


中国の資源開採と環境問題
資源開発協力基金調査報告書

(第2年次)

JICA LIBRARY

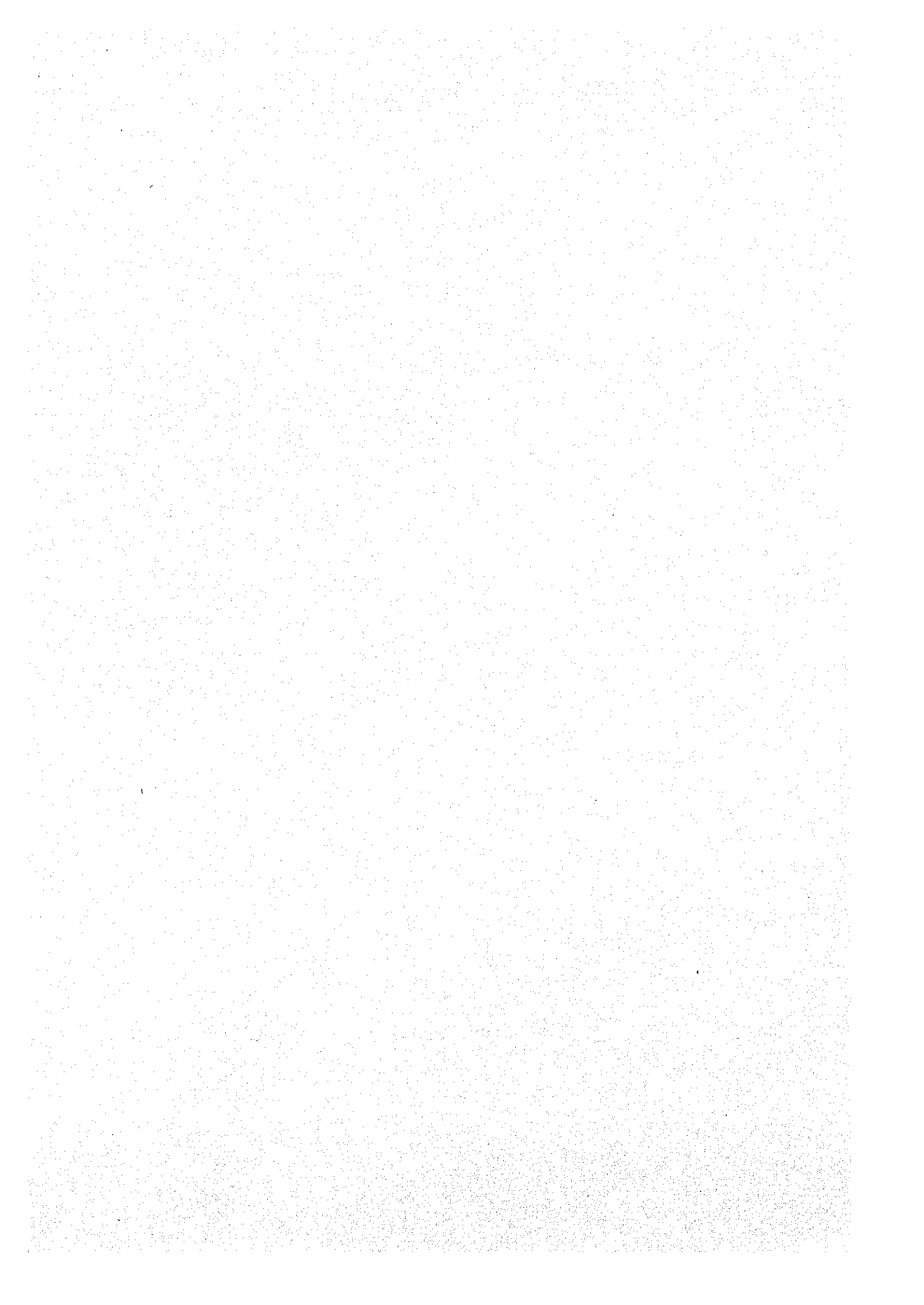


1124305 (2)

平成7年12月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

CR3



ザンビア共和国チャンビシ南東地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第2年次)

平成7年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1124305 [2]

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、同国のチャンビシ南東地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、ボーリング調査、データコンパイルなどの鉱床探査に関する諸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、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5年度を第1年次とする第2年次にあたり、金属鉱業事業団は調査員2名を平成6年8月4日から平成6年12月22日まで現地に派遣した。

現地調査は、ザンビア共和国政府機関、ザンビア銅鉱山公社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本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ご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、在ザンビア共和国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。

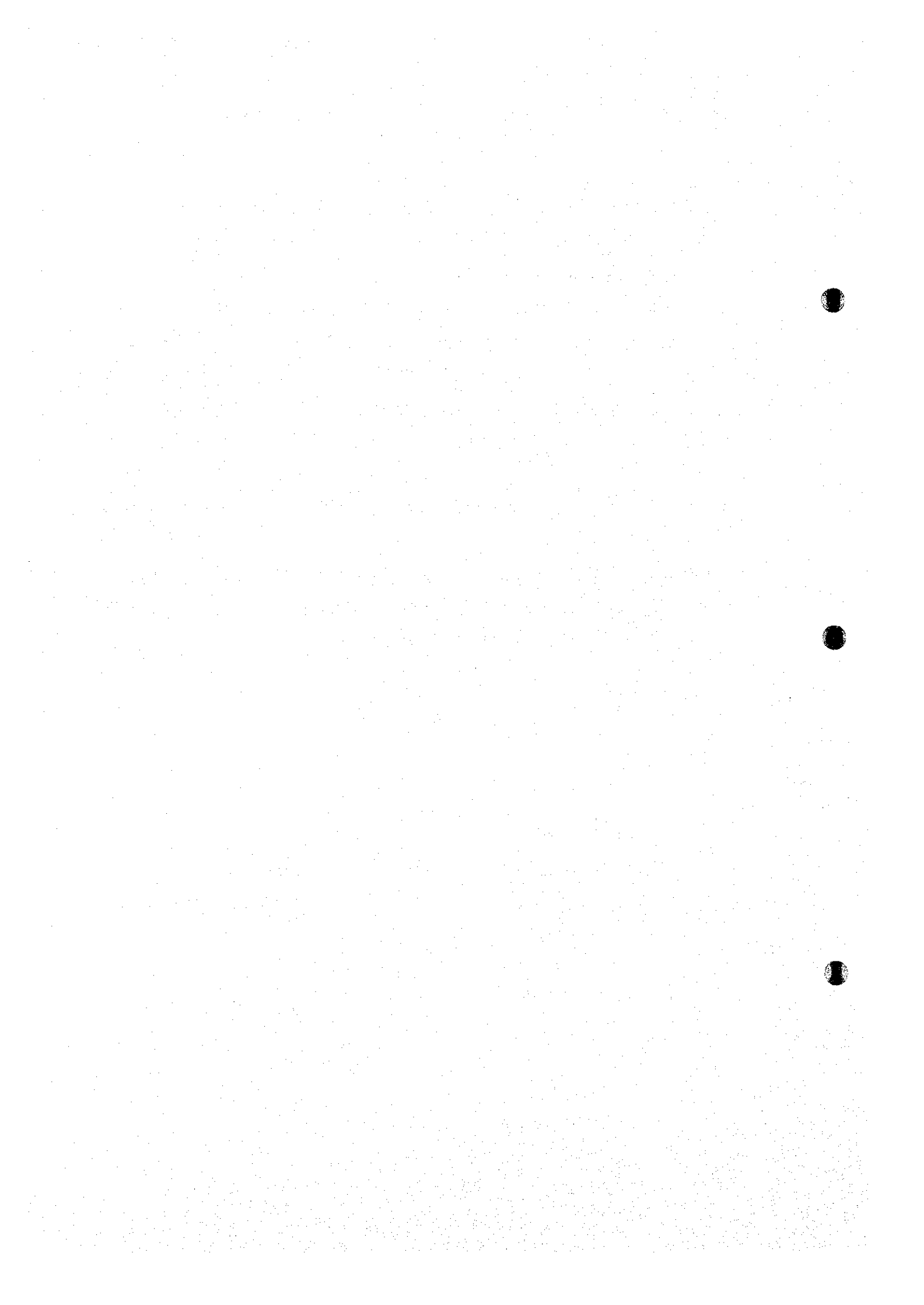
平成7年2月

国際協力事業団

総 裁 藤 田 公 郎

金属鉱業事業団

理事長 石 川 丘



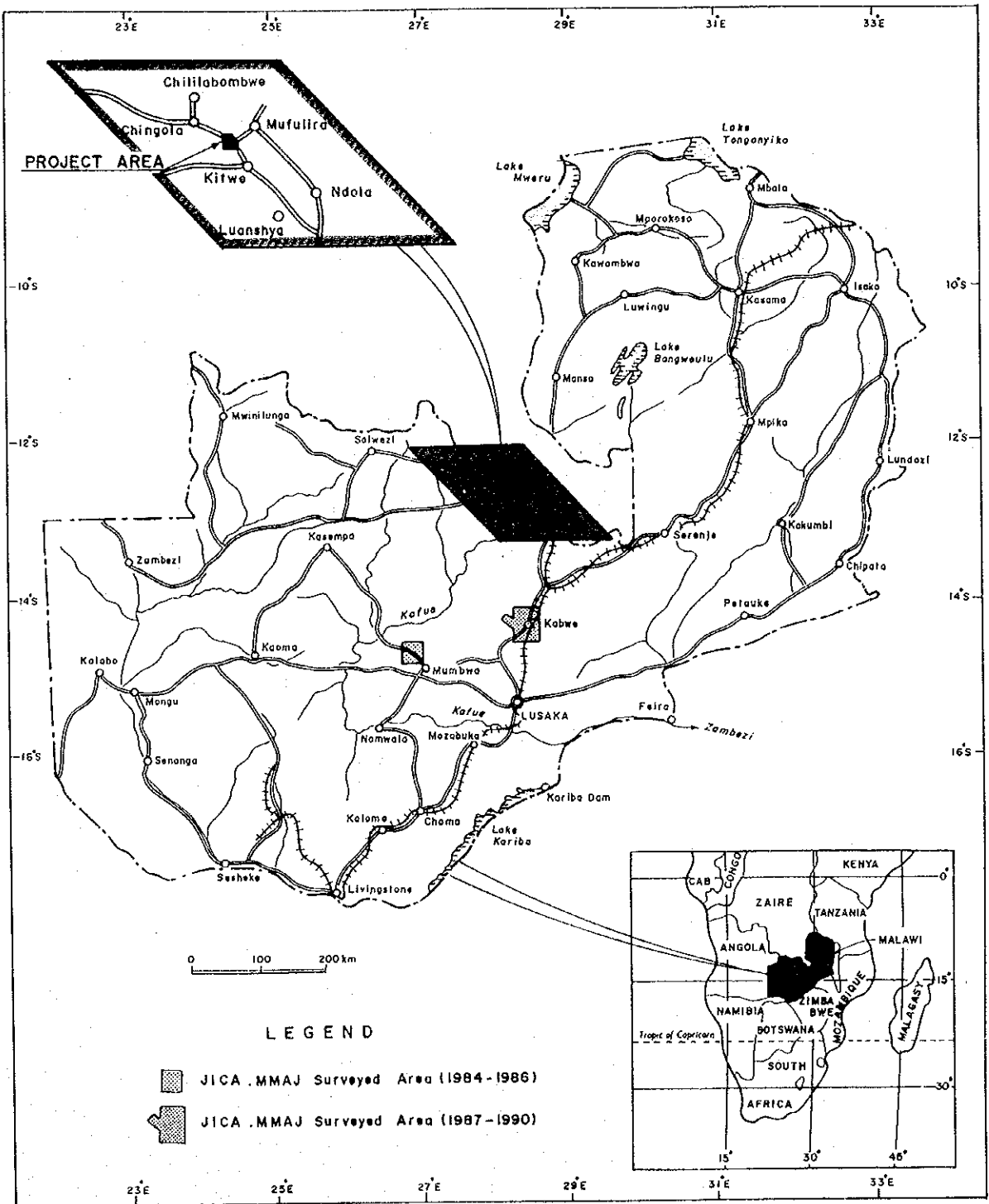
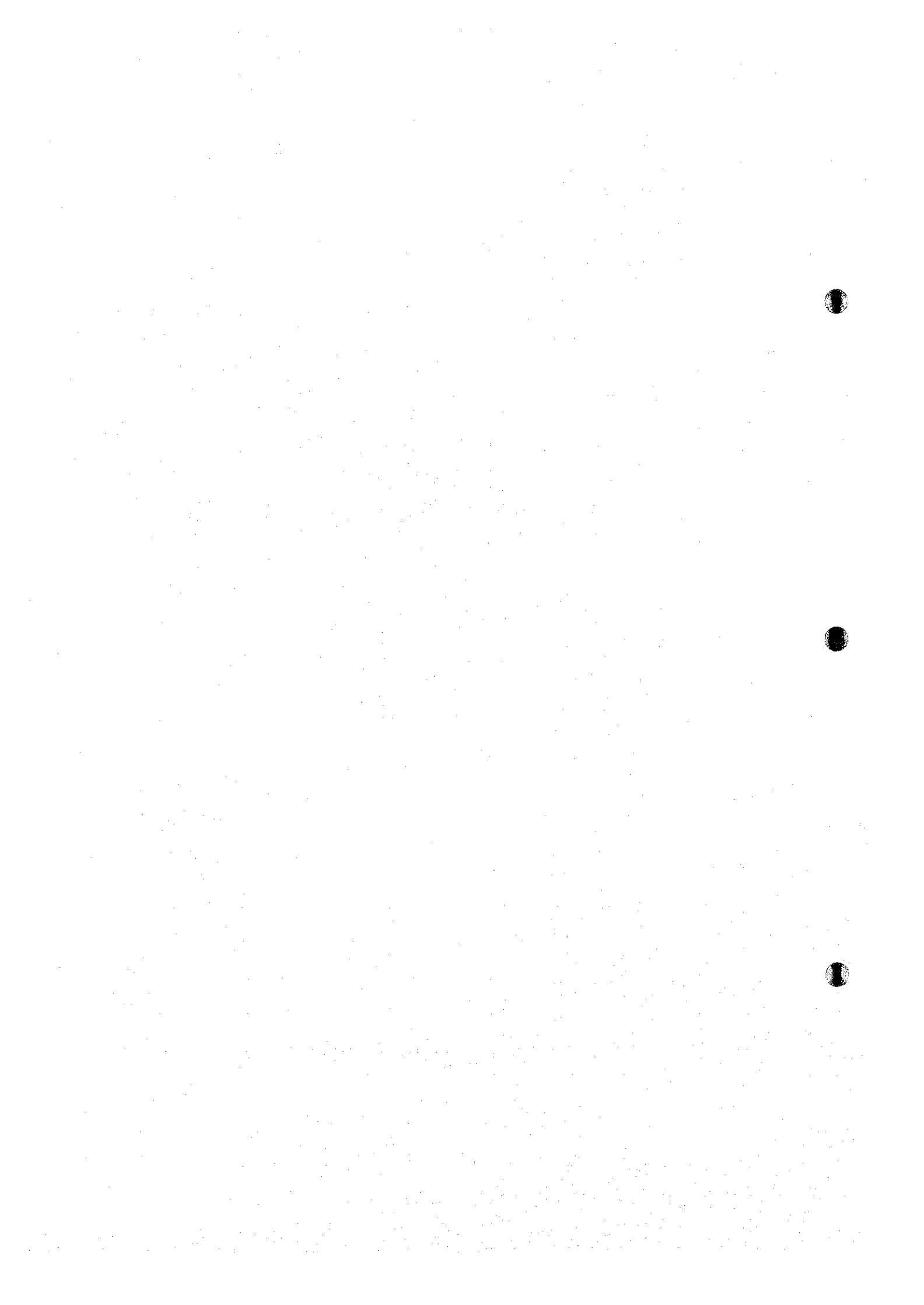


Fig.1-1 Index Map of the Project Area



要 約

チャンピシ南東地域における第2年次調査として、ボーリング調査が実施された。本年度実施された5孔のボーリング(MJZC-1, MJZC-5, MJZC-6, MJZC-7, MJZC-8)は、いずれも目的とした鉱床層準を貫いた。そのうち、基盤データ入手を目的とした4孔は、いずれも基盤中まで到達した。これにより、既知鉱床周辺部の地質状況及び鉱床賦存状況が明らかになった。

本地域北西部で掘削された MJZC-5 は、比較的良好な鉱石(① 着鉱幅 3.10m, 品位 T-Cu 1.93% T-Co 0.03%, ② 着鉱幅 2.64m, 品位 T-Cu 2.32% T-Co 0.03%)を捕捉した。この鉱石は、本地域の主要な鉱床富鉱部である Northern Area Shoot の北西延長部に相当するものと考えられ、同富鉱部の北部は西北西方向に向かって延びる可能性がでてきた。

MJZC-5 の西側で掘削された MJZC-6 及び MJZC-7 は、比較的低品位な鉱石を捕捉した。両孔は、鉱床生成当時の古丘陵の近傍に位置していると考えられ、両孔の中間部にある NN-75 によって既に把握されている富鉱部は、古丘陵の南側翼部、即ち、NN-75 以南の地域及び両孔の南方域に存在すると推定される局地的盆状構造部に発達していると考えられる。

本地域南部で掘削された MJZC-1 は、比較的低品位な鉱石を捕捉したが、この鉱化帯は、“Ore Shale”直下に発達しており、現在移行されている Chibuluma 鉱山の鉱床と同じタイプのものであると考えられる。MJZC-1 の東方では、昨年度掘削された MJZC-2 が比較的良好な鉱石に着鉱している。これら両孔の南側未探鉱域には富鉱部が賦存する可能性がある。

Northern Area Shoot の南東部で掘削された MJZC-8 は、微弱な鉱化帯を把握したに過ぎない。本地点は、鉱床生成当時の古丘陵の上に位置していると推定されることから、不毛帯であると考えられる。

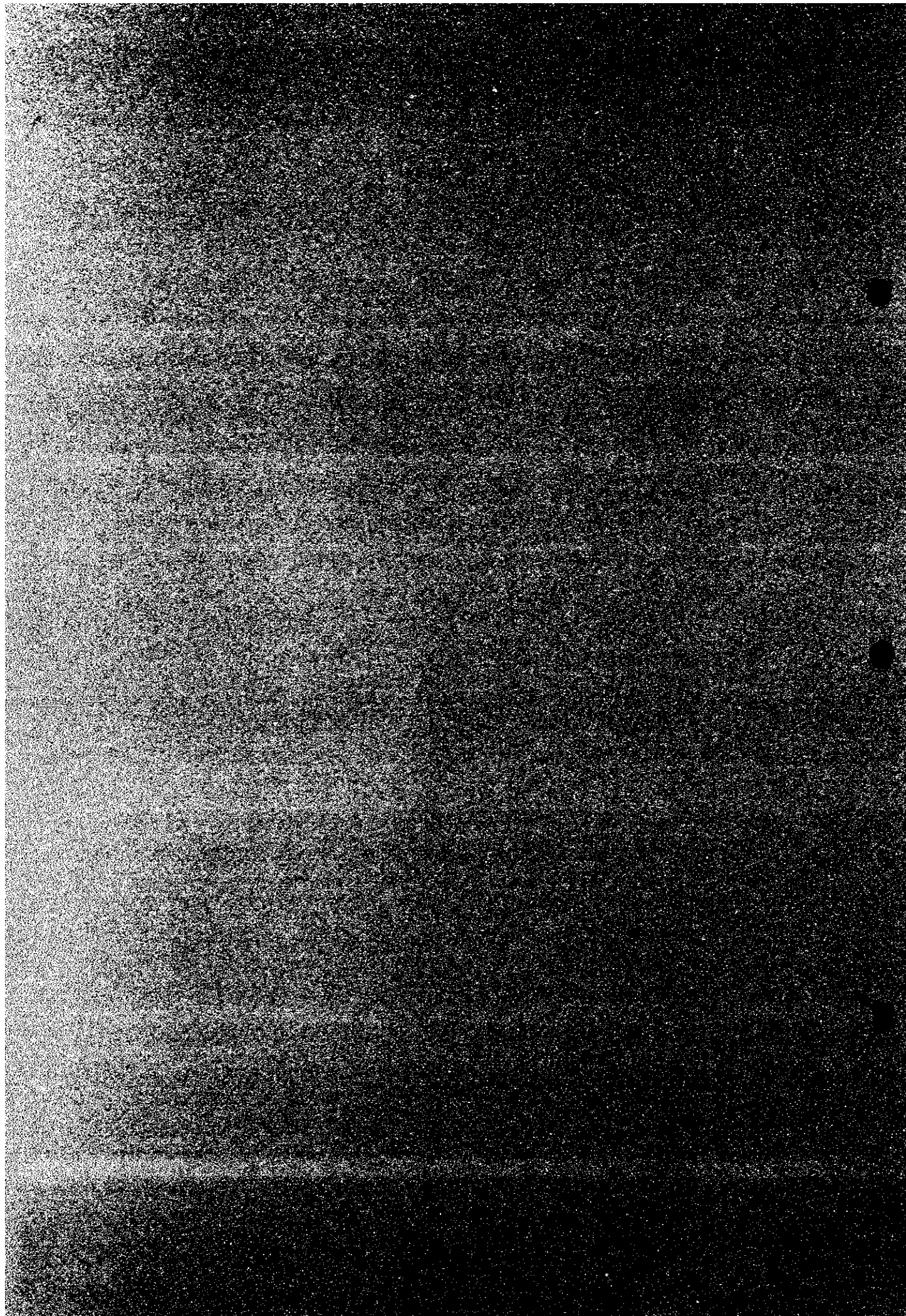
第3年次調査としては、新鉱床探鉱を優先課題としてボーリング探鉱を実施すること、及びボーリング調査結果をとりまとめて本地域の鉱量評価を実施することが提言された。

1

2

3

目次



目次

はしがき	
調査地域位置図	
要約	
目次	
付図付表一覧	

第 I 部 総論

第 1 章 序論

1-1 調査の経緯	1
1-2 第 1 年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第 1 年次調査の結論	1
1-2-2 第 2 年次調査への提言	2
1-3 第 2 年次調査の概要	5
1-3-1 調査地域	5
1-3-2 調査目的	5
1-3-3 調査方法	6
1-3-4 調査団の編成	14
1-3-5 調査期間	14

第 2 章 調査地域の地理

2-1 地形及び水系	14
2-1-1 地形	14
2-1-2 水系	15
2-2 気候及び植生	15
2-2-1 気候	15
2-2-2 植生	16

第 3 章 一般地質

3-1 ザンビアカッパーベルトの地質・鉱床	16
3-2 調査地域の地質・鉱床	22

第4章 調査結果の総合検討	42
4-1 地質構造, 鉍化作用の特性と鉍化規制について	42
4-2 鉍床賦存のポテンシャルについて	47
第5章 結論及び提言	
5-1 結論	47
5-2 第3年次調査への提言	48

