結晶によるパッチや細脈は晶洞ないし空隙に富むのが普通である。細脈群で形成される縞状構造の殆どは泥質相の縞や層理面と平行と見なされる。

MJZK-10におけるドロマイトの化学組成は次の様である。

53.1~54.1m	52.09%CaCO ₃	46.13%MgCO ₃
58.1~59.1	52.19	46.13
65.1~66.1	50.04	45.19
68.1~69.1	52.24	46.30
70.1~71.1	51.94	45.36
73.1~74.1	52.24	45.09
74.1~75.1	50.04	46.20
76.1~77.1	52.09	45.36
77.1~78.0	53.24	42.52

2. 4. 4 地質構造

広域的な地質構造に関する検討は今回の調査内容の範囲を超えるため省略する。カブエウエスト地域では、岩石の走向は北45°西で南西側に傾斜していると判断される。層内褶曲は所により認められるが普遍的ではない。垂直方向と縞状構造とのなす角度は10°~25°で、これから地質構造は角度65°~80°で南西に傾く単斜構造と解される。

2. 4. 5 鉍化作用

閃亜鉛鉍の鉍化は、初生的にはドロマイト中の層準規制を受けた硫化物の細脈群として見られる。

微細な細脈群は、しばしば晶洞質、ないし多孔質な再結晶したドロマイトのパッチおよび細脈に伴って産するが、硫化物としての鉍化が1mの区間で垂鉛品位として5%を越えることは希である。閃亜鉛鉍はドロマイトの再結晶と共にある程度濃集していると判断されるが、変成作用が弱いために、塊状の鉍体を形成する程流動化しなかったと考えられる。

酸化帯では閃亜鉛鉍と珪酸亜鉛鉍があたかも煉瓦色の殻の環礁に取り囲まれた島のような形で産することがある。鈍い煉瓦色の殻は空隙を満たし、しばしば細脈を形成する。垂鉛の高い分析品位は通常、このような煉瓦色の細脈が優勢な場所から得られている。このことは酸化帯中で二次富化作用が行われたことを示唆する。

黄鉄鉍は閃亜鉛鉍に比し、より普遍的で小片、鉍条、散点状、ないし鉍染状をなして産する。これらもドロマイトの再結晶脈に伴う。黄鉄鉍・閃亜鉛鉍脈としてみられる事もある。

二次の亜鉛鉱物による汚染は、分解された黄鉄鉱の多い場所ではむしろ弱い。黄鉄鉱が分解するような環境は二次の亜鉛鉱物の沈殿には適していないのであろう。

2. 4. 6 変質

説明の便宜上、風化帯、酸化帯及非酸化帯の3つのゾーンに区分したが、風化帯は非固結の堆積物および千枚岩類で風化のため棒状のコアとして回収出来なかった部分を指す。酸化帯では岩石は多少分解していて、鉄による汚染が認められる。非酸化帯では岩石は肉眼上新鮮で、鉄の汚染の見られないものとした。但し、黄鉄鉱のみが結晶形を保持したまま分解している場合は区分の基準としない。非酸化帯の最深のもので下に酸化帯の見られていない部分を初生帯と呼んでいる。

注目すべきは亜鉛の高品位部分のほとんどが酸化帯より得られている事で、酸化帯では亜鉛の溶出と濃縮が行われた結果、非酸化帯より高い品位の部分を生じたと判断される。

Ⅲ 結 論

1. 調査結果の総括

カブエウエストにおける土壌による地化学探査とオーガー・ボーリングで見いだされた示徴Aを含む地域を対象としてボーリング探査を実施した。

100m間隔のグリッドを基準として深度200mの垂直孔10孔を掘削し、更にこれらのボーリング孔で明らかとなった鉱化に関連した情報を得るために、2孔の傾斜孔が追加された。

表土の下に、礫を含む土壌ないし砂の層が存在していることが見いだされ、既往の地化学探査の示徴は、この堆積物の金属含有量を反映しているものと解釈される。すなわち、基盤の岩石中の鉱化と地化学探査の示徴との関係は直接的ではない。

地域を構成する岩石はムワシア層群の千枚岩類と上部ローン層群のドロマイトよりなる。亜鉛の鉱化は地表における示徴で示された範囲よりも広く分布している。

硫化物としての亜鉛は、初生的にはドロマイト中の層準規制を受けた閃亜鉛鉱の細脈群として産する。閃亜鉛鉱はドロマイトの再結晶に伴って、パッチや鉱条ないし細脈の形である程度濃集していると考えられるが、変成作用が微弱であるため塊状鉱を形成する程流動化はしなかった模様である。硫化物の鉱化は狭く、低品位なのが一般である。塊状鉱の存在は確認されていない。

酸化帯ではドロマイトの再結晶した細脈はしばしば褐色の殻によって汚染されており、このような部分から高い分析値が得られている。亜鉛は二次的に富化されているようである。

層準規制を受けた閃亜鉛鉱の細脈群はボーリング孔MJZK-10の52.1~55.0mにて逢着した。めばしい二次の亜鉛はMJZK-1の浅部、21~54mの間、及びMJZK-9の深部、93~173mの間で捕捉された。