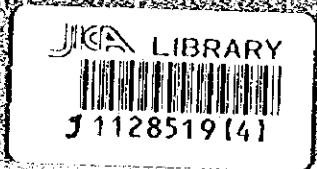


カンボジア・カンボジアチャンピオン南東地域
資源開発協力基礎調査報告書
《総括報告書》

平成5年2月



国際協力事業団
金属鉱業事業団

CR2
99726

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
(総括報告書)

平成8年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1128519 [4]



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、同国のチャンピ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年度から平成7年度にわたって実施され、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、3ヶ年の調査結果をとりまとめたものである。

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。

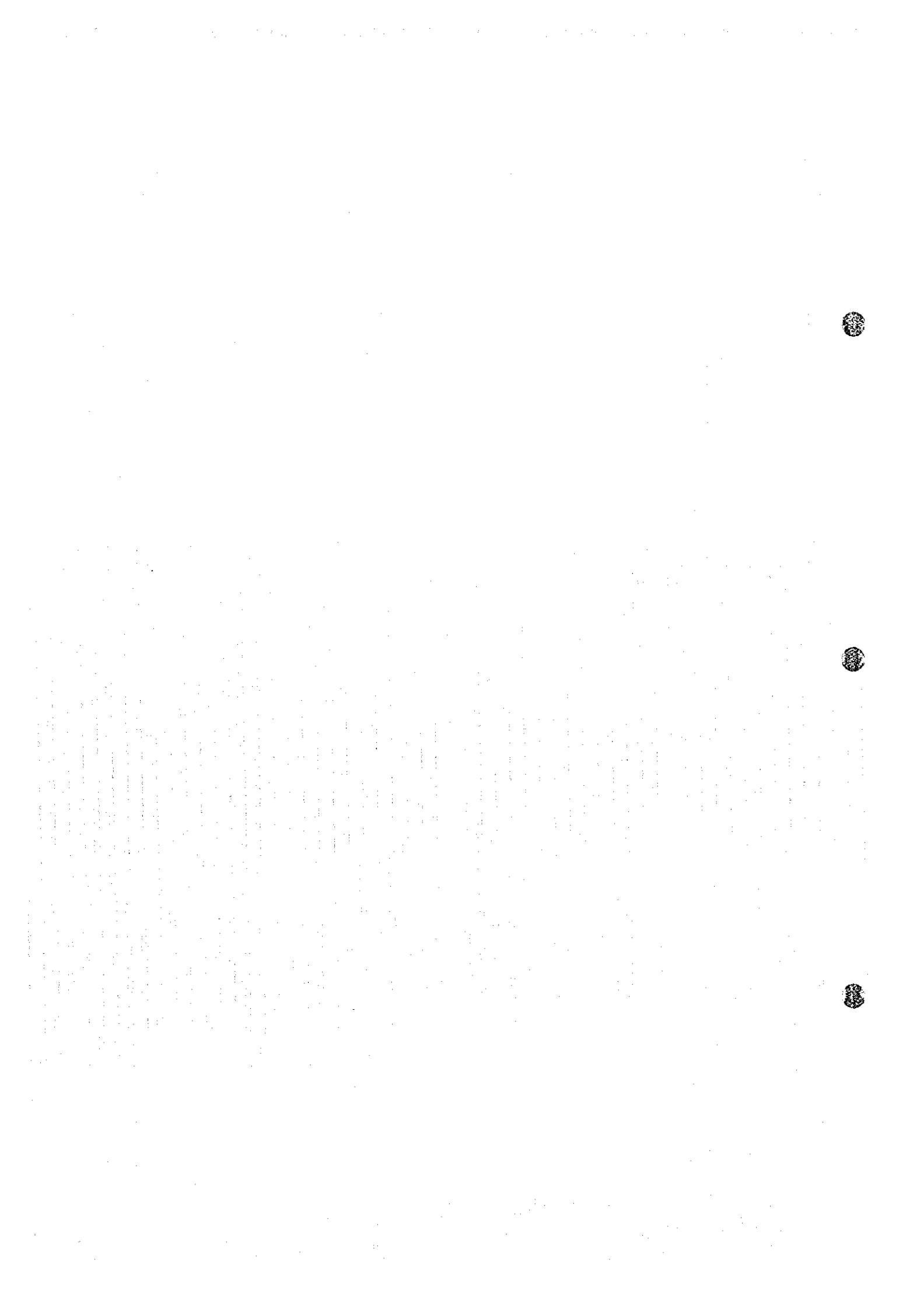
平成8年2月

国際協力事業団

総 裁 藤 田 公 郎

金属鉱業事業団

理事長 清 瀧 昌 三 郎



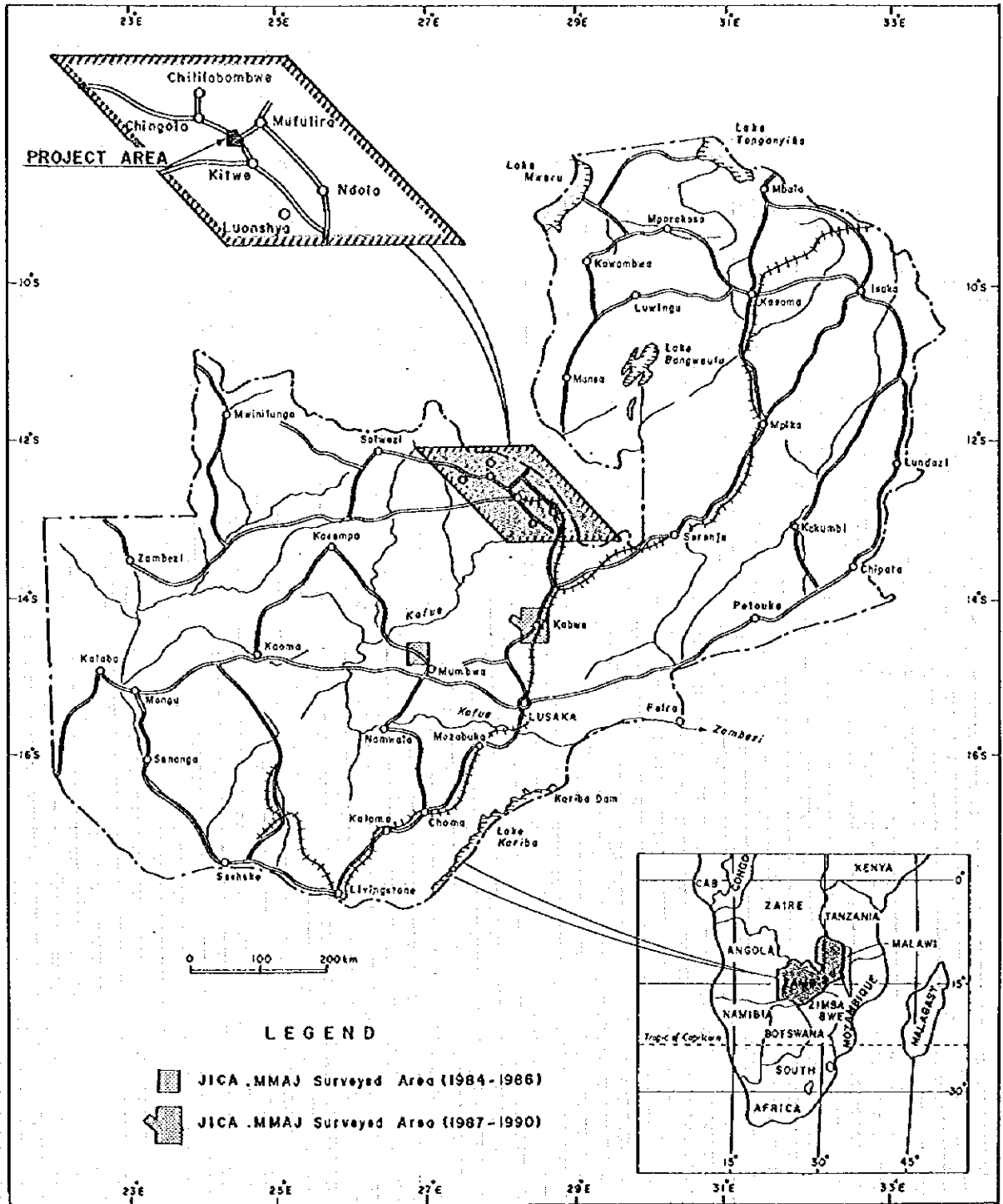
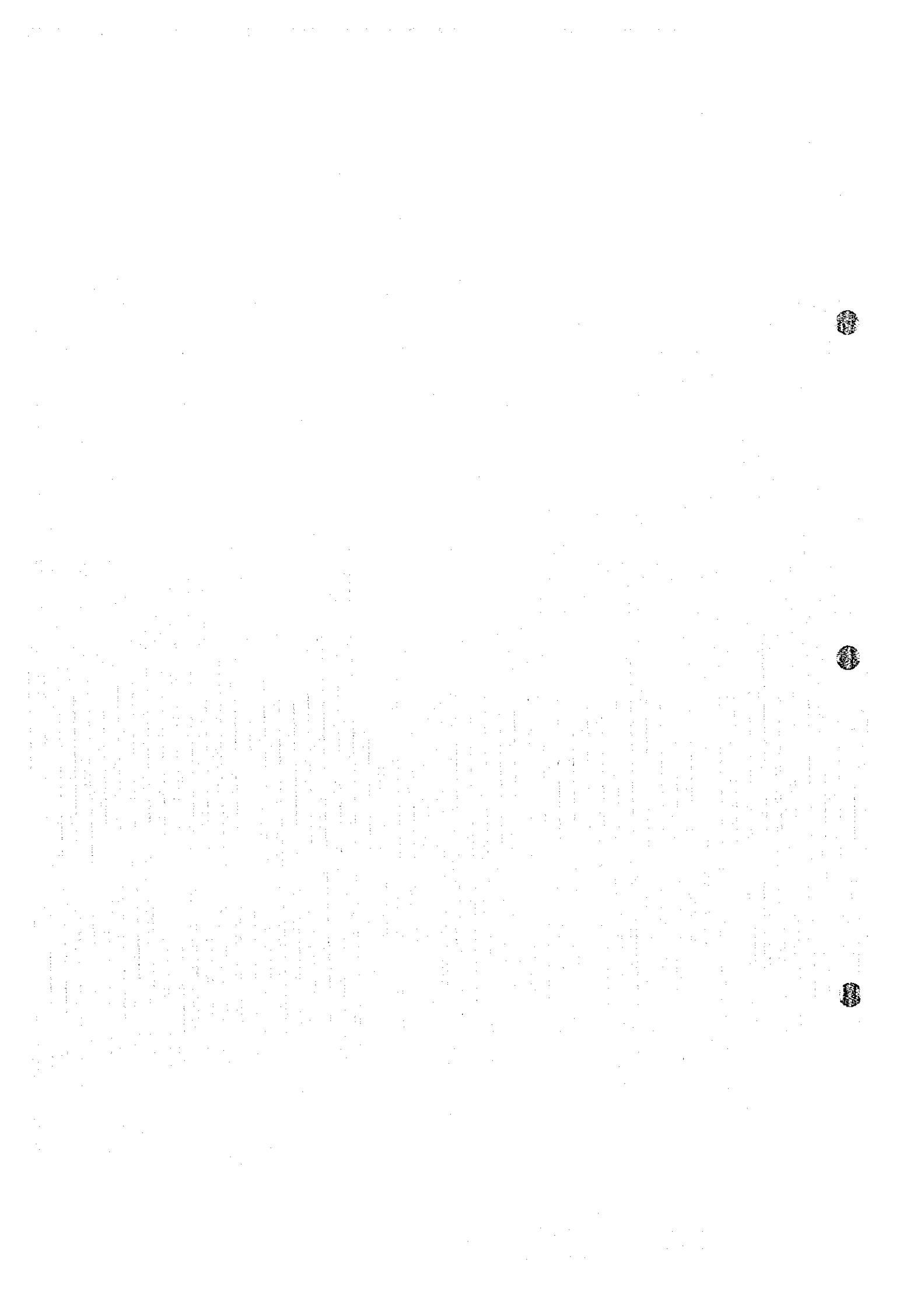