第Ⅱ部 各論

第1章 MJZC-1	
1-1 ボーリング掘進状況	51
1-2 ボーリング孔の地質及び鉍化・変質作用	51
1-3 考察	58
第2章 MJZC-5	
2-1 ボーリング掘進状況	59
2-2 ボーリング孔の地質及び鉍化・変質作用	64
2-3 考察	67
第3章 MJZC-6	
3-1 ボーリング掘進状況	68
3-2 ボーリング孔の地質及び鉍化・変質作用	75
3-3 考察	76
第4章 MJZC-7	
4-1 ボーリング掘進状況	77
4-2 ボーリング孔の地質及び鉍化・変質作用	77
4-3 考察	84
第5章 MJZC-8	
5-1 ボーリング掘進状況	85
5-2 ボーリング孔の地質及び鉍化・変質作用	85
5-3 考察	92

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結論..... 100

第2章 第3年次調査への提言..... 100

参考文献..... 102

写真

巻末資料

FIGURES

- Fig. 1-1 Index Map of the Project Area
- Fig. 1-2 Copperbelt Index Plan
- Fig. 1-3 Location Map of Drill Holes with Geological Section Lines
- Fig. 1-4 Schematic Stratigraphic Columns of the Zambian Copperbelt
- Fig. 1-5 Geological Map of the Chambishi Southeast Area
- Fig. 1-6 Generalized Stratigraphic Section through Chambishi Southeast
- Fig. 1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area
- Fig. 1-8 Ore Shale Isopach Map
- Fig. 1-9 Sulfide Mineral Zoning
- Fig. 1-10 Integrated Interpretation Map
- Fig. 1-11 Supplementary Interpretation Map
- Fig. 1-12 Drill Holes Recommended for Third-Phase Exploration
- Fig. 2-1-1 Drilling Progress of MJZC-1
- Fig. 2-1-2 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-1)
- Fig. 2-2-1 Drilling Progress of MJZC-5
- Fig. 2-2-2 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-5)
- Fig. 2-3-1 Drilling Progress of MJZC-6
- Fig. 2-3-2 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-6)
- Fig. 2-4-1 Drilling Progress of MJZC-7
- Fig. 2-4-2 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-7)
- Fig. 2-5-1 Drilling Progress of MJZC-8
- Fig. 2-5-2 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-8)

TABLES

- Table 1-1 Drilling Machine and Equipment
- Table 1-2 Drilling Meterage of Diamond Bit Used
- Table 1-3 Consumables Used
- Table 1-4 Working Time Analysis of the Drilling Operation
- Table 2-1-1 Summary of the Drilling Operation on MJZC-1
- Table 2-1-2 Record of the Drilling Operation on MJZC-1
- Table 2-2-1 Summary of the Drilling Operation on MJZC-5
- Table 2-2-2 Record of the Drilling Operation on MJZC-5
- Table 2-3-1 Summary of the Drilling Operation on MJZC-6
- Table 2-3-2 Record of the Drilling Operation on MJZC-6
- Table 2-4-1 Summary of the Drilling Operation on MJZC-7
- Table 2-4-2 Record of the Drilling Operation on MJZC-7

Table 2-5-1	Summary of the Drilling Operation on MJZC-8
Table 2-5-2	Record of the Drilling Operation on MJZC-8
Table 2-6-1	Results of Microscopic Observation of Thin Sections
Table 2-6-2	Results of Microscopic Observation of Polished Thin Sections
Table 2-6-3	Results of Chemical Analysis of Ore Samples

P H O T O G R A P H S

Photo 1	Photograph of Drilling Cores
Photo 2	Microscopic Photograph of Thin Sections
Photo 3	Microscopic Photograph of Polished Thin Sections

A P P E N D I C E S

1. Geologic Logs of MJZC-1, MJZC-5, MJZC-6, MJZC-7 and MJZC-8
2. Borehole Deviations

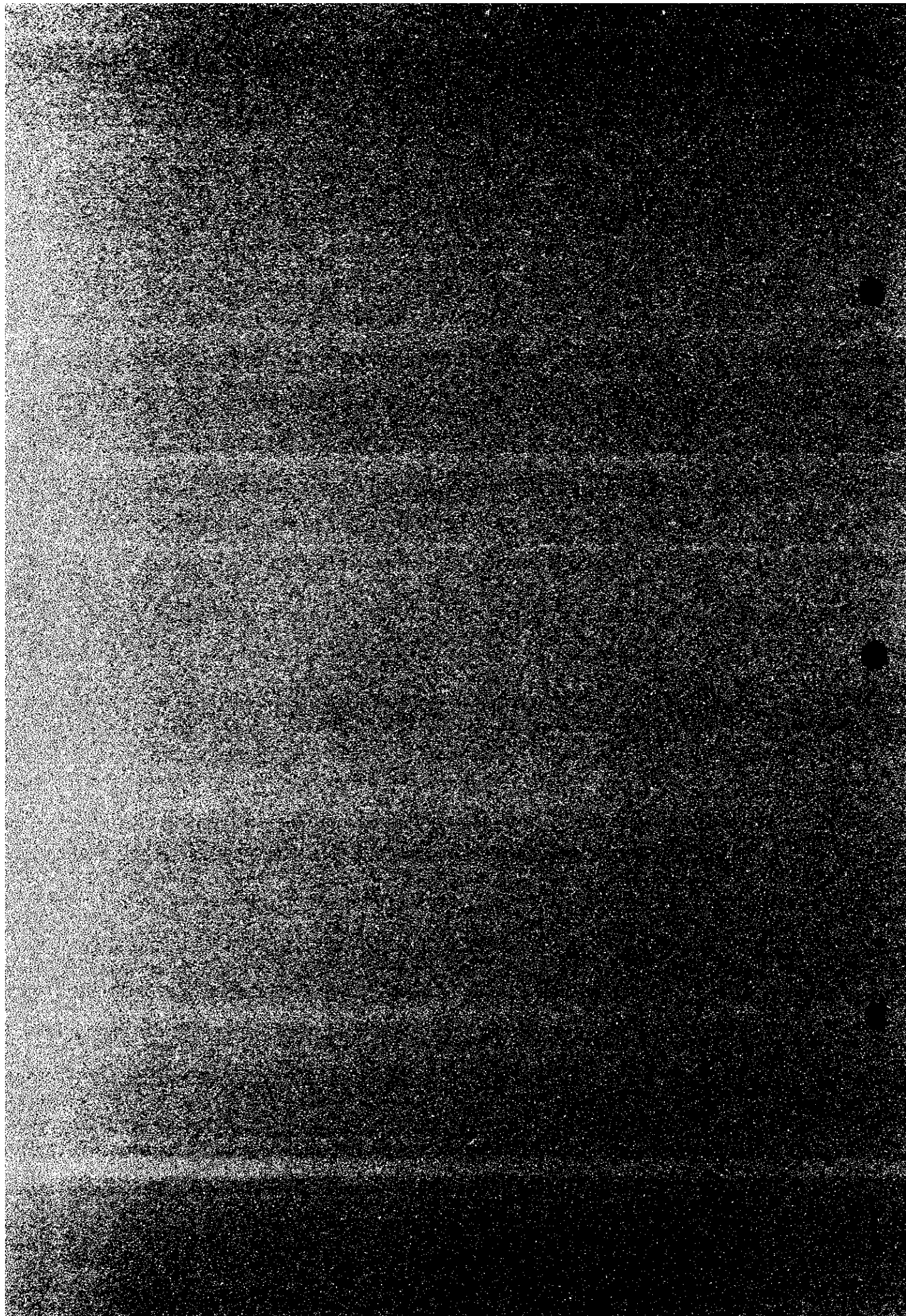
100

101

102

103

第 I 部 総論



第 I 部 総 論

第 1 章 序 論

1 - 1 調査の経緯

日本国政府がザンビア共和国政府の要請に応え、ザンビア共和国チャンビシ南東地域における鉱物資源探査を実施することを決定したことにより、国際協力事業団及び金属鉱業事業団はザンビア銅鉱山公社（Zambia Consolidated Copper Mines Limited; ZCCM）と1993年6月28日に Scope of Work を締結した。

本調査は、約60Km²の地域を対象として1993年度から3年間にわたり実施される計画である。

調査の主目的は、対象地域を探査して鉱物資源ポテンシャルを評価することである。調査手法は、既存資料コンパイル、ボーリング及びボーリング結果に対する地質学的評価からなる。

第1年次調査は平成5年度にボーリング調査（3孔、2,666m）及び既存資料コンパイルが実施された。第1年次調査の結果に基づき、第2年次調査として、既知鉱床周辺部において新鉱床を探査するためのボーリング、及び既知鉱床範囲の精度を向上させるためのボーリングが提言された。

第2年次調査は平成6年度にボーリング調査（5孔、4,241m）が実施された。

1 - 2 第1年次調査の結論と提言

1 - 2 - 1 第1年次調査の結論

チャンビシ南東地域における第1年次調査として、ボーリング調査及び既存資料コンパイルが実施され、以下の結論が得られた。

1. 第1年次に実施された3孔のボーリングは、いずれもカッパーベルトの典型的な鉱床タイプである頁岩型銅鉱床を把握し、さらに、基盤若しくは基盤近傍の掘削によって、本地域の地質状況及び鉱床賦存状況の解明に資された。

2. 本地域南部で実施された MJZC-2 は、比較的良好な鉱石（着鉱幅 3.14 m, 品位 T-Cu 2.21 % T-Co 0.12 %）を捕捉し、同地域に新たな富鉱部の存在する可能性を示した。

3. 本地域の最も主要な鉱床である Northern Area Shoot は基盤の凹部に存在し、バイオハームや Footwall Formation の層厚から推定される鉱床生成当時の古丘陵 (Palaeo Basement High) の上では鉱床は低品位となるか、不毛帯となっている。この現象は、基盤の凹部がつくった停滞性の局地的な海盆が、重金属を含む溶液の滞留、バクテリア起源の還元硫黄の生成、及び重金属と還元硫黄とが結合して沈殿した硫化物の保存にとって極めて好都合な場であったことを示すものと考えられる。

4. 現在の基盤の凸部には、鉱床生成当時の古丘陵と一致するものと、鉱床埋積以降の褶曲により見かけ上基盤が上昇したものの2者が存在する。後者の場合は、現在の基盤頂部の上位にも富鉱部が存在する可能性がある。

5. 重力コンター図、地質図及びボーリングデータから次のことが推定される。① 高重力異常域の一部は地下浅部のハンレイ岩岩体を示している。② 高重力異常域の一部は褶曲による相対的な基盤の上昇や、古丘陵と一致する基盤の凸部を示している。③ 厚いハンレイ岩体の分布と一致する高重力異常域には鉱床富鉱部が存在しないかもしれない。④ 本来は古丘陵の頂部付近や翼部に薄く堆積した比較的低品位の鉱床でも、相対的に薄いハンレイ岩体の下部では富鉱部になり得る可能性がある。

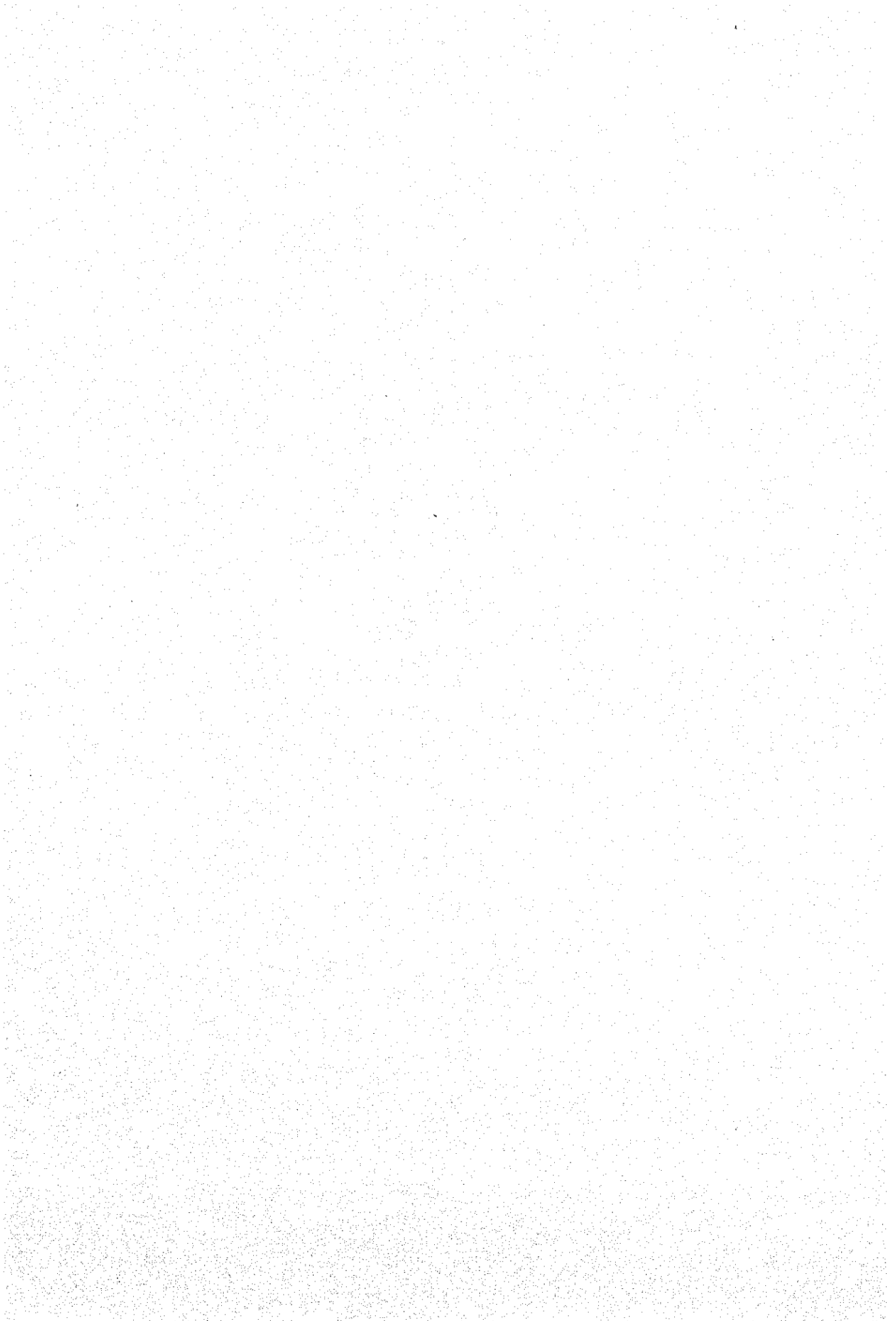
6. 鉱床富鉱部の産状は、続成作用や変成作用が富鉱部形成に重要な役割を果たしたことを示唆している。本地域の鉱石中に黒鉱鉱石 (硫化鉱物) 中に認められた水抜け構造と同様のものが認められることから、鉱床堆積時に微粒の硫化物であったと推定されるプロトオアが埋積後の圧密過程で脱水に伴い移動したことは確かである。

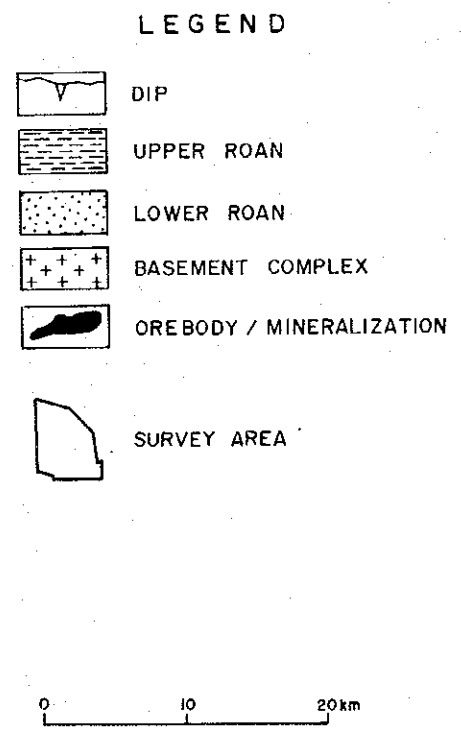
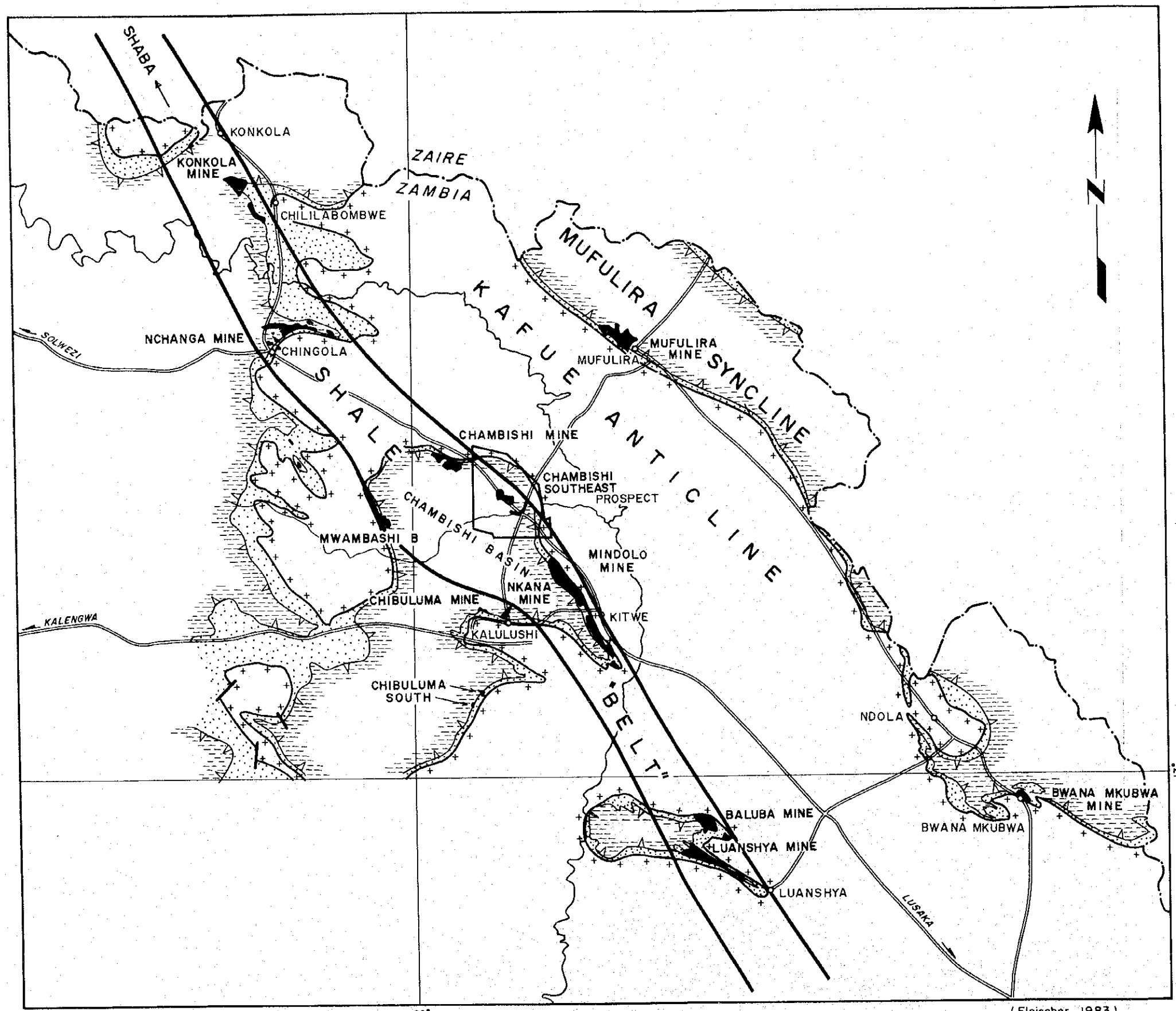
1-2-2 第2年次調査への提言

これまでに実施されたボーリング探鉱の結果、本地域で新鉱床が発見される可能性が高い地区は Northern Area Shoot の北西地区及び MJZC-2 の南部から西部にかけての地区である。したがって、今後のボーリング探鉱の優先箇所はこれら2地区である。

また、本地域の主要鉱床である Northern Area Shoot の探鉱は未だ不十分であり、鉱床範囲を正確に把握するには現在の鉱床の輪郭部付近でさらにボーリングを実施する必要がある。

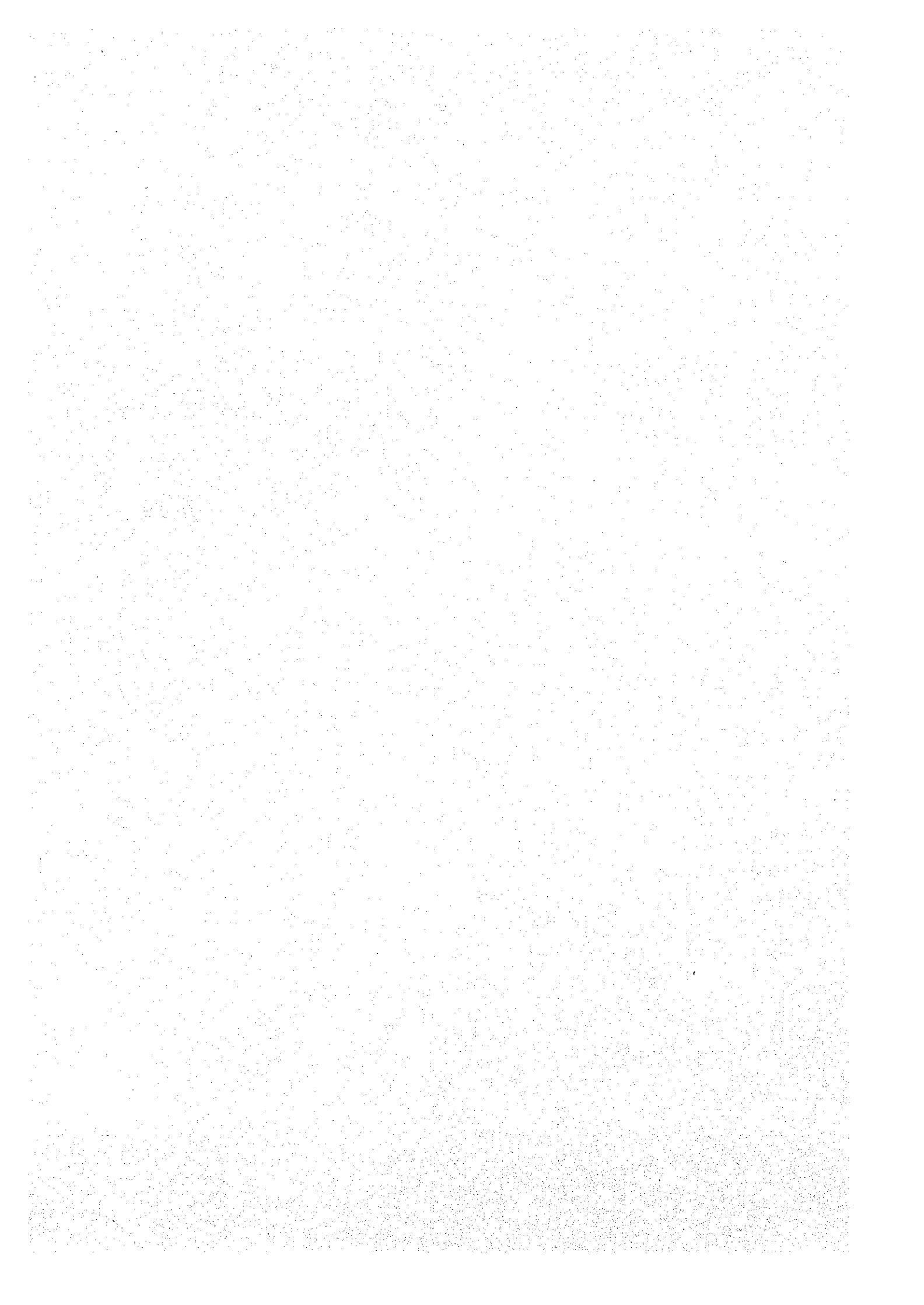
以上の観点から、第2年次及び第3年次分のボーリング探鉱を計画した。本計画では、Northern Area Shoot 及びその北西地区と、南部地区との2カ所に分けて、それぞれの地区ごとに優先順位を付けてある。また、ボーリングの計画深度は、原則として基盤までとしたが、計画ボーリングの周辺で既に基盤深度が把握されている場合は鉱床層準下盤まで





(Fleischer 1983)

Fig.1-2 Copperbelt Index Plan



とした。

第2年次調査は本地域の主要鉱体である Northern Area Shoot の北西方向への延長を把握し、鉱量を拡大させることを優先課題として、優先順位にしたがって、ボーリング探鉱を実施することを提言した。

1-3 第2年次調査の概要

1-3-1 調査地域

アフリカの中南部には、ザンビアとザイール南端部の国境に沿って、NW-SE~E-W 方向に弧状をなして分布する銅鉛床密集地帯が存在する。調査地域（チャンビシ南東地域）は、南緯約 $12^{\circ} 15'$ ~ $13^{\circ} 15'$ に位置するザンビア銅鉛床のほぼ中央、チャンビシ（Chambishi）鉱山とミンドロ（Mindolo）鉱山の中間に位置し、首都ルサカ（Lusaka）から北方に直線距離で約305km離れている（Fig. 1-1）。

調査地域の南々東方約10kmにはウンカナ（Nkana）鉱山のあるザンビア第3の都市キトウェ（Kitwe）、南方約10kmには ZCCM 技術本部及びチブルマ（Chibuluma）鉱山のあるカルルシ（Kalulushi）、北西方約10kmにはチャンビシ（Chambishi）鉱山（休山中）、北西方約30kmにはザンビア銅鉛床中最大の鉱山ヌチャンガ（Nchanga）のあるチンゴラ（Chingola）、北東方約20kmにはムフリラ（Mufulira）鉱山町がそれぞれ存在する（Fig. 1-2）。

調査地域は、チンゴラとキトウェを結ぶ幹線舗装（Tarmac）道路の周辺域（面積約60km²）である（Fig. 1-3）。

国際空港のあるルサカからキトウェまで、空路なら約1時間を要し、陸路なら車で4時間を要す。

1-3-2 調査目的

本年度調査の目的は、チャンビシ南東地域において地質状況及び鉱床賦存状況を解明することにより新鉱床を発見すること、及び相手国機関に対して技術移転を図ることである。また、重点課題は、調査地域における既知鉱床の延長部の存在を確認し、その鉱化状況を明らかにするとともに埋蔵鉱量の拡大を図ることである。

1-3-3 調査方法

本年度の調査方法は、ボーリングであり、その内容は次のとおりである。

(1) ボーリング位置及び作業量

別図 (Fig. 1-3) に示す位置において、次に示す作業量を実施した。

孔番号	掘進長(m)	傾斜(°)	方位
MJZC-1	650.85	-90	-
MJZC-5	1,100.15	-90	-
MJZC-6	1,014.96	-90	-
MJZC-7	985.00	-90	-
MJZC-8	490.26	-90	-
計	4,241.22		

(2) 工 法

工事は、ザンビア法人である DRILLING EXPLORATION AND EQUIPMENT LTD., (D. E. E.) により実施された。D. E. E. 社は南アフリカ、ジンバブエ及びボツワナに姉妹会社を持つ。

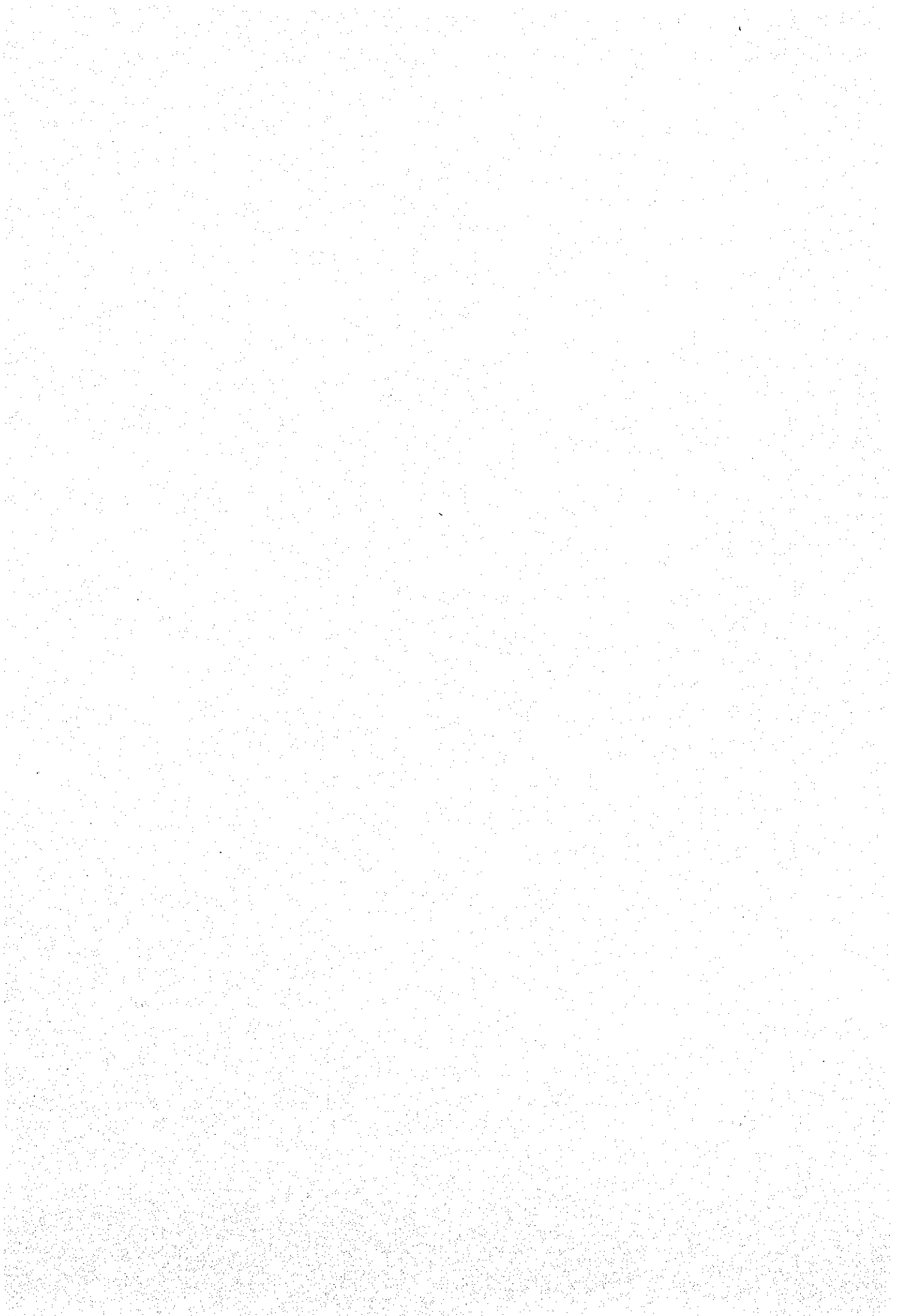
深度約190m 以浅では、212mm~114mm パーカッションビットまたは 117mm トリコンビットでノンコア掘り後、165mm, HW, NW 等のケーシングパイプを挿入設置した。以降の掘進は、NQ (φ79mm) 及び CHD (φ78mm) ビットを用いたワイヤーライン工法とした。岩石は一般に堅固であるが、しばしば逸水を伴った軟弱部が出現した。これらの軟弱部に対しては、ケーシングパイプの挿入延長、セメンテーション、ドリルプロップまたはベントナイトの使用により逸水及び崩壊の防止に努めた。

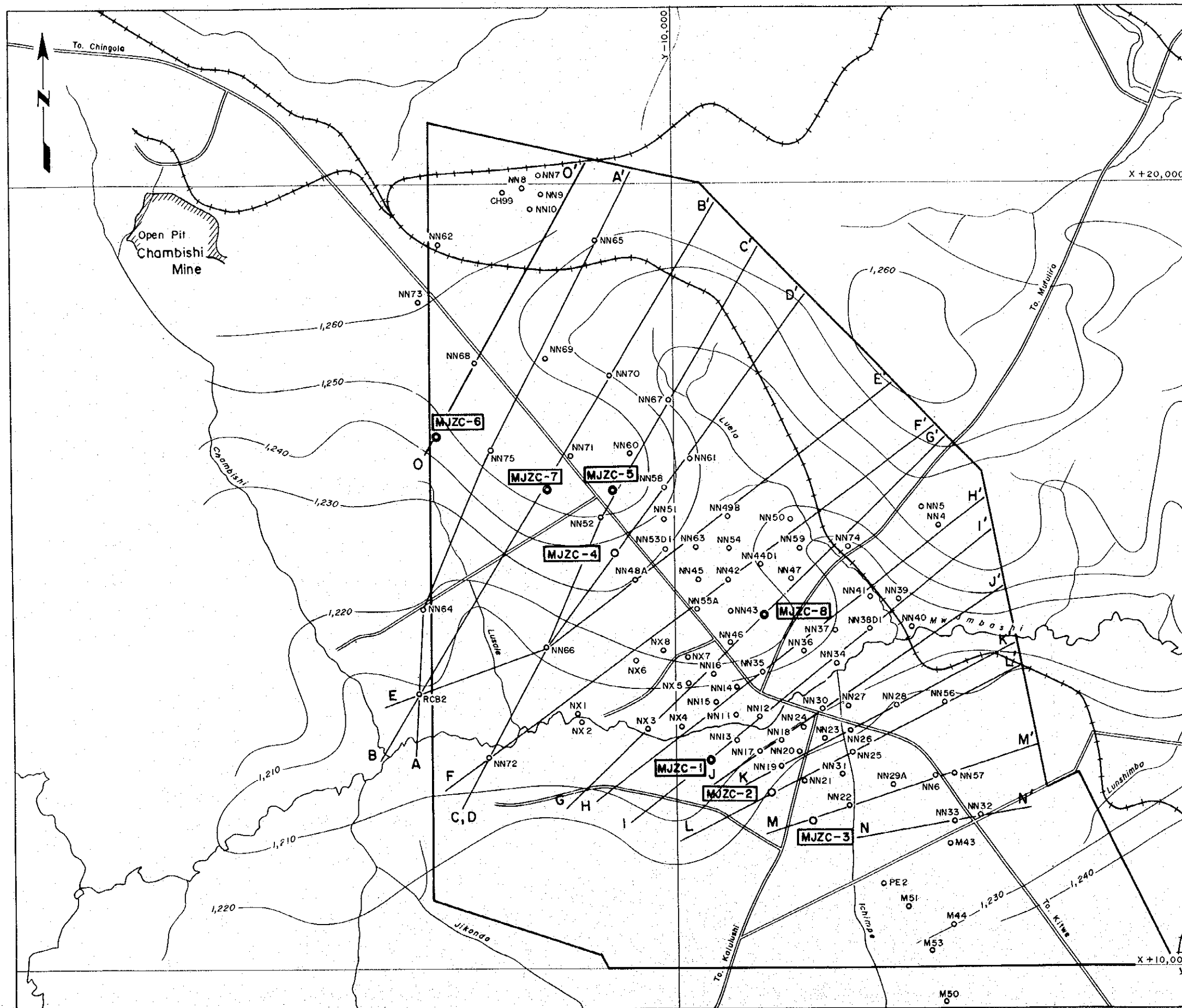
(3) 使用機材

試錐機、ポンプなど使用機械の型式、仕様等は Table 1-1 に示した。また、ダイヤモンド使用状況を Table 1-2 に、消耗品使用明細を Table 1-3 に示した。

(4) 作業形態

運搬、設営、移転及び撤去作業は1日1方、掘進作業は1方12時間の2交代制で実施した。掘進作業の1方人員は、ザンビア人またはボツワナ人または南ア人オペレーター1名、ザンビア人作業員5名で構成された。また、南ア人技術責任者1名、南ア人技術者1名及び日本人技術者2名が各現場の管理に当たった。オペレーター及び作業員は現場に設営されたテントキャンプに宿泊し、南ア人技術者及び日本人技術者はキトウェに宿泊し現場ま





LEGEND

- Drilling Hole
- ~ Topographic Elevation Contour in Metre
- ↔ Section Line
- ▭ Survey Area

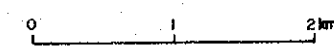
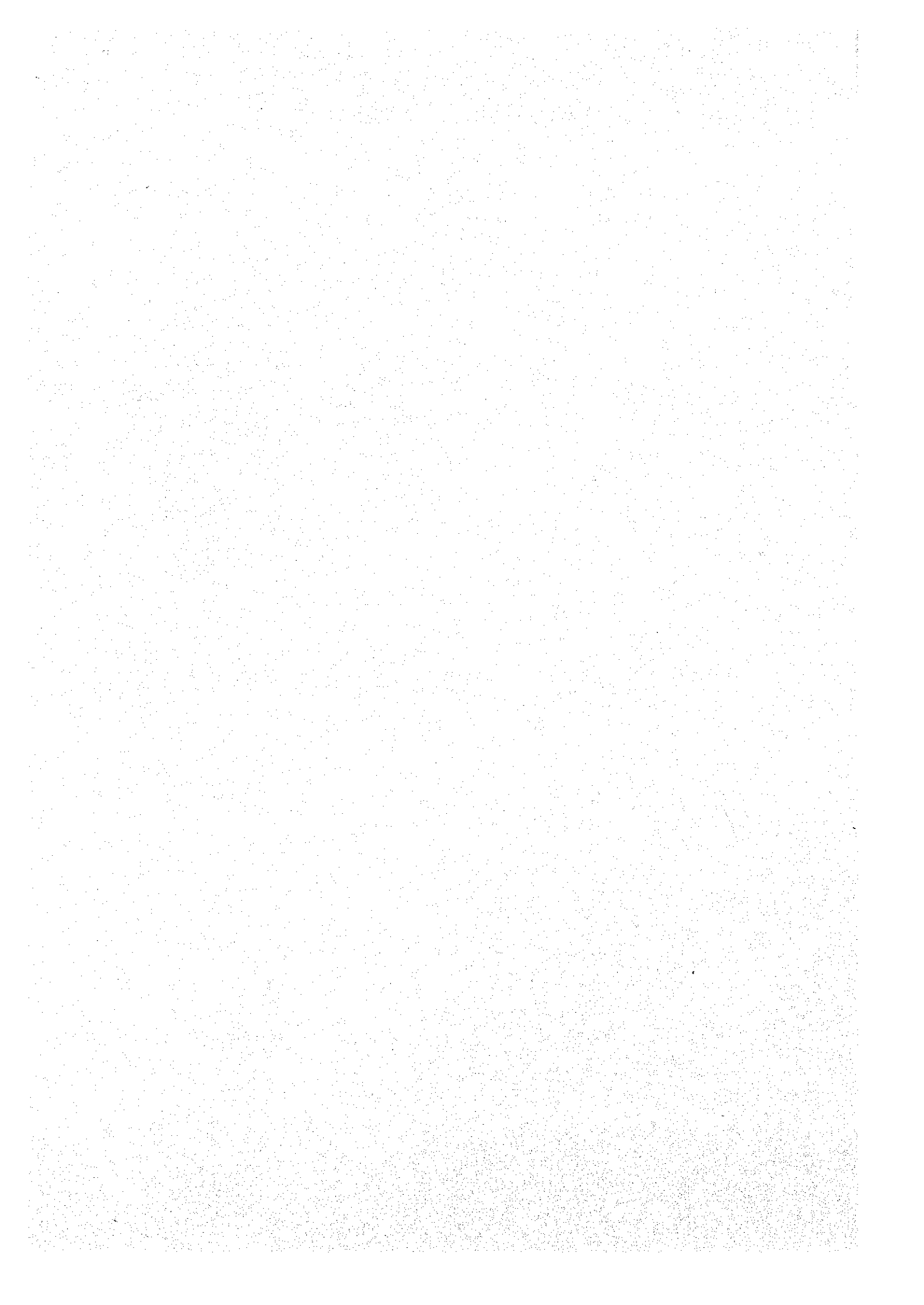


Fig.1-3
Location Map of Drill Holes
with Geological Section Lines



で通勤した。

作業時間分析は Table 1-4 のとおりである。

(5) 機材運搬

南ア及びボツワナからトラック輸送された試錐機材は、リビングストーンにて通関後キトウエの D. E. E. ヤードに一時保管され、そこからクレーン付きトラックで各現場に運搬された。

(6) 試錐用水

MJZC-1 を除く各現場の試錐用水は、現場近くの沢水をポンプでタンク車に揚水し、トラックで試錐現場まで運搬した（運搬距離：約2.5～7km）。MJZC-1 の試錐用水は、現場近くの沢水をポンプで揚水し、試錐現場まで約300m をパイプで送水した（高低差7m）。

(7) 撤収

調査終了後、全資機材をキトウエの D. E. E. ヤードまでトラック輸送し、保管した。

(8) 孔曲がり測定

孔曲がり測定は各孔とも深度100m ごとに実施した。

(9) コア鑑定及び分析

- イ) コア及び岩粉を詳細に鑑定し、縮尺200分の1の柱状図を作成した。
- ロ) 必要に応じコアの顕微鏡観察を行った。
- ハ) コアは、ZCCM により、着鉱した部分ごとに分析された。
- ニ) 室内試験試料の数量は、次のとおりである。

試 験 項 目	数 量
岩石薄片鑑定	10 件
鉱石研磨薄片鑑定	20 件
EPMA 定量分析	5 件
鉱石化学分析	388 件

Table 1-1 Drilling Machine and Equipment

Drilling Machine Model "L-44", "Strata" Specifications: Capacity Dimensions L × W × H Hoisting capacity Spindle speed Engine Model "DEUTZ"	L-44 (2 set) 1,500m(BQ-WL) 2,375mm×1,500mm×1,750mm 4,500kg Forward 50~900rpm 6 cylinder-624	Strata (1 set) 2,500m(BQ-WL) 3,000mm×2,000mm×2,500mm 8,250kg 500~800rpm 6 cylinder	
Drilling Machine Model "Rock Giant" Specifications: Capacity Dimensions L × W × H Hoisting capacity Spindle speed Engine Model "DEUTZ"	1 set 200m(percussion drilling) 8m×1.75m×2.6m 5,000kg 3rpm 4 cylinder		
Drilling Pump Model "BEAN ROYAL-35" Specifications: Piston diameter Stroke Capacity Dimensions L × W × H Engine Model "HATZ"	3 set 40mm 70mm Discharge capacity 210 liter /min 2,500mm×1,200mm×1,500mm 12.5ps/800rpm (2 cylinder)		
Wire-line Hoist Specifications: Rope Capacity Hoisting speed Engine Model "HATZ"	L-44 (2 set) 1,000m 8~105rpm/min 12.5ps/800rpm	Strata (1 set) 2,500m 80m/min Hydraulic	
Generator Model Specifications: Capacity	3 set 2.8KW, 50Hz, 220V		
Water supply pump model "HONDA" Specifications: Capacity Dimensions L × W × H Engine Model "HONDA"	4 set Discharge capacity 50 liter /min 500mm×450mm×450mm 4.5ps/2000rpm		
Derrick Specifications: Capacity Max load capacity	L-44 (1 set) (skid) 12m-pull 10,000kg	L-44 (1 set) (truck mounted) 9m-pull 8,000kg	Strata (1 set) (trailer mounted) 12m-pull 10,000kg
Tractor Model "188ps M. F." Specifications: Water tanker Capacity	4 set 4 set 4,500		
Drilling tools Drilling rod : NDBR(CHD) 6.0m Casing pipe : HW 6.0m NW 6.0m NXC 6.0m	633 pcs 29 pcs 75 pcs 34 pcs		

Table 1-2 Drilling Meterage of Diamond Bit Used

Item	Size	Bit No.	Drilling Meterage by Unit: Meter					Total (m)	
			MJZC-1	MJZC-5	MJZC-6	MJZC-7	MJZC-8		
Diamond bit	NQ-WL	9264	195.75					195.75	
		21377	20.62					20.62	
		21639	294.00					294.00	
		26088	106.70					106.70	
		2113.1		287.10				287.10	
		3783-1		20.61				20.61	
		7653		45.36				45.36	
		7659		23.37				23.37	
		7660		57.89				57.89	
		8340		205.16				205.16	
		21377-2		132.00				132.00	
		21377-5		76.14				76.14	
		21377-9		68.52				68.52	
		416				131.52		131.52	
		2491.1				27.96		27.96	
		7276				94.02		94.02	
		DC7276				203.46		203.46	
		7657				12.97		12.97	
		7665				87.26		87.26	
		8335				64.40		64.40	
		8337				88.53		88.53	
		21086				48.01		48.01	
		33832				66.95		66.95	
		A2113					111.57	111.57	
		7652					64.88	64.88	
		7654					61.45	61.45	
		7658					40.36	40.36	
		7663					50.91	50.91	
		8331					213.74	213.74	
		8334					3.20	3.20	
		8340					83.23	83.23	
		213777					104.02	104.02	
		213776					120.04	120.04	
	37M						171.04	171.04	
	17182						52.23	52.23	
	21039						126.84	126.84	
	21377						67.26	67.26	
		NX-C	A1801					7.00	7.00
			A2114					4.89	4.89
		Total	617.07	916.15	825.08	853.40	429.26	3640.96	
			Drilling length / bit (3640.96m / 39 pcs)					93.36	