Fig. 1-1 Index Map of the Project Area



要 約

チャンピシ南東地域において3年間にわたりボーリング調査及び既存資料コンパイルが実施された。その結果は以下のとおり要約される。

本調査により実施された12孔のボーリングは、いずれも目的とした鉱床層準を貫き、うち、9孔は基盤中まで到達した。これにより、調査地域の地質状況及び鉱床賦存状況が明らかになった。

本地域西部で掘削された MJZC-9 は、良好な鉱石(① 着鉱幅 5.90m, 品位 T-Cu 3.12% T-Co 0.08%, ② 着鉱幅 2.58m, 品位 T-Cu 2.29% T-Co <0.01%)を捕捉した。この鉱石は、本孔の北方で既に把握されていた鉱床富鉱部(NN-75)に連続すると考えられ、本地区に相当な規模の新鉱床富鉱部が賦存することが明らかになった。同富鉱部は、略 NE-SW 方向の基盤凹部の上位に存在すると推定され、さらに南方または西方に向かって発達する可能性が強い。従って、この新鉱床の鉱量確認のためのボーリング探鉱とその周辺部探鉱が実施されることが望まれる。

本地域の最も主要な鉱床富鉱部である Northern Area Shoot の鉱床範囲は、北西側では MJZC-5 の着鉱(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%)により拡大し、西部及び南東部では、それぞれ MJZC-4 の低品位鉱、MJZC-8 の不毛帯の捕捉により縮小した。

本地域南部で実施された5本の試錐(MJZC-1, MJZC-2, MJZC-3, MJZC-11, MJZC-12)は、本地区が相対的な基盤の盛り上がり部に相当していること、及び本地区の鉱化帯の多くが磁硫鉄鉱-黄鉄鉱-黄銅鉱帯に属し、銅品位が低いことを示した。しかし、一部では、"Ore Shale" 最下部の小規模な斑銅鉱帯(MJZC-12)、下盤珪岩中の黄銅鉱帯(MJZC-1)、及び磁硫鉄鉱-黄鉄鉱-黄銅鉱帯中の局所的な高品位銅鉱(MJZC-2, MJZC-3, MJZC-12)が把握されている。本地区では相対的な銅富鉱部の存在が "Ore Shale" 最下部付近に限られることから、銅鉱物の沈殿期間が比較的短かった可能性が考えられ、大鉱床は形成されにくかった可能性がある。しかしながら、銅鉱物沈殿当時に海底に深い局地的凹地が存在すれば比較的規模の大きな富鉱部が形成され保存された可能性も考えられる。

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。

鉍化帯中の硫化鉍物について、層位上の帯状分布がほとんどのボーリングで認められる。“Ore Shale 層準” 基底部付近から上部に向かって Fe/Cu 比が増加する傾向が多いことから、“Ore Shale” 堆積開始後、一般に海の深さは増していったと考えられる。本地域の鉍床富鉍部の大部分は黄銅鉍帯に属しているが、コバルトの高品位部は黄銅鉍帯のみならず、磁硫鉄鉍帯及び黄鉄鉍帯中にも存在する。黄銅鉍帯が生成した海底は限られた海底深度領域内にあったと考えられる。従って、銅富鉍部が形成されるためには、海進と海底の上下運動の中で、黄銅鉍の沈殿に適した海底深度領域が長く持続することと、その時に鉍物の堆積及び保存に適した局地的凹部が存在することが必要であったと考えられる。