Table 1-3 Consumables Used

Description	Specifications	Unit	Quantity					Total
			MJZC-1	MJZC-5	MJZC-6	MJZC-7	MJZC-8	
Light oil		liter	1,800	11,645	11,260	8,015	3,150	35,870
Hydraulic oil		liter	45	20	440	250	195	950
Engine oil		liter	41	167	112	149	46	515
Gear oil		liter	36	53	130	108	36	363
Grease		liter	12	62	67	5	22	168
Drillprop		liter	75	37	59	60	22	253
Rod grease		kg	4	201	80	56	45	386
Cutting oil		liter	230	465	645	335	280	1,955
Cement	50kg/sx	kg		2,350		725		3,075
Accelerator		kg		250		54		304
Bentonite		kg					80	80
Percussion bit	212mm	pc		1	1	1	1	4
Percussion bit	152mm	pc					1	1
Percussion bit	114mm	pc		3	1	1		5
Tricone bit	117mm	pc	1					1
Diamond bit	NQ	pc	4	10	11	10	4	39
Diamond shoe bit	NX	pc					3	3
Diamond shoe bit	NW	pc				3		3
Diamond reamer	NQ	pc	1	3	2	1	1	8
Core barrel Ass'y	NQ-WL	set	(1)	1	1	1	(1)	3
Inner tube Ass'y	NQ-WL	set	(1)	1	1	1	(1)	3
Inner tube	NQ-WL	pc	(1)	1	1	1	(1)	3
Locking coupling	NQ-WL	pc	2	2	2	2	2	10
Adapter coupling	NQ-WL	pc	2	2	2	2	2	10
Landing ring	NQ-WL	pc	3	3	3	3	3	15
Core lifter case	NQ-WL	pc	5	6	5	5	5	26
Core lifter	NQ-WL	pc	5	6	5	5	5	26
Stop ring	NQ-WL	pc	2	2	2	2	2	10
Thrust ball bearing	NQ-WL	pc	1	1	1	1	1	5
Hanger bearing	NQ-WL	pc	1	1	1	1	1	5
Inner tube stabilizer	NQ-WL	pc	2	2	2	2	2	10
Hoisting wire rope	21mm×35m	roll		1	1	1		3
Wire line rope	6mm×1,500m	roll		1	1	1		3
Waste		kg	8	10	10	10	7	45

Table 1-4 Working Time Analysis of the Drilling Operation

Hole No.	Drilling			Shift		Man Working		Working Time							Grand total (h)		
	Bit Size	Drilling length (m)	Core length (m)	Drilling (shift)	Total (shift)	Engineer (man)	Worker (man)	Drilling (h)	Other work (h)	Recovering (h)	Sub total (h)	Reassembly (h)	Dismantlement (h)	Road construction (h)		Transportation (h)	Water supply (h)
MJZC-1	117mm	33.78	N/C	1.00	6.00	14.00	34.00	10.00	14.00	0.00	24.00	24.00	0.00	0.00	18.00	7.00	78.00
	NQ	517.07	602.32	34.00	40.00	78.00	219.00	231.00	173.00	38.00	442.00	0.00	20.00	0.00	12.00	161.70	635.70
	Total	550.85	602.32	35.00	46.00	92.00	253.00	241.00	187.00	38.00	466.00	24.00	20.00	0.00	30.00	168.70	708.70
MJZC-5	212mm	37.00	N/C	1.00	6.00	8.00	48.00	3.00	2.00	0.00	5.00	4.00	0.00	0.00	39.00	0.00	72.00
	114mm	147.00	N/C	8.00	9.00	25.00	45.00	68.00	32.00	100.00	0.00	2.00	0.00	12.00	0.00	0.00	114.00
	NQ	916.15	894.79	123.00	142.00	358.00	746.00	472.00	453.00	721.50	1,647.00	9.00	10.00	0.00	22.00	343.00	2,031.00
Total	1,100.15	894.79	132.00	157.00	391.00	839.00	543.00	487.00	721.50	1,752.00	13.00	12.00	0.00	73.00	343.00	2,217.00	
MJZC-6	212mm	41.00	N/C	0.70	3.00	3.00	21.00	8.00	2.00	0.00	10.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	38.00
	114mm	148.68	N/C	6.00	6.00	13.00	33.00	31.00	41.00	0.00	72.00	0.00	2.00	0.00	4.00	0.00	78.00
	NQ	825.08	813.76	81.00	94.00	226.00	464.00	356.50	470.00	247.50	1,074.00	12.00	36.00	0.00	0.00	325.00	1,447.00
Total	1,014.96	813.76	87.70	103.00	242.00	518.00	395.50	513.00	247.50	1,156.00	14.00	38.00	0.00	6.00	325.00	1,563.00	
MJZC-7	212mm	49.00	N/C	0.67	3.00	4.00	21.00	6.00	2.00	0.00	8.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	36.00
	114mm	82.60	N/C	2.00	2.50	4.00	15.00	11.00	11.00	0.00	22.00	0.00	2.00	0.00	4.00	0.00	28.00
	NQ	853.40	828.75	115.00	131.00	259.00	657.00	528.00	588.50	358.50	1,476.00	18.00	24.00	0.00	52.00	522.00	2,092.00
Total	985.00	828.75	117.67	136.50	267.00	693.00	545.00	602.50	358.50	1,506.00	20.00	26.00	0.00	58.00	522.00	2,156.00	
MJZC-8	212mm	44.27	N/C	0.80	1.00	3.00	6.00	7.00	3.00	0.00	10.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00
	152mm	16.73	N/C	0.00	2.00	6.00	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	18.00	0.00	24.00
	HQ	11.89	9.46	6.00	6.00	12.00	29.00	15.00	47.00	0.00	62.00	5.00	0.00	0.00	5.00	24.00	96.00
NQ	417.37	385.53	36.00	40.00	75.00	181.00	243.00	184.00	24.00	451.00	0.00	9.00	0.00	20.00	179.50	659.50	
Total	490.26	394.99	42.80	49.00	96.00	230.00	265.00	234.00	24.00	523.00	13.00	9.00	0.00	43.00	203.50	791.50	
Grand total	4,241.22	3,534.61	415.17	491.50	1,038.00	2,533.00	1,989.50	2,023.50	1,388.50	5,403.00	84.00	105.00	0.00	72.00	210.00	1,582.20	7,486.20

1-3-4 調査団の編成

(1) 平成6年度資源開発協力基礎調査

1) 日本側調査団 (日鉱探開株式会社)

菅原 正明 (団長, 地質調査)
若松 正也 (ボーリング調査)

2) 現地指導監督

奥泉 洋一 (金属鉱業事業団)

3) ザンビア共和国側調査団 (Zambia Consolidated Copper Mines Limited)

J. M. D. Patterson (Technical director)
R. J. H. Naish (Consulting geologist)
C. C. Tomkins (Acting consulting geologist)
A. C. Kaunda (Project Manager, geological survey)
F. A. Siddiqui (Geological services)
W. J. Silondwa (Geological survey)

1-3-5 調査期間

- (1) 現地調査 (ボーリング調査) : 平成6年8月8日～平成6年12月19日
(2) 室内解析・報告書作成 : 平成6年11月15日～平成7年2月25日

第2章 調査地域の地理

2-1 地形及び水系

2-1-1 地形

調査地域及びその周辺部一帯は、標高 1,200～1,300m 程度の平坦な台地状の地形を呈する。全体的には、調査地域の北西方、チャンピシ鉱山方面に向けゆるやかに標高が増す。河川の流域は平坦なため雨季にはほとんどが湿地帯 (Dambo と称される) と化する。

2-1-2 水系

調査地域の水系は、インド洋に流入する大河ザンベジ川の支流カフエ（Kafue）川水系に属する。カフエ川は調査地域の北東約8km地点を南方に向かって流れている。

調査地域南部には、カフエ川の支流ムワンバシ（Mwambashi）川が東に向かって流れている。そのほぼ東西方向の流路の北側は、南側に比べて支沢が発達し、その方向はNW-SE系である。

2-2 気候及び植生

2-2-1 気候

調査地域は、サバンナ気候帯に属し、季節は大まかに、低温な乾季（4～7月）、高温な乾季（8月～11月中旬）及び雨季（11月中旬～3月）に分かれる。5～9月は月に1～2回の降雨があるのみだが、9～10月は非常に湿度が高く、月に数回の降雨がある。1～2月は年間で最も雨量が多く、ほぼ毎日のように激しい雷雨があり、一日中曇天の低温な日々が多い。年平均気温は約20℃、最高気温は30～35℃、年間降水量は1,200mm前後（1,000～1,500mm）である。

カルルシ（Kalulushi）のZCCM Technical Serviceで観測された1981年～1993年の13年間の月平均降水量は下記のとおりである。

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
1981	243.8	277.0	253.8	49.0	15.0	-	-	-	2.0	2.0	176.5	168.0	1187.1
1982	463.0	196.5	63.0	92.6	19.0	-	-	-	1.0	83.5	318.5	210.0	1447.1
1983	299.5	190.5	125.5	122.0	2.5	-	-	-	0.0	38.5	124.0	342.5	1245.0
1984	251.0	252.5	175.5	17.5	62.0	-	-	-	2.5	52.5	114.0	495.5	1423.0
1985	304.5	185.5	192.0	51.0	42.0	-	-	-	3.5	34.5	80.5	287.5	1181.0
1986	343.5	253.5	308.0	191.5	0.0	-	-	-	0.0	104.0	355.0	178.5	1734.0
1987	347.0	266.5	100.2	12.0	0.0	-	-	-	4.0	25.0	49.8	218.0	1022.5
1988	475.0	217.5	272.1	10.7	0.0	-	-	-	3.2	75.0	101.2	215.0	1369.7
1989	264.1	202.8	168.7	67.0	8.5	-	-	-	0.0	0.0	57.5	285.5	1054.1
1990	202.0	226.5	178.0	53.5	42.0	-	-	-	0.0	0.0	85.0	296.0	1083.0
1991	569.5	117.5	296.5	36.5	2.5	-	-	-	98.6	100.9	205.0	201.6	1628.6
1992	97.1	300.9	17.9	0.0	0.0	-	-	-	0.0	11.6	92.8	364.9	885.2
1993	285.9	439.8	239.9	101.1	0.0	-	-	-	0.0	0.5	192.8	157.9	1417.9

(mm)

また、ザンビア中部カブエ (Kabwe) で観測された1961年～1976年の16年間の月平均気温及び 1962年～1975年の14年間の月平均降水量は下記のとおりである。

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
Average (°C)													
Temperature	21.0	20.7	20.7	19.8	17.5	16.0	15.8	18.2	21.8	24.0	22.6	21.0	19.9
Average (mm)													
Precipitation	263.9	204.9	108.3	18.4	4.3	0.0	0.0	0.1	1.0	22.6	84.7	259.1	967.3

2-2-2 植生

調査地域の植生は、細い低木が生い茂る中に樹高15m前後の高木が比較的多く存在する森林帯、または、草原の中にまばらに樹木が存在するサバンナ帯である。前者は、泥質岩やドロマイトの分布域で土壌が深い所に発達し、後者は珪岩や基盤岩等の硬い岩石の分布域で土壌が浅い所に発達する。

第3章 一般地質

3-1 ザンビア銅ベルトの地質・鉱床

調査地域の位置する銅ベルトと称される地域は、東はザンビアとザイル南端部の国境周辺から、西はザンビアとアンゴラとの国境付近までの弧状をなす延長約500km、幅約80km程の一鉱床生成区の範囲である。

銅ベルトの地質は、前～中期先カンブリア時代の基盤岩類 (Basement Complex) と後期先カンブリア時代のカタंगा累層群 (Katanga supergroup) よりなる。

ザンビア銅ベルトの基盤は、主として片岩及び片麻岩からなる Lufubu 累層群 (下部先カンブリア界)、これを貫く花崗岩 (1975Ma)、及び珪岩を主体とする Muva 累層群 (中部先カンブリア界) からなる (Fig. 1-2, 1-4)。基盤の花崗岩中には広範囲な低品位の銅鉱化作用があることが知られている。

この基盤岩類を顕著な不整合で Katanga 累層群が覆っている。Katanga 累層群は、下部より、崖錐堆積物や風成砂岩を基底とし礫岩・砂岩・泥岩からなる Lower Roan、硬石膏を含むドロマイトやドロマイト質泥岩を主とする Upper Roan、ドロマイトと頁岩からなる Mwashia、そして氷河堆積物を含む Kundelungu の各層群に分けられ、層群間の累重関係

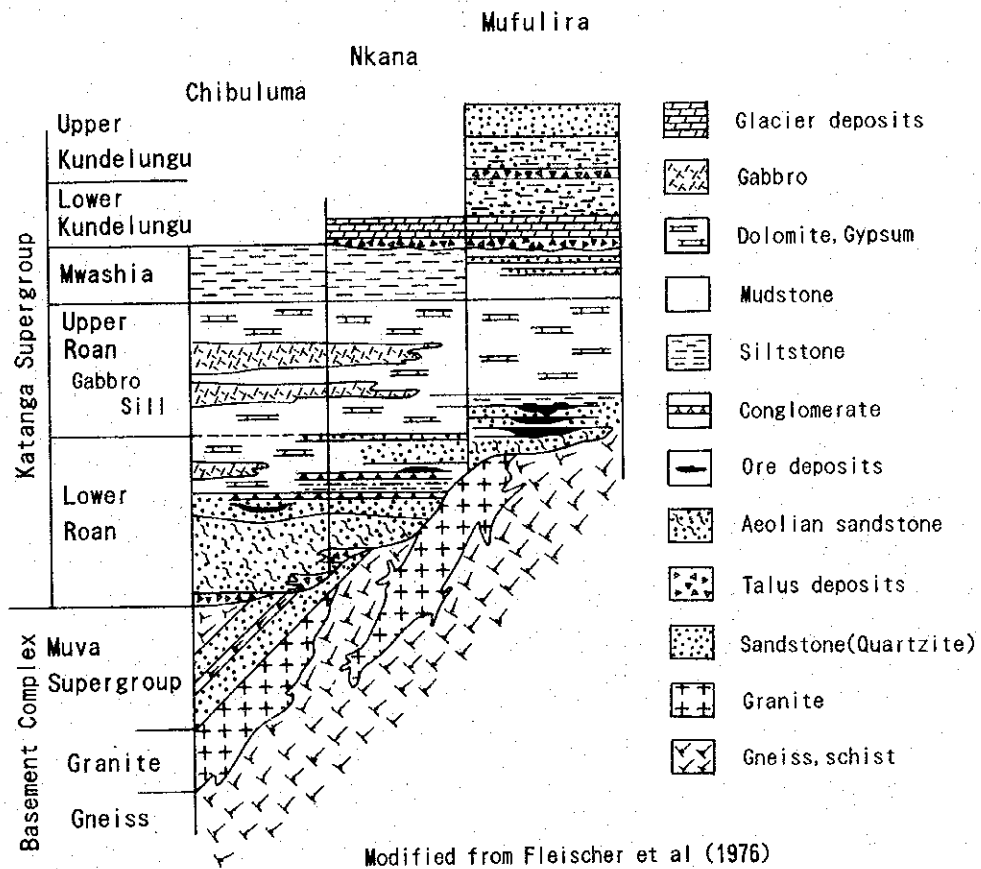


Fig.1-4 Schematic Stratigraphic Columns of the Zambian Copperbelt

はいずれも整合である。鉱床は Upper Roan と Lower Roan の境界付近の泥岩や砂岩中に板状の鉱層として胚胎している (Fig. 1-4)。

Lower Roan 層群は、さらに三つに分けられ、下部より Footwall Formation, Ore Formation, Hangingwall Formation からなる。

Footwall Formation は、基底礫岩層で礫岩・アルコーズ砂岩を主体とし、Ore Formation は、頁岩・シルト岩・石英質砂岩・長石質砂岩を主体とし、ドロマイトや礫岩を挟む。また、Hangingwall Formation は、シルト岩・石英質砂岩・アルコーズ砂岩を主体とし、ドロマイトを挟む。

ザンビア北西部の Katanga 累層群分布域は、ザイールとアンゴラに連続し、褶曲、クリップ及び衝上断層が発達する弧状の造山帯であり、Lufilian 弧と呼ばれている。カッパーベルトの地層は中部 Kundelungu 後期 (840~465Ma) の Lufilian 造山運動によって激しい褶曲を受けており、その軸方向は E-W~NW-SE である。

ザンビアカッパーベルトには、NW-SE 方向の軸をもつカフエ背斜構造 (Kafue Anticline) が存在する (Fig. 1-2)。背斜構造の西側では、鉱床は、通常、泥質な Ore Formation (Ore Shale と称される) 中に胚胎する (Luanshya, Baluba, Nkana, Chambishi, Nchanga, Konkola) が、しばしば Ore Formation の下盤珪岩 (Footwall Quartzite) 中にも胚胎する (Chibuluma, Nkana)。一方、背斜構造の東側では、ムフリラ向斜構造 (Mufulira Syncline) 中の砂質岩中に胚胎する鉱床 (Mufulira, Bwana Mkubwa) が一般的であり、Ore Formation は認められないため、鉱床の層序的位置の完全な対比は不可能であり、Ore Formation のそれに類似しているとする見方と Upper Roan 中の鉱床とする見方がある。

ザンビアカッパーベルトの鉱床の特徴は次のようにまとめられる。

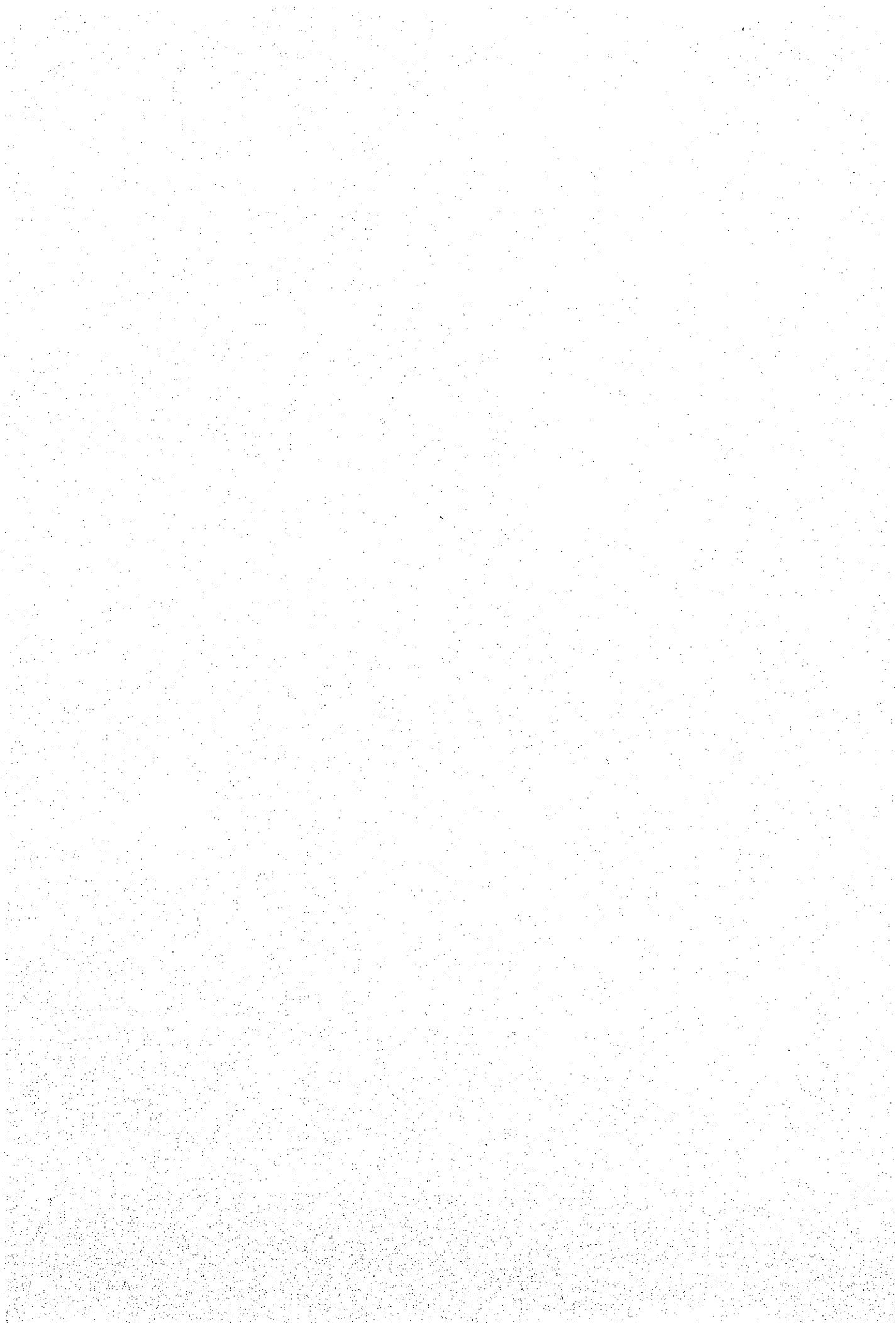
① 鉱床胚胎層準：大半の鉱床が Lower Roan group の Ore Formation 中に胚胎し、明瞭に層準規制を受けている。

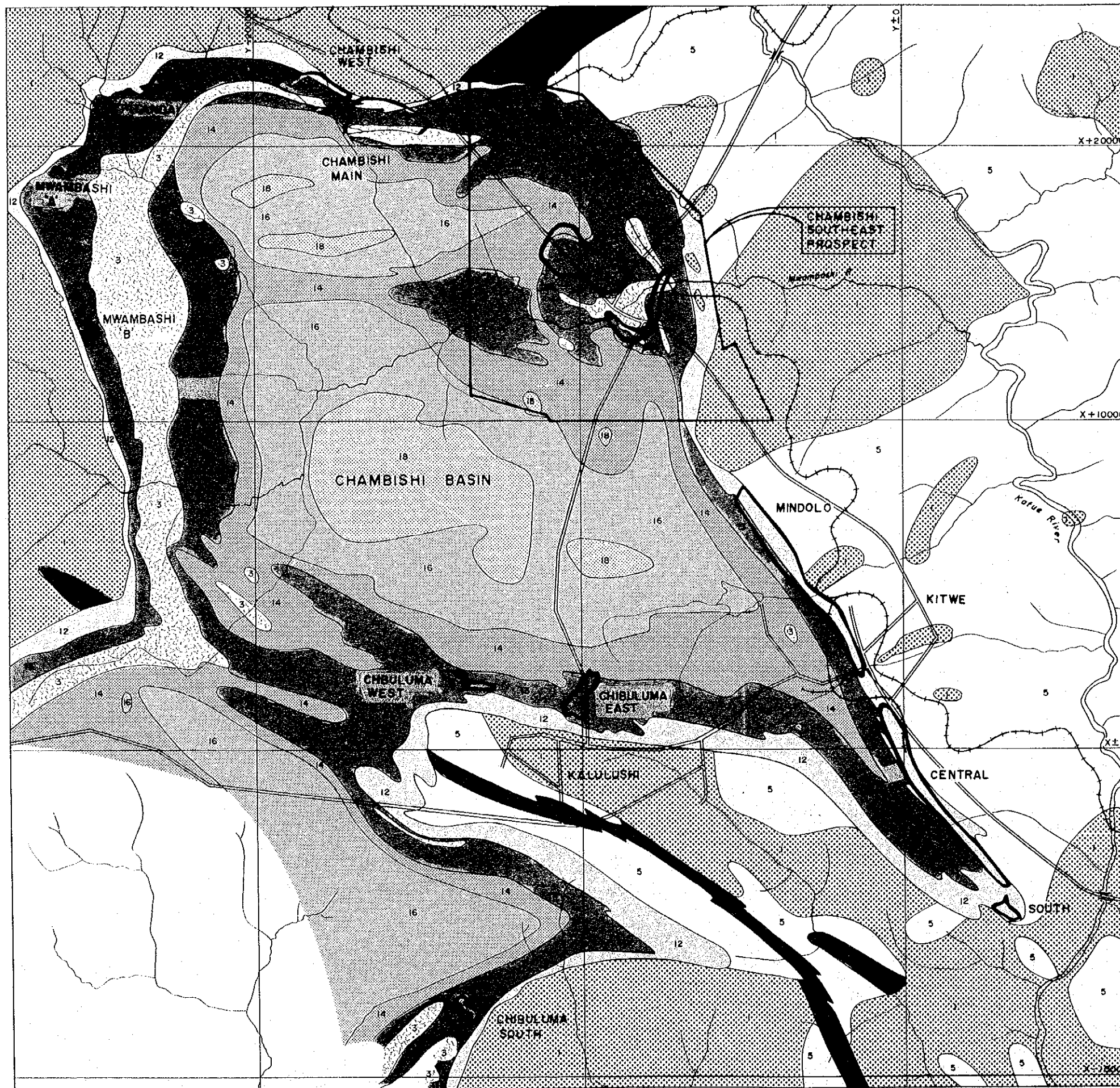
② 鉱床の形態：鉱床は層状を示し、地層と整合的に胚胎する。Chambishi Basin, Roan-Muriashi Basin の鉱床は、かなり激しく褶曲しているが、地層とは整合的である。鉱床の規模は、厚さ 5~55m, 走向延長数 1,000m, 傾斜延長数 100m 以上である。鉱床は、多くの場合 1 層であるが、Nchanga では 2 層、Mufulira, Bwana Mkubwa では 3 層存在する。

③ 鉱床母岩：Kafue 背斜の西方では、泥質岩 (argillite), 砂岩, 不純ドロマイト (impure dolomite), Kafue 背斜の東方では、セリサイト質珪岩, グレイワッケ中に主として胚胎する。

④ 母岩の変質：雲母鉱物 (Biotite, Sericite) 化, 珪化が認められるが、鉱化作用との関係は不明。

⑤ 鉱石鉱物：主要な初生鉱物として、黄鉄鉱 (pyrite), 黄銅鉱 (chalcopyrite), 斑銅鉱 (bornite), 輝銅鉱 (chalcocite), 少量の初生鉱物として、磁硫鉄鉱 (pyrrhoti-





LEGEND

- MIDDLE AND LOWER KUNDELUNGU
- KAKONTWE AND BASAL TILLITE
- MWASHIA
- UPPER ROAN
- LOWER ROAN
- MUVA
- LUFUBU
- GRANITE
- GABBRO
- SURVEY AREA
- OREBODY
- MAIN ROAD
- RAILWAY

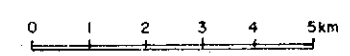
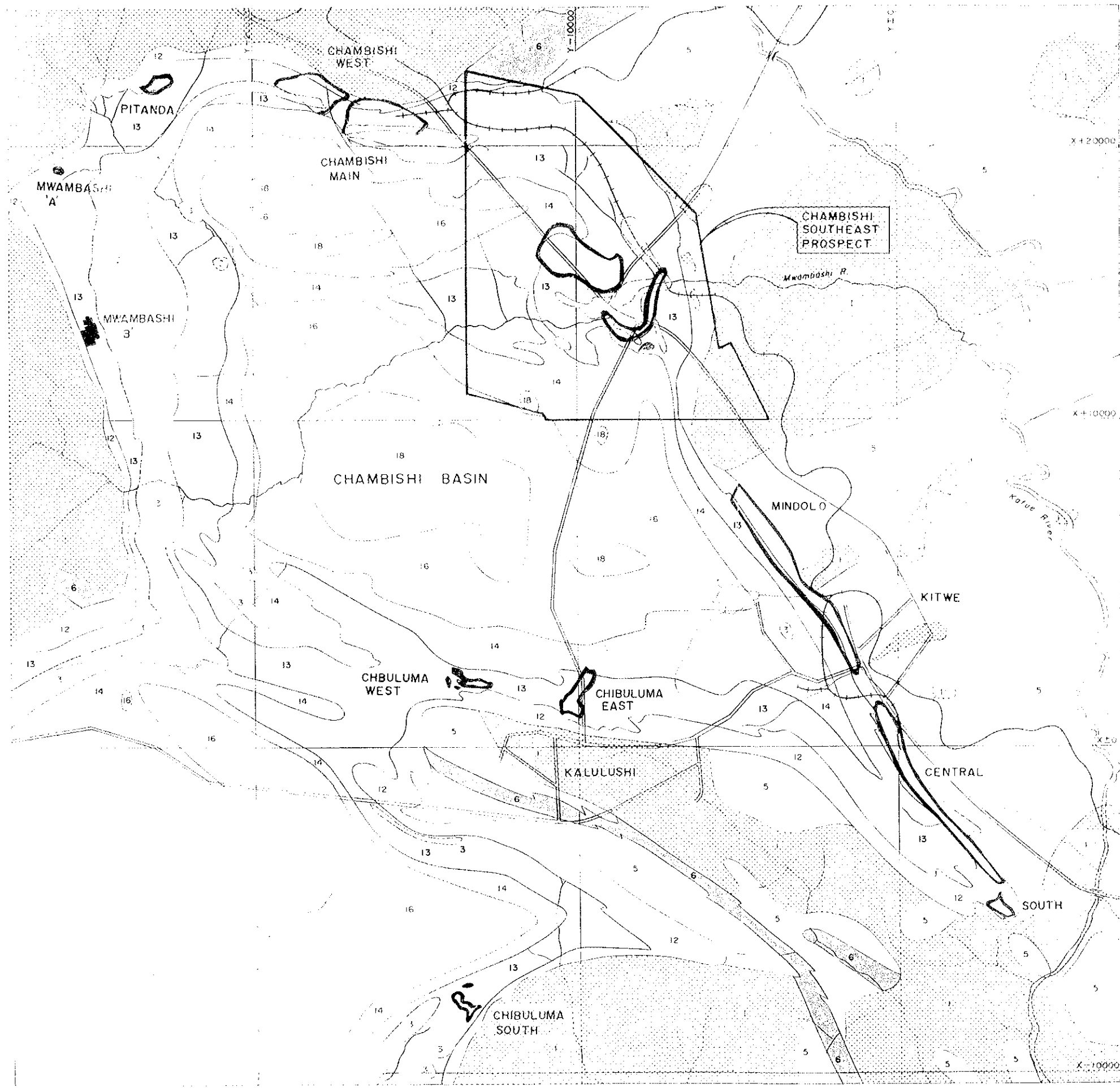


Fig.1-5 Geological Map of the Chambishi Southeast Area



LEGEND

- 18 MIDDLE AND LOWER KUNDELUNGU
- 16 KAKON'WE AND BASAL TILLITE
- 14 MWASHIA
- 13 UPPER ROAN
- 12 LOWER ROAN
- 6 MUVA
- 5 LUFUBU
- GRANITE
- 3 GABBRO
- SURVEY AREA
- OREBODY
- MAIN ROAD
- RAILWAY

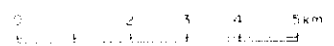
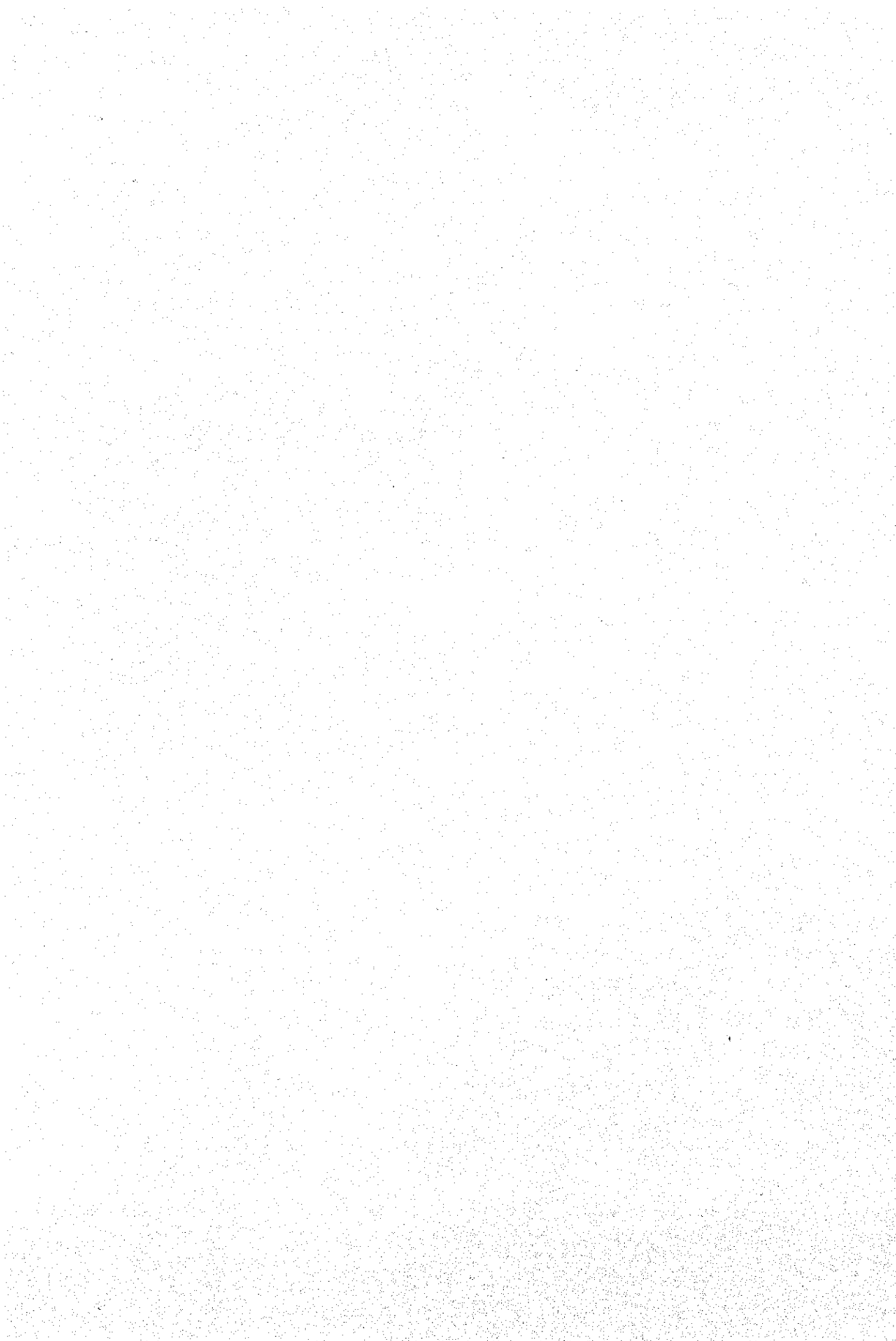


Fig.1-5 Geological Map of the Chambishi Southeast Area



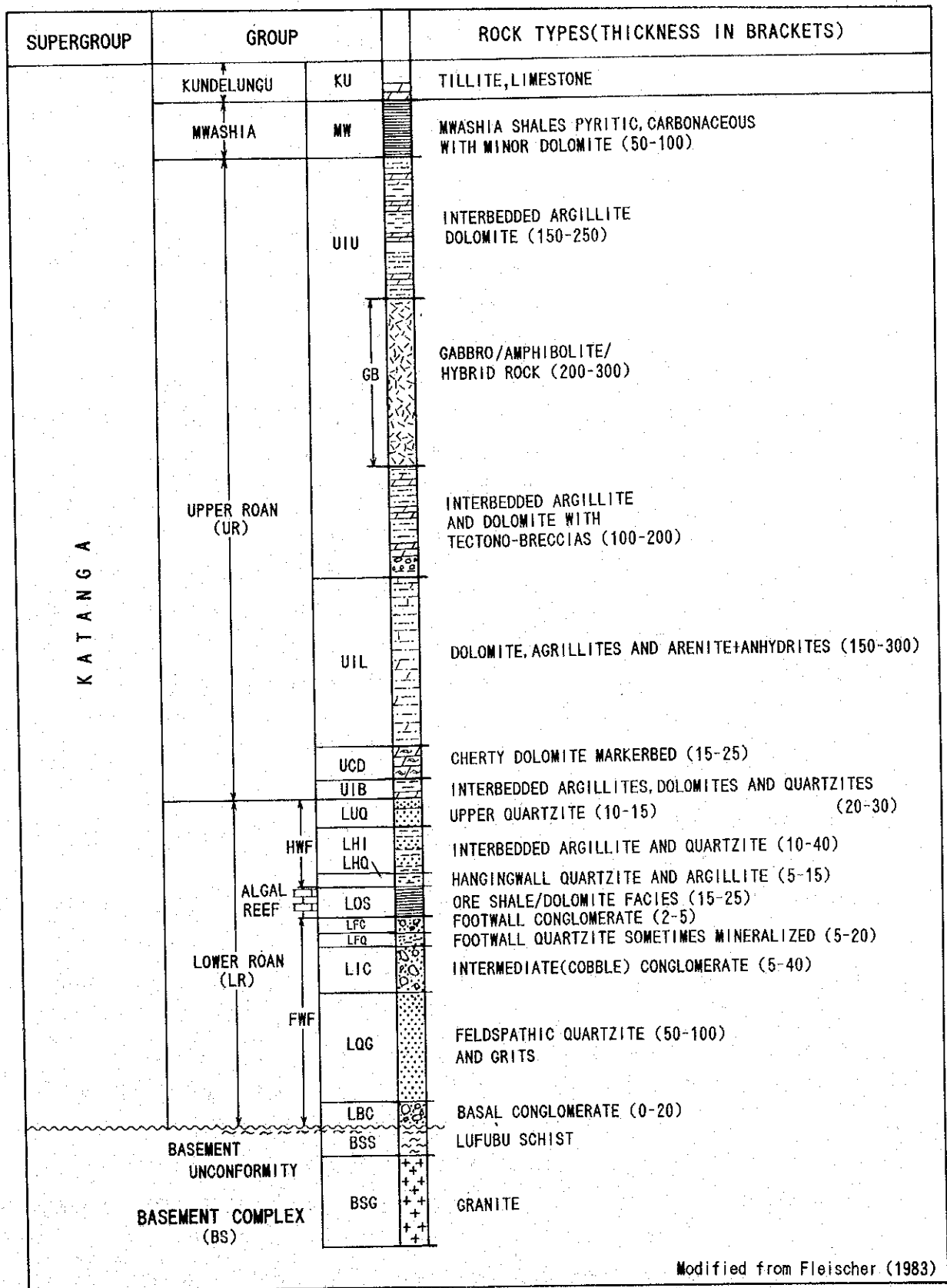


Fig. 1-6 Generalized Stratigraphic Section through Chambishi Southeast

te), 銅藍 (covellite), ダイジェナイト (digenite), カロライト (carrollite), 硫コバルト鉱 (linnaeite), 含銅黄鉄鉱 (Cu-bearing pyrite), 輝水鉛鉱 (molybdenite), 灰重石 (scheelite), 鉄マンガン重石 (wolframite), 閃ウラン鉱 (uraninite) を産する。このうち Co 鉱物を伴う鉱床は Chambishi, Nchanga, Nkana, Baluba であり, U 鉱物を伴うのは Nkana-Mindolo 鉱床である。

また, 二次変質鉱物として, 孔雀石 (malachite), 珪孔雀石 (chrysocolla), 藍銅鉱 (azurite), 赤銅鉱 (cuprite), 黒銅鉱 (tenorite), 輝銅鉱 (chalcocite), 斑銅鉱 (bornite), 銅藍 (covellite), 自然銅 (native copper), アスポライト (asbolite), ヘテロジェナイト (heterogenite) 等を産する。

⑥ 脈石鉱物: 主要な鉱物として, 黒雲母, セリサイト, 石英, 長石, ドロマイト, 方解石, スカポライト, 硬石膏, 副成分鉱物として, 緑泥石, 炭質物, 電気石, 燐灰石, 金紅石, 透角閃石, 滑石, チタン石, 緑レン石, ジルコン, 赤鉄鉱を産する。

⑦ 硫化鉱物の帯状分布: 平面的な帯状分布がほとんどの鉱床で認められ, ほぼ一定の方向性をもつ。即ち, Ore Shale 中の鉱床では, 北東から南西に向かって (基盤岩分布域から離れるにつれて) 不毛帯→輝銅鉱→斑銅鉱→黄銅鉱→黄鉄鉱の帯状分布を示し, 珪岩中の鉱床では, 中心部に黄鉄鉱, 周辺部に黄銅鉱, 斑銅鉱の帯状分布を示す。また, 層位上の帯状分布もほとんどの鉱床に認められる。

⑧ 鉱石の産状: 鉱石中には, 斜層理, スランピング等の堆積性構造が認められる。

3-2 調査地域の地質・鉱床

本地域の地質・鉱床については, Fleischer (1983) 及び Z C C M 資料 (1993) を基に, 本調査の結果を加えて, 以下に記述する。

調査地域の地質図は Fig. 1-5 に, 模式層序図は, Fig. 1-6 に, また, 地質断面図は, Fig. 1-7 に示した。

本地域の地質は, 基盤岩類 (Basement Complex: BS) とカタンガ累層群 (Katangan super group) よりなる。

基盤岩類は, 片岩及び片麻岩からなる Lufubu Schist (BSS), これを貫く花崗岩 (BSG), 及び Muva 累層群の珪岩からなる。片岩, 片麻岩及び珪岩は, 石英及び黒雲母を主とし, 長石及び緑泥石を伴う。また, 花崗岩は, 主に石英, 長石及び黒雲母からなる。

カタンガ累層群 (Katangan supergroup) は, 下部より Lower Roan, Upper Roan, Mwashia, Kundelungu の各層群及びハンレイ岩シルに分けられ, 各層群間はいずれも整合関係にある。

Lower Roan Group (LR) は, 基盤岩類を不整合で覆い, 下部より “基底礫岩 (LBC)”, “長石質珪岩・グリット (LQG)”, “中間礫岩 (Intermediate Conglomerate: LIC)”, “下盤珪岩 (

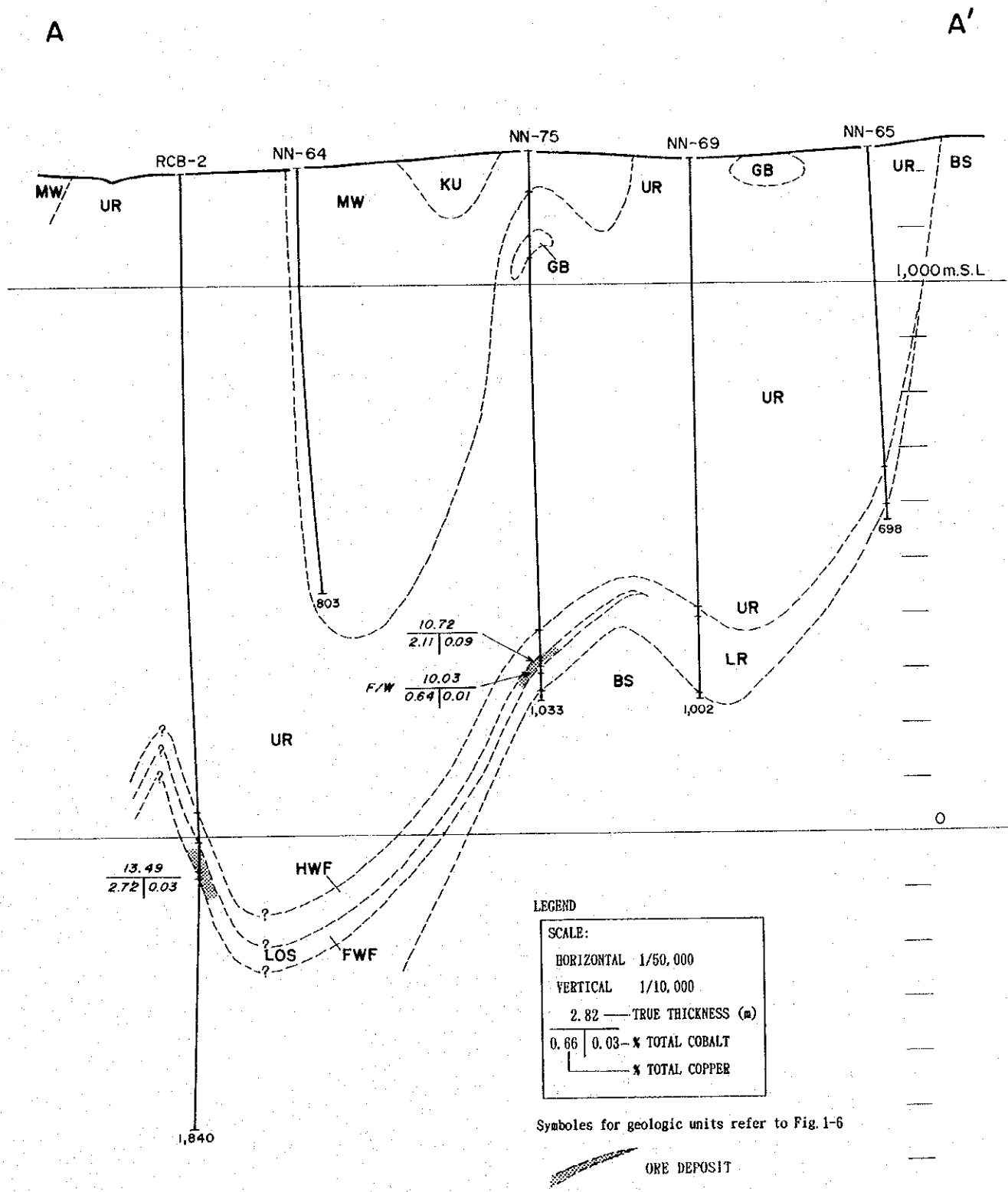


Fig. 1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (1)