鉍床富鉍部の産状は、続成作用や変成作用が富鉍部形成に重要な役割を果たしたことを示唆している。本地域の鉍石中に黒鉍鉍石（硫化鉍物）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、鉍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。

現在の基盤の凸部には、鉍床生成当時の古丘陵と一致するものと、鉍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鉍部が存在する可能性がある。

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 ハンレイ岩厚層部と一致する高重力異常域には鉍床富鉍部が存在しない可能性がある。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鉍床でも、ハンレイ岩の相対的薄層部の下部では富鉍部になり得る可能性がある。

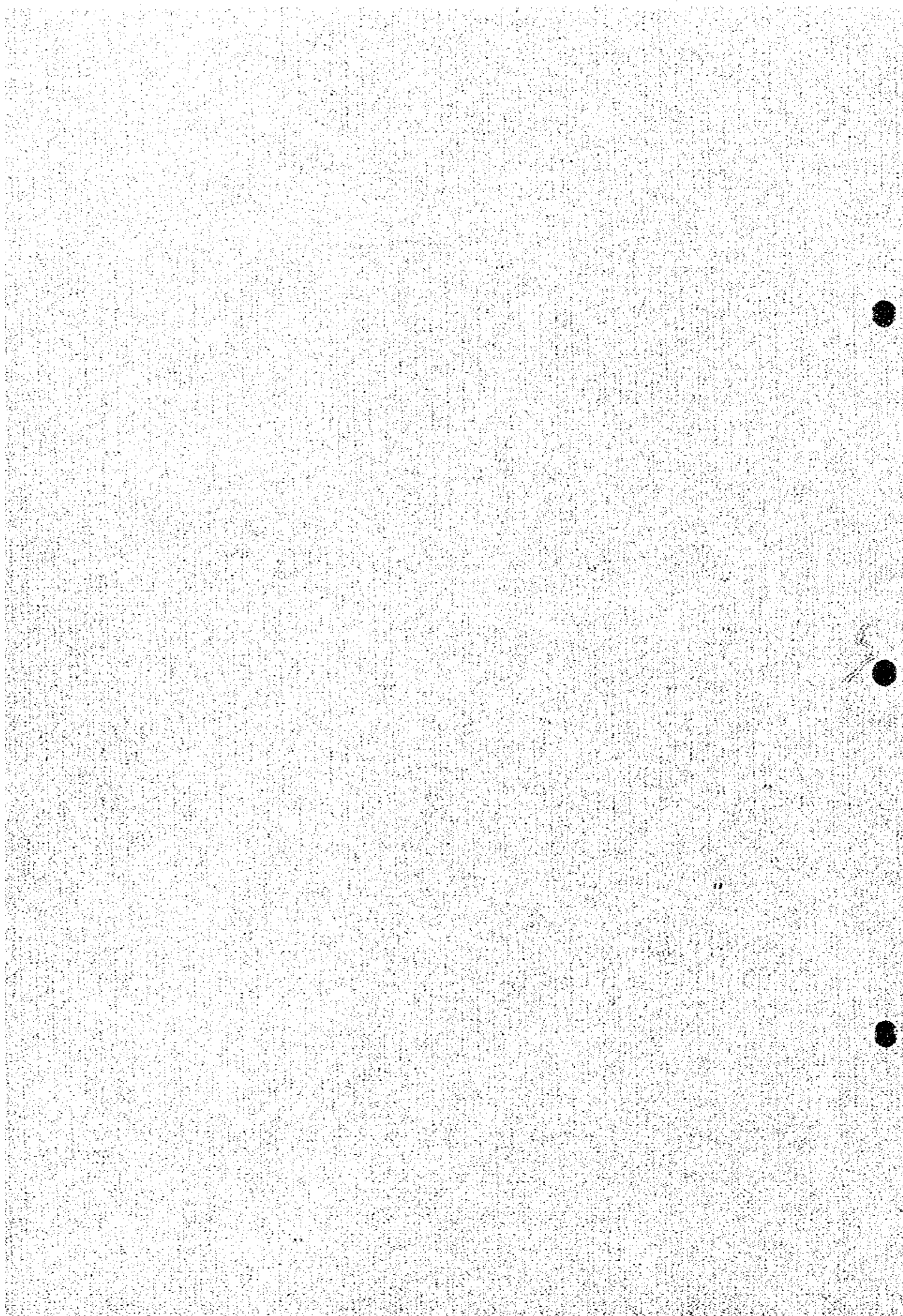
調査地域の鉍物資源ポテンシャルを評価するため実施された埋蔵鉍量計算の結果は、つぎのとおりである。