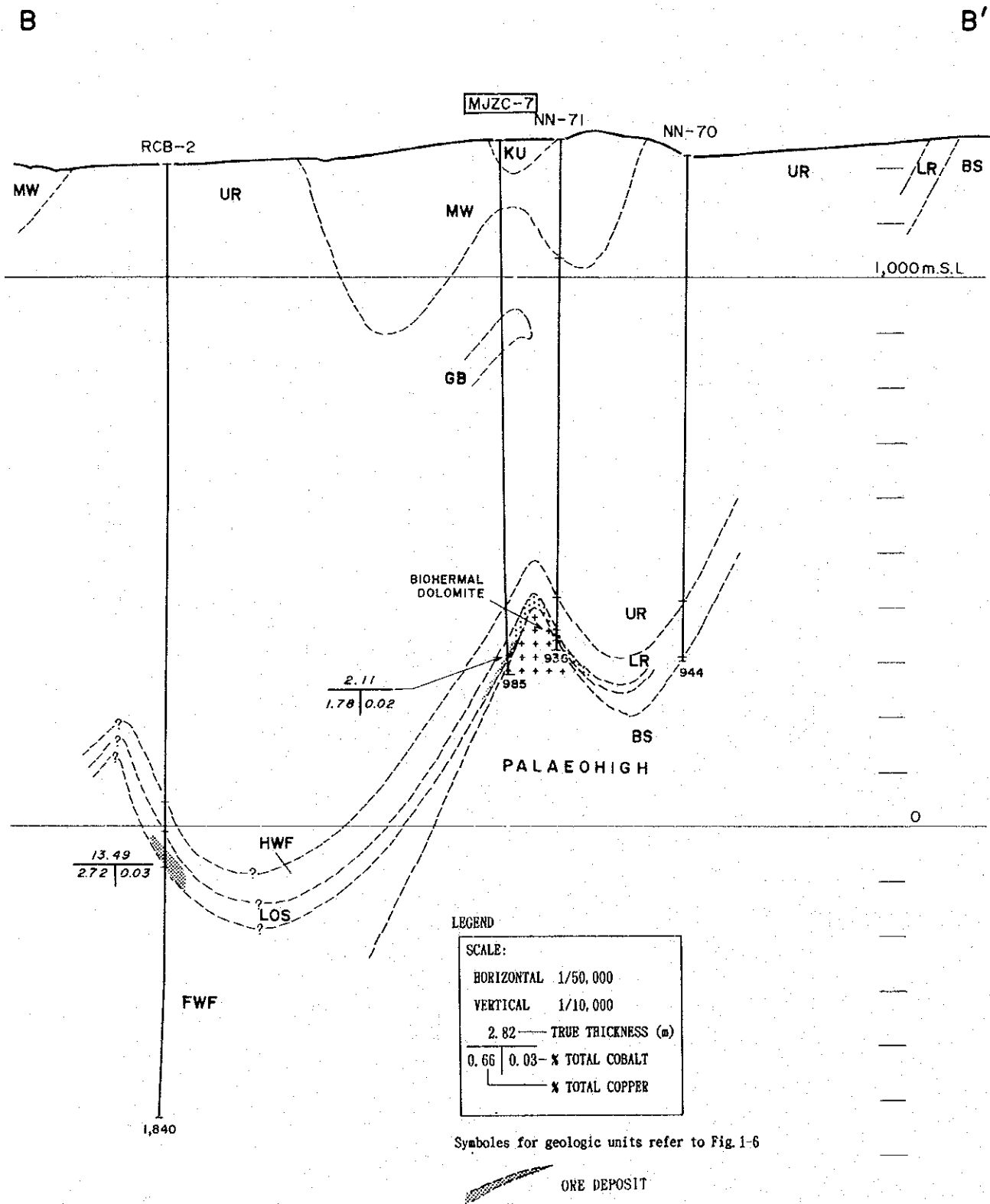
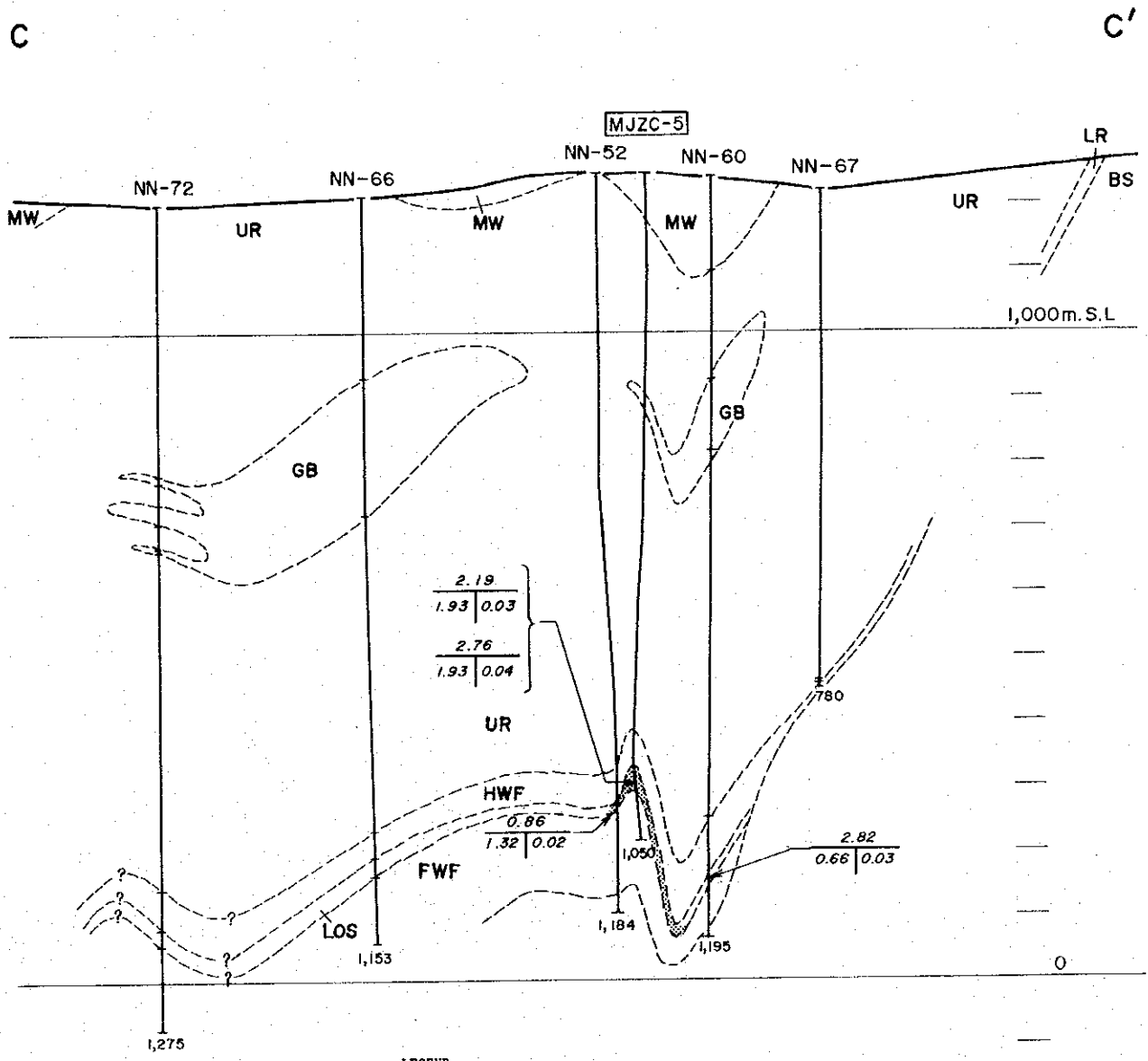


Fig.1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (2)



LEGEND

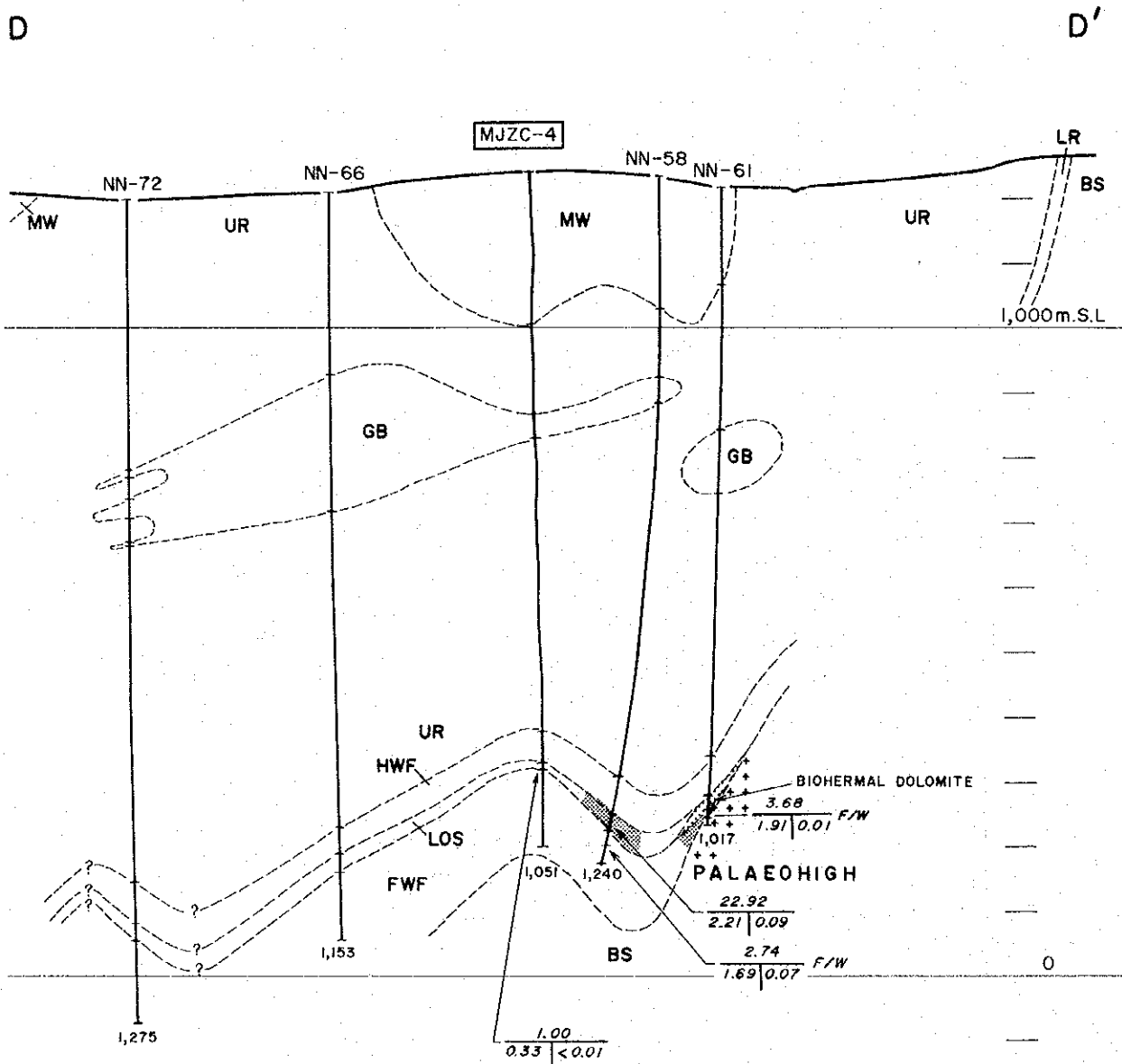
SCALE:
 HORIZONTAL 1/50,000
 VERTICAL 1/10,000

2.82 — TRUE THICKNESS (m)
 0.66 | 0.03 — % TOTAL COBALT
 ——— % TOTAL COPPER

Symbols for geologic units refer to Fig. 1-6

ORE DEPOSIT

Fig. 1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (3)



LEGEND

SCALE:	
HORIZONTAL	1/50,000
VERTICAL	1/10,000
2.82	— TRUE THICKNESS (m)
0.66	0.03 — % TOTAL COBALT
	— % TOTAL COPPER

Symbols for geologic units refer to Fig.1-6


 ORE DEPOSIT

Fig.1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (4)

E

E'

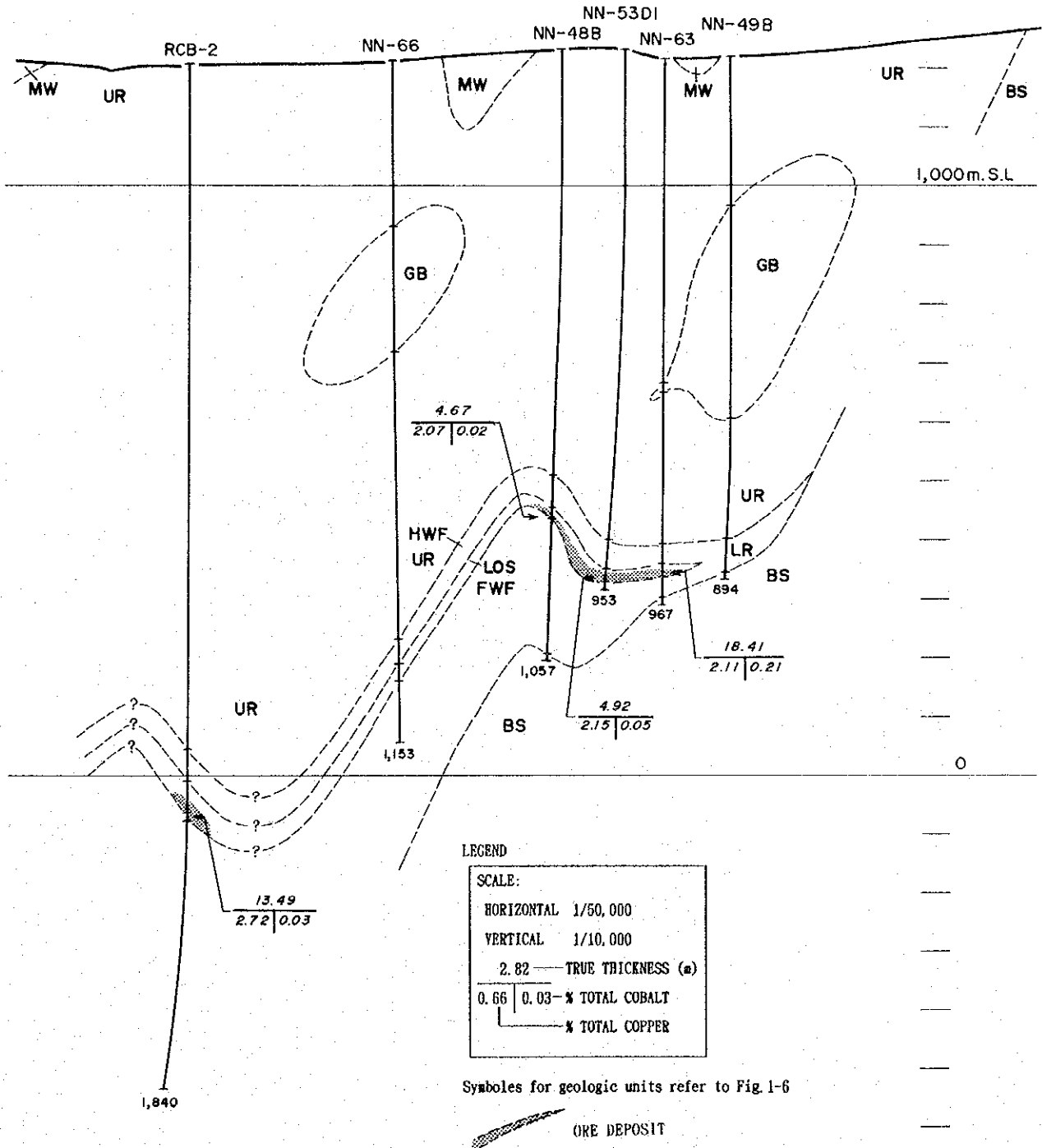
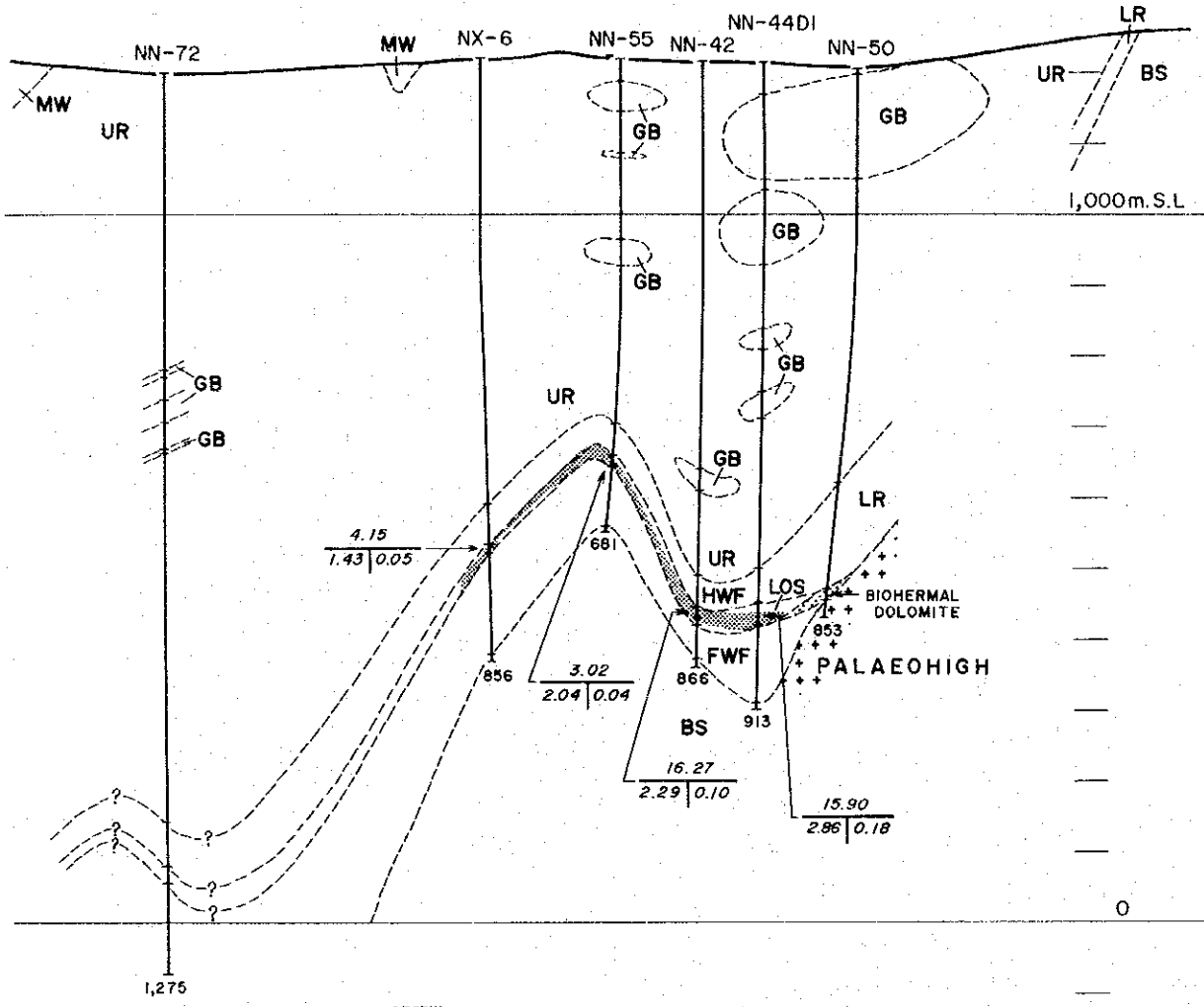


Fig.1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (5)

F

F'



LEGEND

SCALE:	
HORIZONTAL	1/50,000
VERTICAL	1/10,000
2.82	— TRUE THICKNESS (m)
0.66 0.03	— % TOTAL COBALT
—	— % TOTAL COPPER

Symbols for geologic units refer to Fig. 1-6


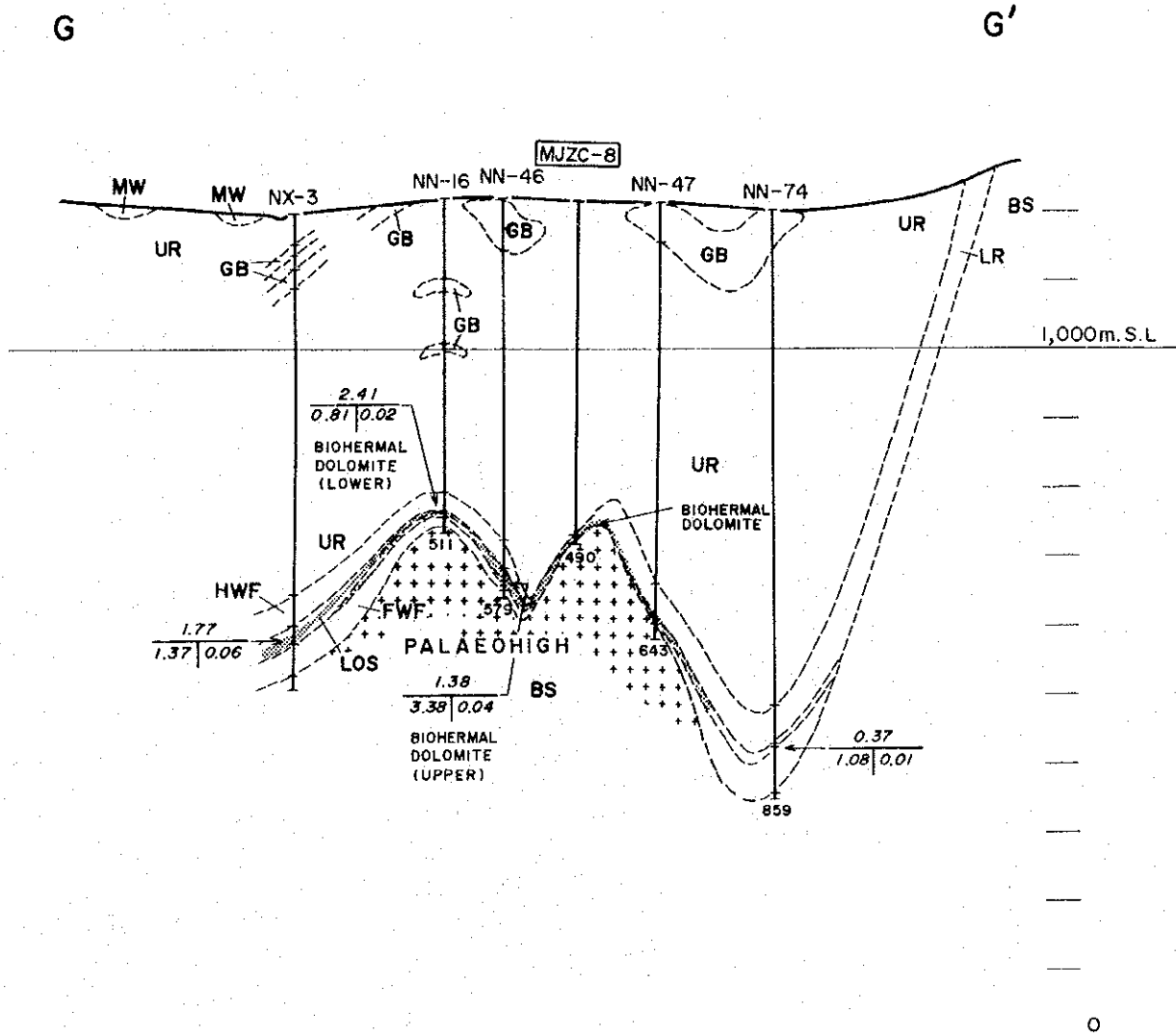
 ORE DEPOSIT

Fig. 1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (6)



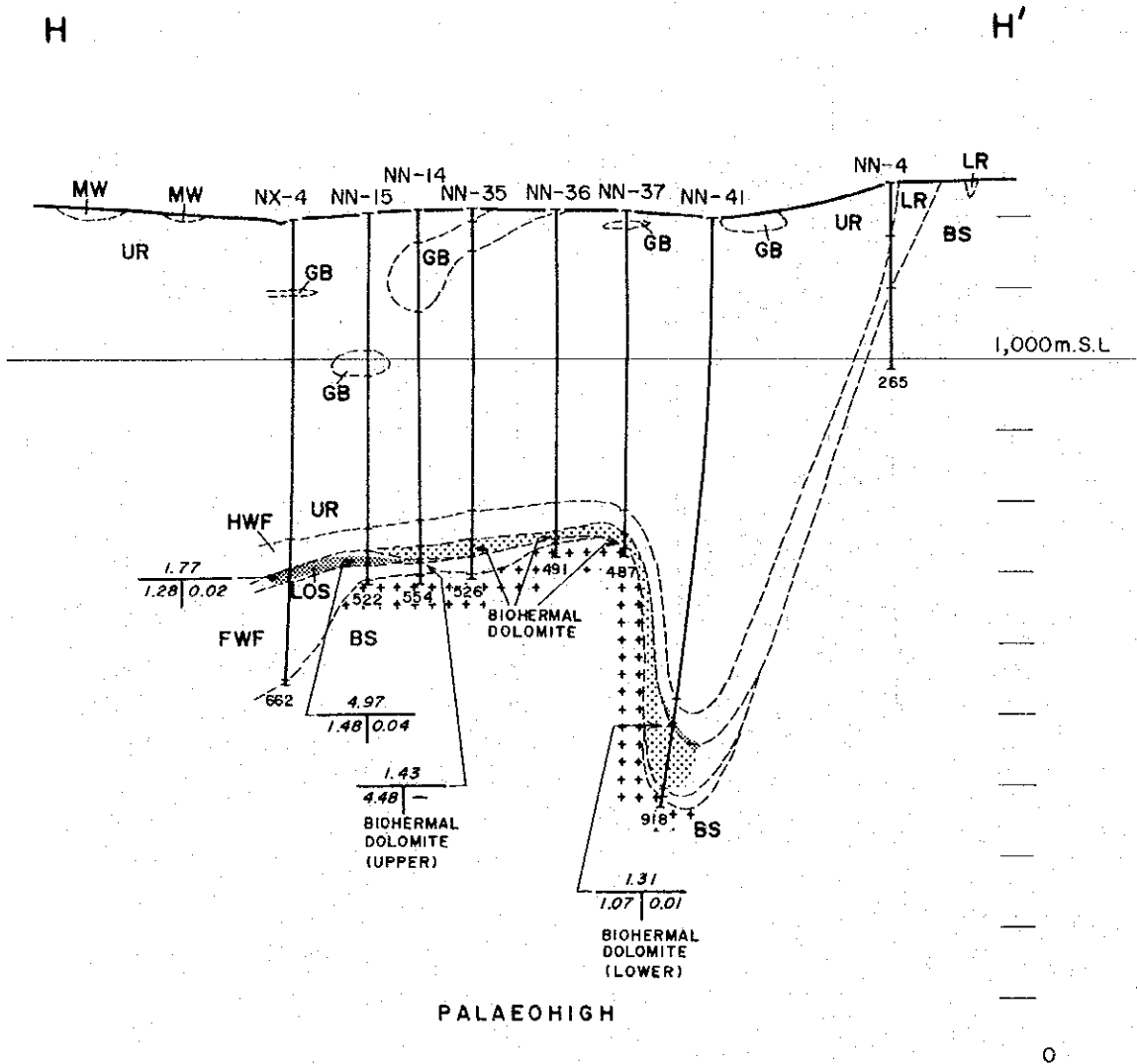
LEGEND

SCALE:	
HORIZONTAL	1/50,000
VERTICAL	1/10,000
2.82	— TRUE THICKNESS (m)
0.66	0.03 — % TOTAL COBALT
	— % TOTAL COPPER

Symbols for geologic units refer to Fig. 1-6

ORE DEPOSIT

Fig. 1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (7)



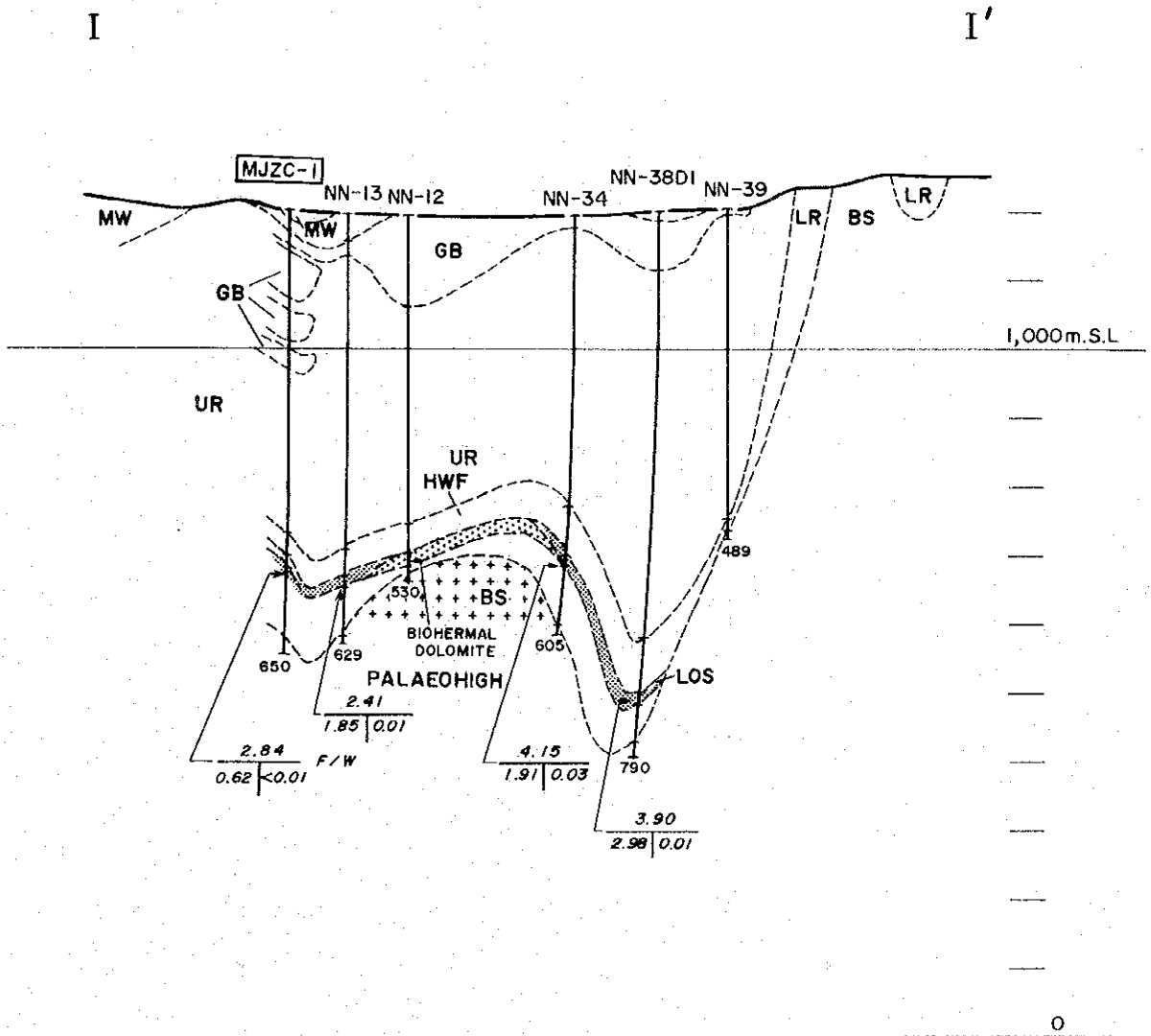
LEGEND

SCALE:	
HORIZONTAL	1/50,000
VERTICAL	1/10,000
2.82	— TRUE THICKNESS (m)
0.66	0.03 — % TOTAL COBALT
	— % TOTAL COPPER

Symbols for geologic units refer to Fig. 1-6

ORE DEPOSIT

Fig.1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (8)



LEGEND

SCALE:	
HORIZONTAL	1/50,000
VERTICAL	1/10,000
2.82	— TRUE THICKNESS (m)
0.66 0.03	— % TOTAL COBALT
—	— % TOTAL COPPER

Symbols for geologic units refer to Fig.1-6


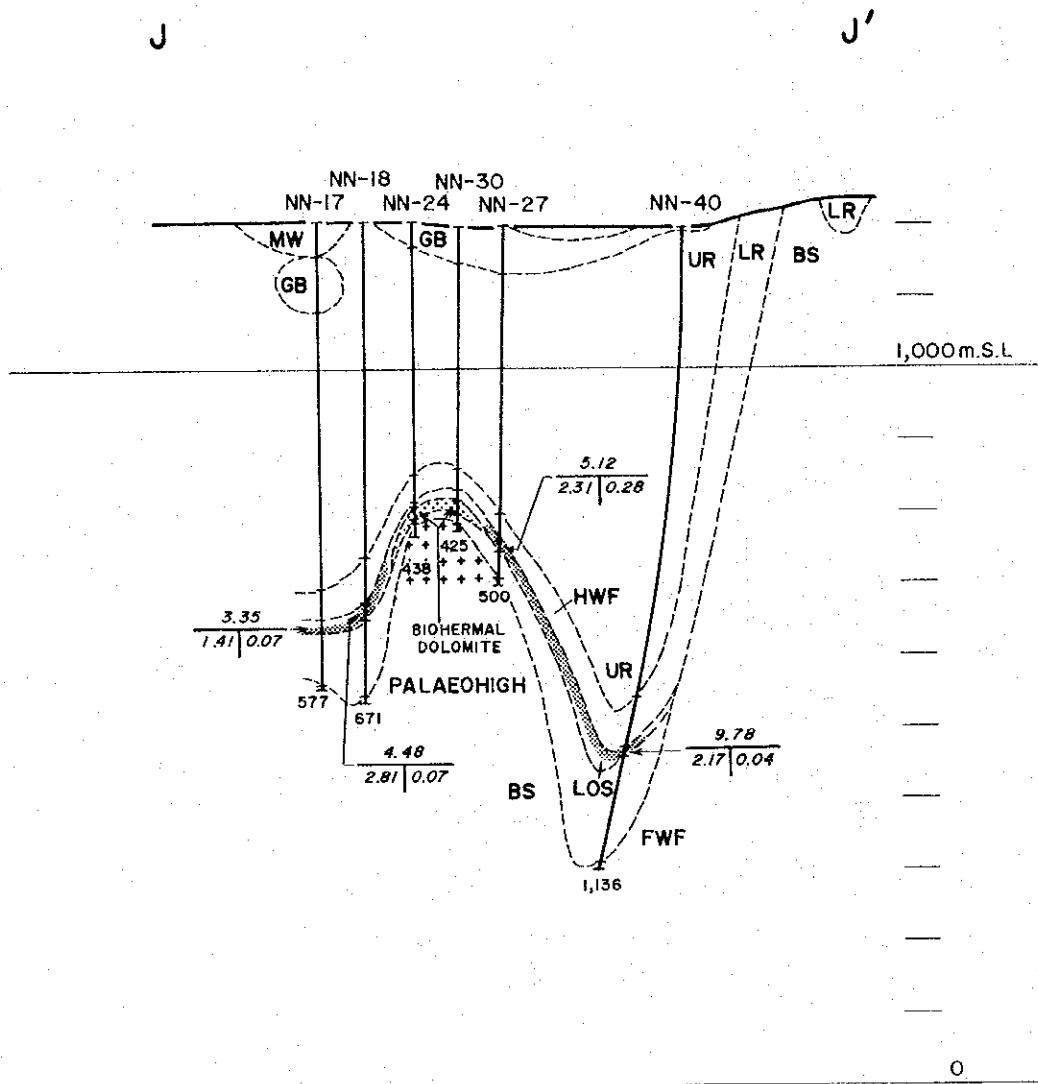
 ORE DEPOSIT

Fig.1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (9)



LEGEND

SCALE:		
HORIZONTAL 1/50,000		
VERTICAL 1/10,000		
2.82 — TRUE THICKNESS (m)		
0.66	0.03	% TOTAL COBALT
		% TOTAL COPPER

Symbols for geologic units refer to Fig. 1-6


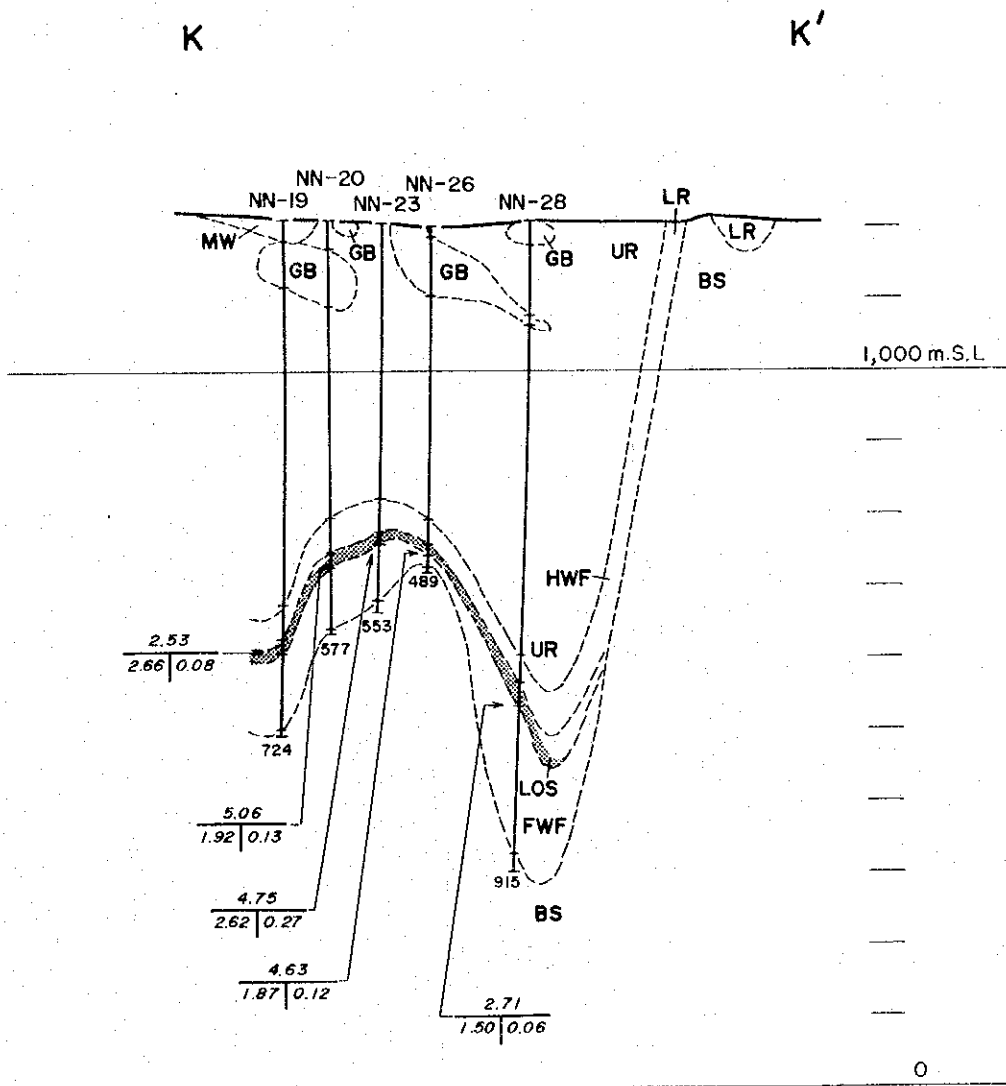
 ORE DEPOSIT

Fig.1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (10)



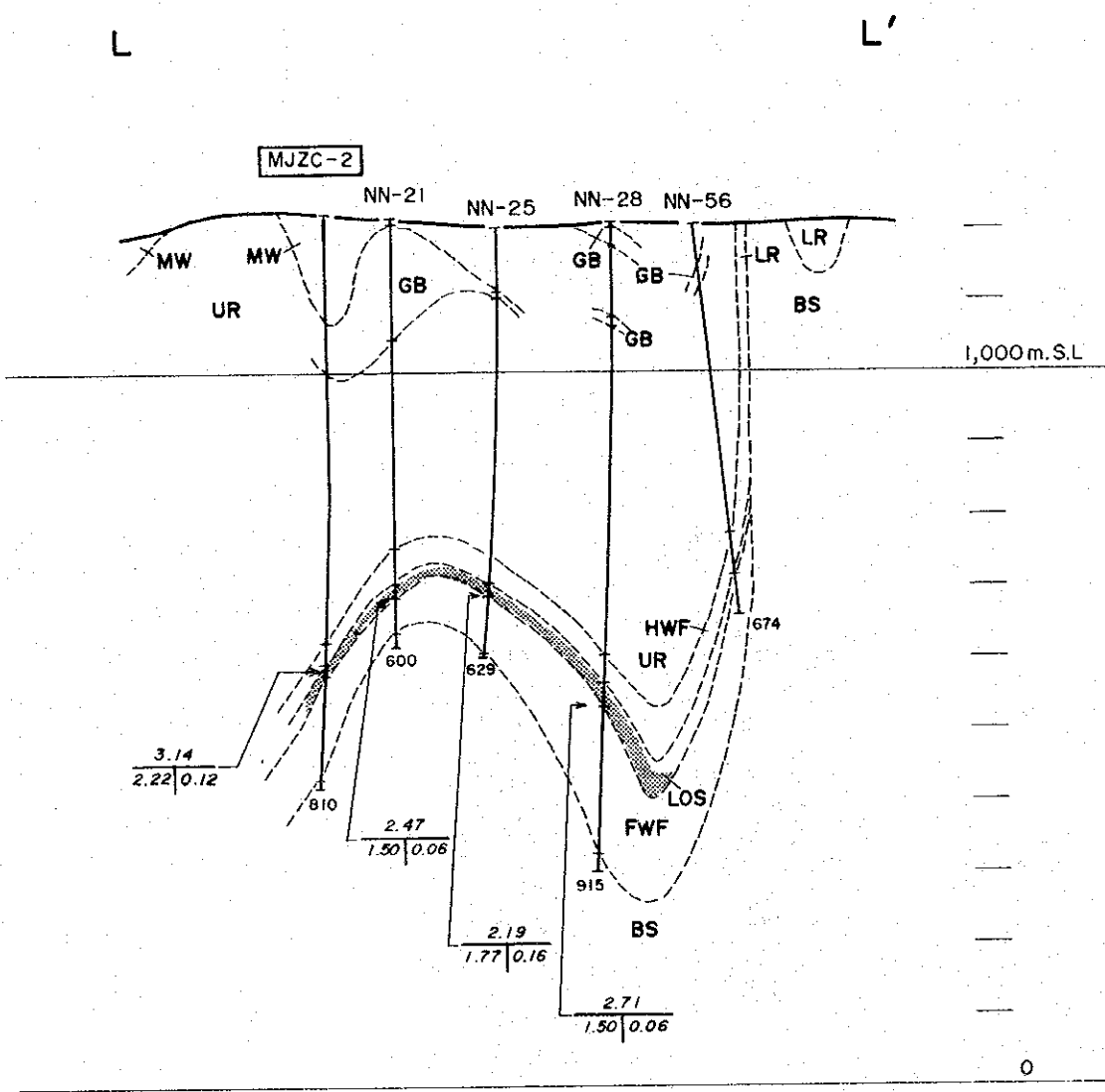
LEGEND

SCALE:	
HORIZONTAL	1/50,000
VERTICAL	1/10,000
2.82	TRUE THICKNESS (m)
0.66	0.03 - % TOTAL COBALT
	% TOTAL COPPER

Symbols for geologic units refer to Fig. 1-6

ORE DEPOSIT

Fig. 1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (11)



LEGEND

SCALE:	
HORIZONTAL 1/50,000	
VERTICAL 1/10,000	
2.82 — TRUE THICKNESS (m)	
0.66	0.03 — % TOTAL COBALT
% TOTAL COPPER	

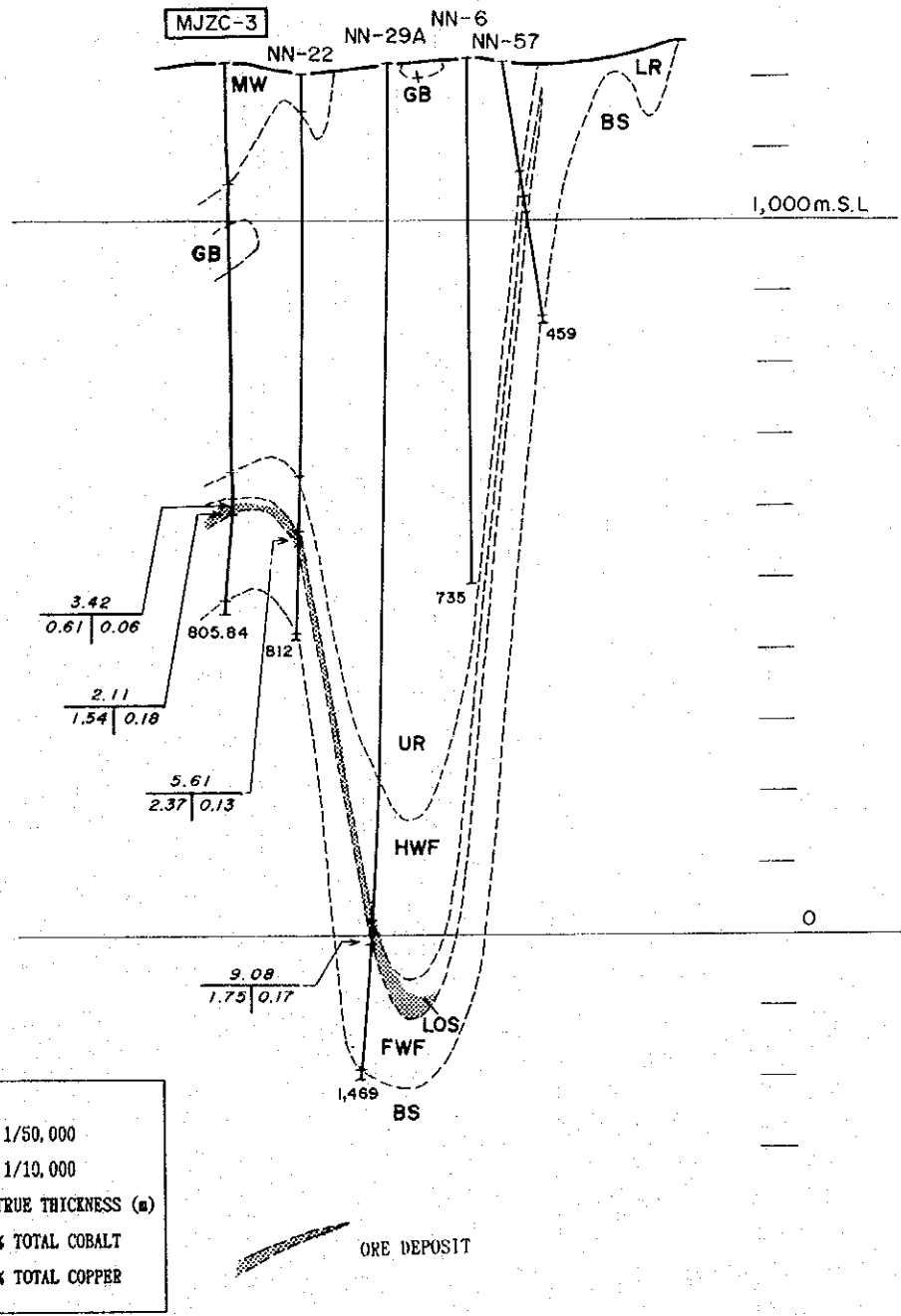
Symbols for geologic units refer to Fig. 1-6