Northern Area Shoot: 54.79百万t, 2.70% T-Cu, 0.13% T-Co

Southern Area Shoot: 14.93百万t, 2.19% T-Cu, 0.13% T-Co

Subeconomic Zone :107.91百万t, 1.83% T-Cu, 0.03% T-Co

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 調査概要	
1-1 調査地域及び調査目的	1
1-2 調査方法及び調査量	1
1-3 調査期間及び調査員	1
第2章 従来 of 調査	
第3章 地質概要	
3-1 ザンビアカッパーベルトの地質・鉱床	7
3-2 調査地域の地質・鉱床	14
第4章 調査地域の状況	37
4-1 交通	37
4-2 調査環境	37
4-2-1 地形	37
4-2-2 水系	38
4-2-3 気候	38
4-2-4 植生	39
第5章 結論及び提言	
5-1 結論	39
5-2 将来への提言	41

第II部 各論

第1章 西部地区	
1-1 調査目的, 孔位置及び地質境界位置	47
1-2 ボーリング孔の地質及び鉱化・変質作用	47
1-3 考察	71

第2章 中央地区	
2-1 調査目的, 孔位置及び地質境界位置	80
2-2 ボーリング孔の地質及び鉍化・変質作用	80
2-3 考察	82
第3章 南部地区	
3-1 調査目的, 孔位置及び地質境界位置	85
3-2 ボーリング孔の地質及び鉍化・変質作用	85
3-3 考察	105
第4章 鉍量計算	
4-1 目的	111
4-2 計算方法	111
4-3 計算結果	112
第5章 調査結果の総合検討	
5-1 地質構造, 鉍化作用及び鉍化規制について	122
5-1-1 ザンビアカッパーベルトについて	122
5-1-2 鉍床と母岩について	122
5-1-3 基盤と鉍床の関係について	123
5-1-4 続成作用・変成作用と鉍化作用について	123
5-1-5 重力-鉍床-ハンレイ岩(角閃岩)の関係について	123
5-2 鉍床賦存のポテンシャルについて	125

第III部 結論及び将来への提言

第1章 結論	131
第2章 将来への提言	133

参考文献

巻末資料

付 図

- Fig.1- 1 Index Map of the Project Area
Fig.1- 2 Flowsheet of Survey
Fig.1- 3 Exploration Flowsheet-Chambishi Southeast
Fig.1- 4 Copperbelt Index Plan
Fig.1- 5 Location Map of Drill Holes with Geological Section Lines
Fig.1- 6 Schematic Stratigraphic Columns of the Zambian Copperbelt
Fig.1- 7 Geological Map of the Chambishi Southeast Area
Fig.1- 8 Generalized Stratigraphic Section through Chambishi Southeast
Fig.1- 9 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area
Fig.1-10 Ore Shale Isopach Map
Fig.1-11 Sulphide Mineral Zoning
Fig.1-12 Integrated Interpretation Map
Fig.1-13 Supplementary Interpretation Map
Fig.2-1- 1 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-4)
Fig.2-1- 2 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-5)
Fig.2-1- 3 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-6)
Fig.2-1- 4 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-7)
Fig.2-1- 5 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-9)
Fig.2-1- 6 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-10)
Fig.2-1- 7 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (MJZC-4)
Fig.2-1- 8 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (MJZC-5)
Fig.2-1- 9 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (MJZC-6)
Fig.2-1-10 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (MJZC-7)
Fig.2-1-11 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (MJZC-9)
Fig.2-1-12 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (MJZC-10)
Fig.2-1-13 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (NN-75)
Fig.2-2- 1 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-8)
Fig.2-2- 2 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (MJZC-8)
Fig.2-3- 1 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-1)
Fig.2-3- 2 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-2)
Fig.2-3- 3 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-3)
Fig.2-3- 4 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-11)
Fig.2-3- 5 Geological Profile of Drill Hole (MJZC-12)
Fig.2-3- 6 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (MJZC-1)
Fig.2-3- 7 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (MJZC-2)
Fig.2-3- 8 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (MJZC-3)
Fig.2-3- 9 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (MJZC-11)
Fig.2-3-10 Ore Assaying, Assemblage of Ore Minerals and Lithology (MJZC-12)

Fig.2-4- 1 Ore Reserve Calculation

Fig.2-5- 1 Stratigraphic Correlation of ore Grade

付 表

Table 1-1 Amount of Work

Table 1-2 Duration of Survey and Participants

Table 2-1-1 Location of Holes and Geologic Boundaries (Western Area)

Table 2-2-1 Location of Holes and Geologic Boundaries (Central Area)

Table 2-3-1 Location of Holes and Geologic Boundaries (Southern Area)

Table 2-5-1 Results of Chemical Analysis of Ore Samples

Table 2-5-2 Stratigraphic Correlation of Mineralization

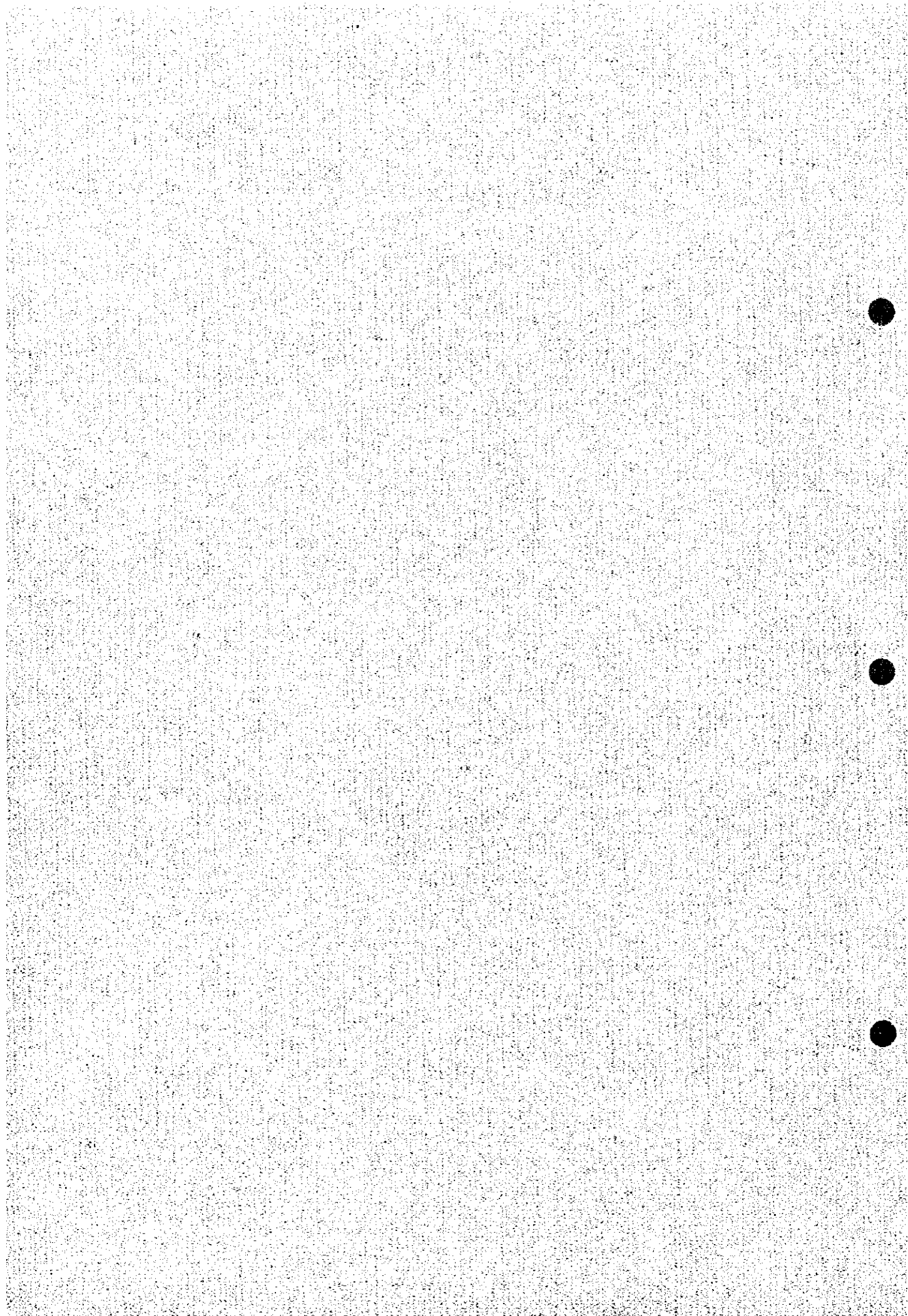
卷 末 資 料

1. Existing Drill Hole Data
2. Summary of the Drilling Operation
3. Results of Microscopic Observation of Thin Sections
4. Results of Microscopic Observation of Polished Sections
5. Results of Microscopic Observation of Polished Thin Sections
6. Results of X-ray Diffraction Analysis
7. Plan of Borehole Collar and Trace with Section Lines for LYNX
8. Geological Sections by LYNX
9. Orebody Sections by LYNX
10. Block Grade Model At 1% Cu Cut-Off by ID² Method
11. Block True Thickness Grids At 1% Cu Cut-Off
12. Block True Thickness Contours of Orebody