ORE DEPOSIT

Fig. 1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (12)

M

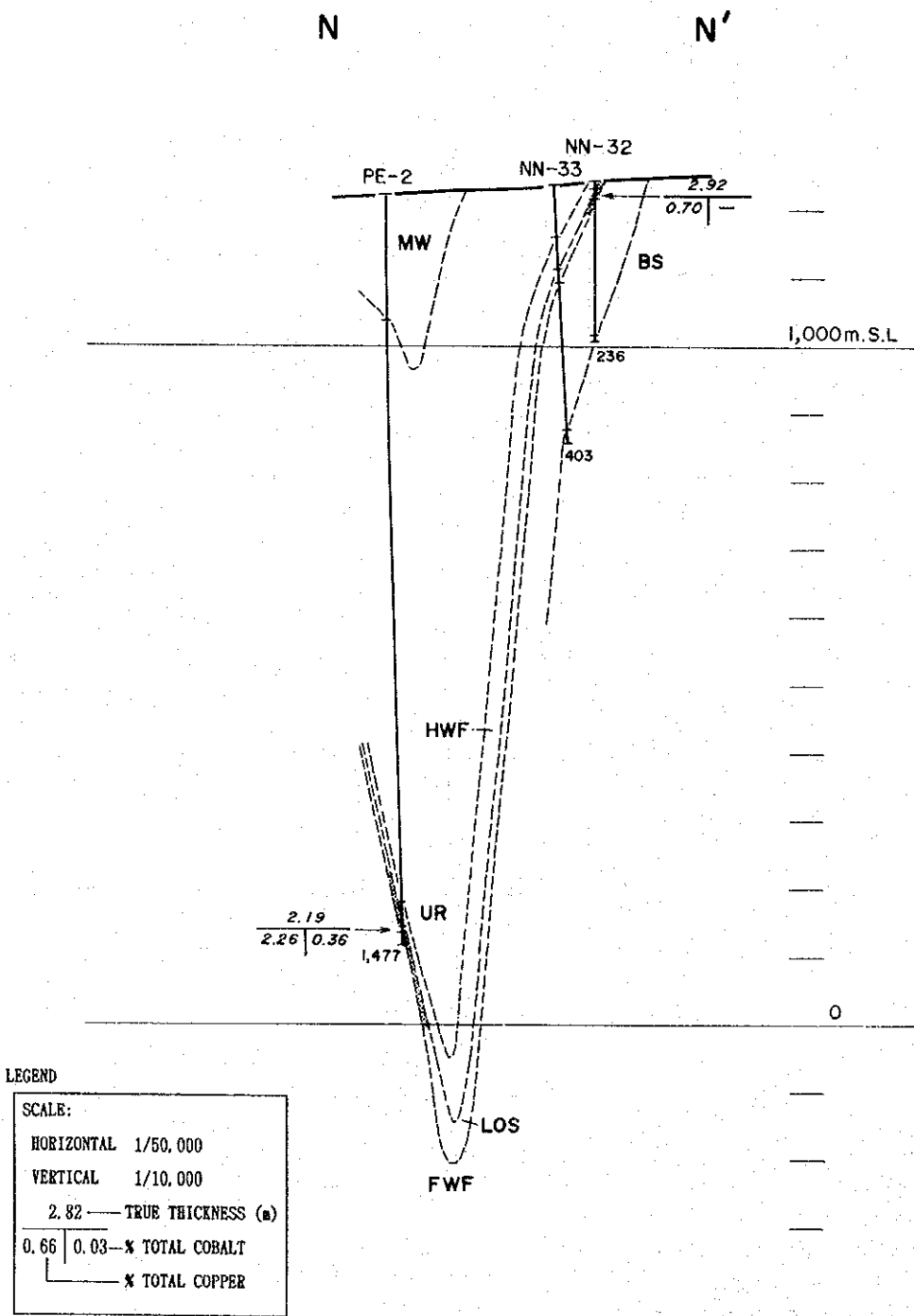
M'



LEGEND

Symbols for geologic units refer to Fig.1-6

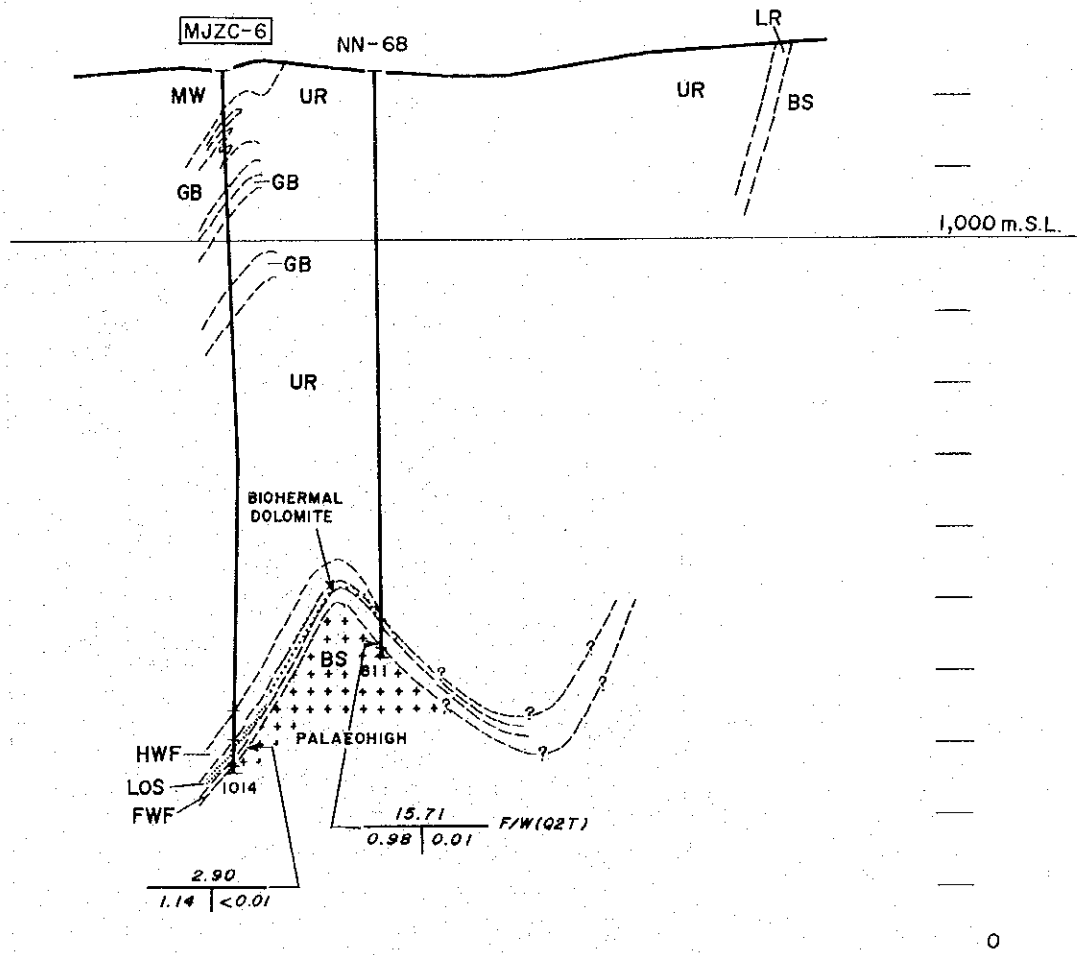
Fig.1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (13)



Symbols for geologic units refer to Fig. 1-6


ORE DEPOSIT

Fig.1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (14)



LEGEND

SCALE:	
HORIZONTAL	1/50,000
VERTICAL	1/10,000
2.82	— TRUE THICKNESS (m)
0.66	0.03 — % TOTAL COBALT
	— % TOTAL COPPER

 ORE DEPOSIT

Symbols for geologic units refer to Fig. 1-6

Fig. 1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (15)

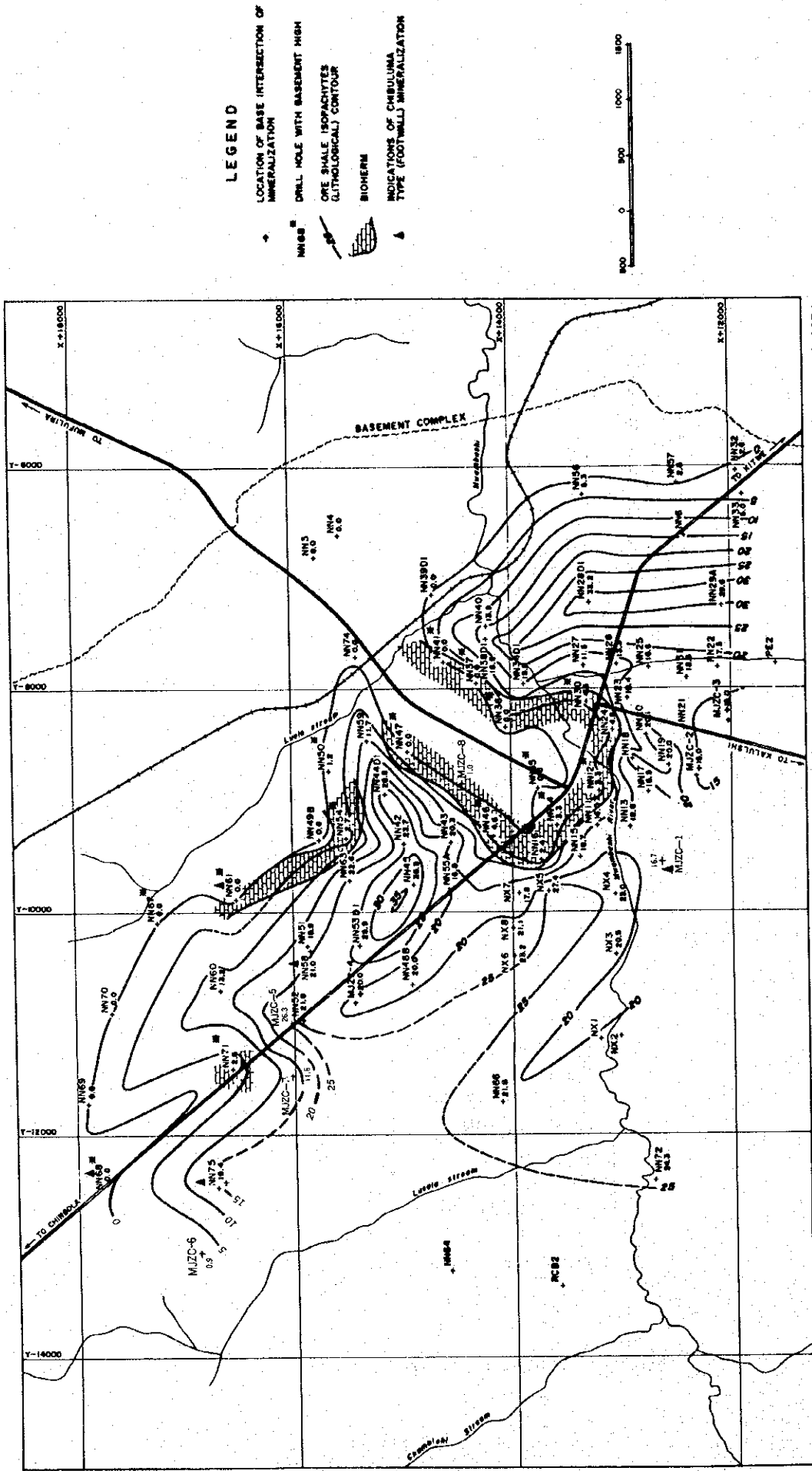
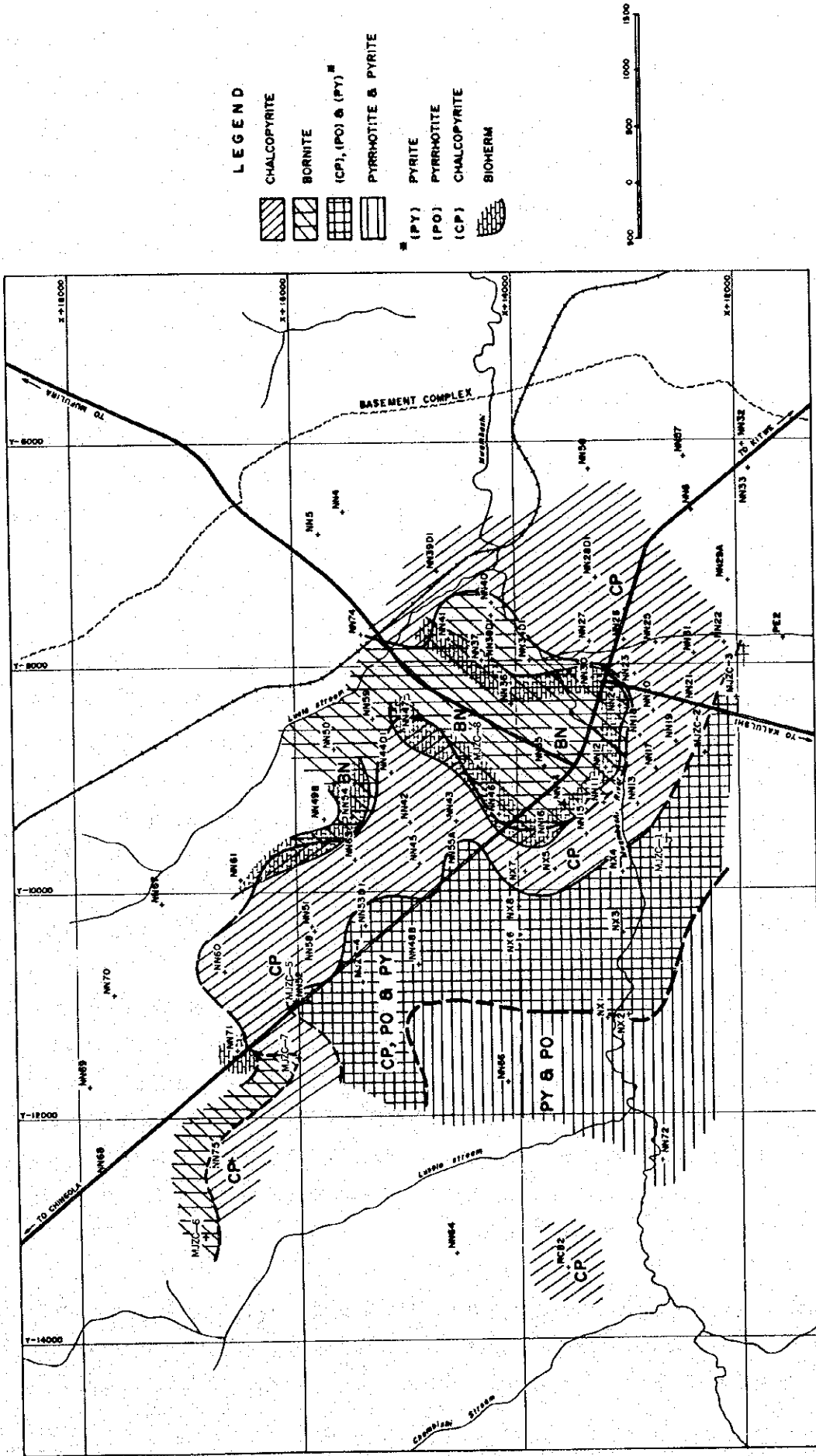


Fig.1-8 Ore Shale Isopach Map



Modified from Fiescher (1983)

Fig. 1-9 Sulphide Mineral Zoning

Footwall Quartzite:LFQ)", "下盤礫岩 (Footwall Conglomerate:LFC)", "Ore Shale 層準(LOS)", "上盤珪岩・泥質岩 (Hangingwall Quartzite・Argillite:LHQ)", "泥質岩・珪岩互層 (Interbedded Argillite and Quartzite:LHI)", "上部珪岩 (Upper Quartzite:LUQ)" からなる。このうち, "Ore Shale 層準" の下盤層を一括して Footwall Formation, "Ore Shale 層準" を Ore Formation, "Ore Shale 層準" の上盤層を一括して Hangingwall Formation と称している。

"Ore Shale 層準" は, 泥質岩とドロマイトのいずれか又は両者からなる。このドロマイト中に, ストロマトライトが認められることがあることから, ドロマイトの卓越部はバイオハームであると考えられている。

Upper Roan Group (UR)は, 下部より "泥質岩・ドロマイト・珪岩互層 (Interbedded Argillite, Dolomite and Quartzite:UIB)", "チャート質ドロマイト (Cherty Dolomite:UCD)", "硬石膏を伴うアレナイト・泥質岩・ドロマイト(UIL)", "構造角礫を伴う泥質岩・ドロマイト互層 (Interbedded Argillite and Dolomite with Tectonobreccias:UIU) からなる。このうち, "チャート質ドロマイト" は, 泥質岩 (Markerbed) の挟みを有し, 鍵層として扱われている。

Mwashia Group (MW) は, 主として黒色頁岩, 緑色泥質岩及びドロマイトからなる。

Kundelungu Group は, 本地域では, 多くの岩種(主として泥質岩・ドロマイト・珪岩, 稀に花崗岩・石英脈)の迷子石からなる漂礫岩を基底として, その上位の石灰岩 (Kakontwe Formation) からなり, Lower Kundelungu Group に対比される。

ハンレイ岩は, Upper Roan Group の地層中に通常シルとして産し, Lufilian 造山運動の初期に貫入したと考えられている (Mendelshon, 1961)。本地域のハンレイ岩の多くは, 輝石やカンラン石を含まないことから角閃岩 (Amphibolite) と呼ばれており, その主要構成鉱物は斜長石, 普通角閃石, 石英, スカポライト (局所的), 随伴鉱物は緑簾石, 燐灰石, チタン石, 黒雲母, 緑泥石等である。本岩は, 周辺の泥質岩及びドロマイトをホルンフェルス化し, 緑泥石化及び珪化した岩石 (混成岩: "Hybrid Rock" と呼ばれている) を生じているが, 炭酸塩岩中に貫入している場合, 典型的なスカルン鉱物を生成していない。

調査地域の基盤岩類及びカタンガ累層群は, 緑色片岩相に相当する広域変成作用を受けている。変成作用の時期は, Lufilian 造山運動の期間と考えられている。基盤岩類は, カタンガ累層群よりも変成度が高く, Lufubu Schist は黒雲母及びセリサイトに富んで縞状構造が発達している。カタンガ累層群に普通に認められる変成鉱物は黒雲母, 緑泥石, 透角閃石, 滑石, セリサイト, 曹長石である。

調査地域は, カフェ背斜の南西翼にあるチャンビシ盆状構造 (Chambishi Basin) の北東側縁辺部に位置する。同盆状構造内の地層は, 褶曲しながらも全体的には縁辺部から中心部に向かって緩く傾斜 (約 10°) して分布している。調査地域の西方には E-W 方向の, ま

た、南部には WNW-ESE~NNW-SSE 方向の軸をもつ褶曲構造が認められる。

同盆状構造内では、カフエ背斜を構成する基盤岩類が大局的には北東側から南西側に傾斜するが、部分的には基盤は起伏に富んでおり、調査地域の中央部（チンゴラキトウェ幹線道路とムフリラ道路との交差点付近）と北西部に基盤の盛り上がり部が存在する。これらの基盤盛り上がり部に挟まれた部分には、NW-SE 方向に伸びる局所的な盆状構造が形成されている。また、中央部の基盤盛り上がり部の東側には N-S 方向に伸びるトラフ状構造が存在する（Fig. 1-7, 1-10）。

“Ore Shale 層準”中にドロマイトが卓越する範囲（バイオハーム）は、上記の基盤盛り上がり部の上位に分布するほか、局所的な盆状構造やトラフ状構造を形成する基盤翼部（Flank）の上位に分布している（Fig. 1-7）。

基盤岩類の上位に分布する Lower Roan Group 及び Upper Roan Group の各地層は、全体的には基盤の凹凸に調和的に褶曲しながら分布しているが、調査地域北東側のカフエ背斜翼部やチャンビン盆状構造内の基盤盛り上がり部の翼部では基盤にアバットしている所が存在する（Fig. 1-7）。

“Ore Shale 層準”の泥質岩厚層部の範囲は、前述した基盤面上の局所的な盆状構造やトラフ状構造の範囲と一致する（Fig. 1-8）。

調査地域の鉱床は、ボーリングによって把握された潜頭鉱床で、カッパーベルトの典型的な鉱床タイプである頁岩型銅鉱床である。鉱床の産状は、次のとおりである。

① 鉱床の形態：鉱床は調査地域の中央部に存在する基盤盛り上がり部の北西翼部に1箇所（Northern Area Shoot）、南東翼部に2箇所（Southern Area Shoot-I, II）存在し、さらに調査地域西部において2本の試錐（NN-75, RCB-2）で高品位鉱に着鉱している（Fig. 1-3）。各鉱床は、“Ore Shale 層準”中に層状に胚胎しており、褶曲はしているが、地層とは整合的である。鉱床の大きさは、Northern Area Shoot が、厚さ 5~23m、走向延長 2.5km 以上、傾斜延長約 1.5km、Southern Area Shoot-I が、厚さ 5~10m、走向延長約 1.5km、傾斜延長約 0.5~1.3km、Southern Area Shoot-II が、厚さ 5~9m、走向延長 0.5 km 以上、傾斜延長約 1.5km である。鉱床は、一層であるが、Northern Area Shoot の NN-58 試錐及びその近傍の NN-61 試錐では Ore Shale 基底からやや（4~37m）離れた“下盤珪岩”中に、また、NN-75 試錐では Ore Shale 基底直下に黄銅鉱化帯が存在する。

② 鉱床母岩：泥質岩及びドロマイト。

③ 母岩の変質：雲母鉱物（Biotite, Sericite）化、珪化が認められるが、鉱化作用との関係は不明。

④ 鉱石鉱物：主要な初生鉱物は、黄鉄鉱、黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱、磁硫鉄鉱、カロライト及びコバルトペンタラングライトからなる。初生鉱物として、微量のコバルト黄鉄鉱、硫コバルト鉱、cattierite を産する。Cu の多くは黄銅鉱からなるが、斑銅鉱もかなり産