13. Blocks of Potentially Economic Mineralization
14. Grade and Tonnage of Potentially Economic Mineralization
15. Footwall Elevation Contours of 0.5% Cu Mineralization
16. Basement Elevation Contours by LYNX
17. Copper Grades Contours
18. Gold Grades Contours
19. Block Cobalt Grade Contours
20. Gold and Silver in Core Composites

別 添 図

Plate 1. Chambishi Southeast Project Block Volumes

第 I 部 総論



第 I 部 総 論

第 1 章 調 査 概 要

1-1 調査地域及び調査目的

日本国政府は、ザンビア共和国 (The Republic of Zambia) 政府からの資源開発協力基礎調査に関する要請に応え、1993年6月、事前調査団を派遣し、ザンビア銅鉱山公社 (Zambia Consolidated Copper Mines Limited; ZCCM) とチャンビン南東地域の資源開発調査に関する協定書 (Scope of Work) を締結した。その概要は、同地域 (面積約60km²) の鉱物資源に対する賦存可能性の評価及び探査を目的とし、3年間にわたりボーリング調査を実施するものである。

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。

第3年次調査は平成7年度にボーリング調査 (4孔, 3,789m) 及び鉱量計算が実施された。

各年度の調査の主目的は、対象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った。

1-2 調査方法及び調査量

調査方法は、既存資料コンパイル、ボーリング調査、各種室内試験及びコンピュータによる鉱量計算からなる。各年次ごとの調査方法及び調査量は、Table 1-1 に示した。

1-3 調査期間及び調査員

各年次ごと及び調査手法ごとの調査期間及び調査員を Table 1-2 に示した。

第 2 章 従 来 の 調 査

本地域でこれまでに実施された主な調査は次のとおりである。

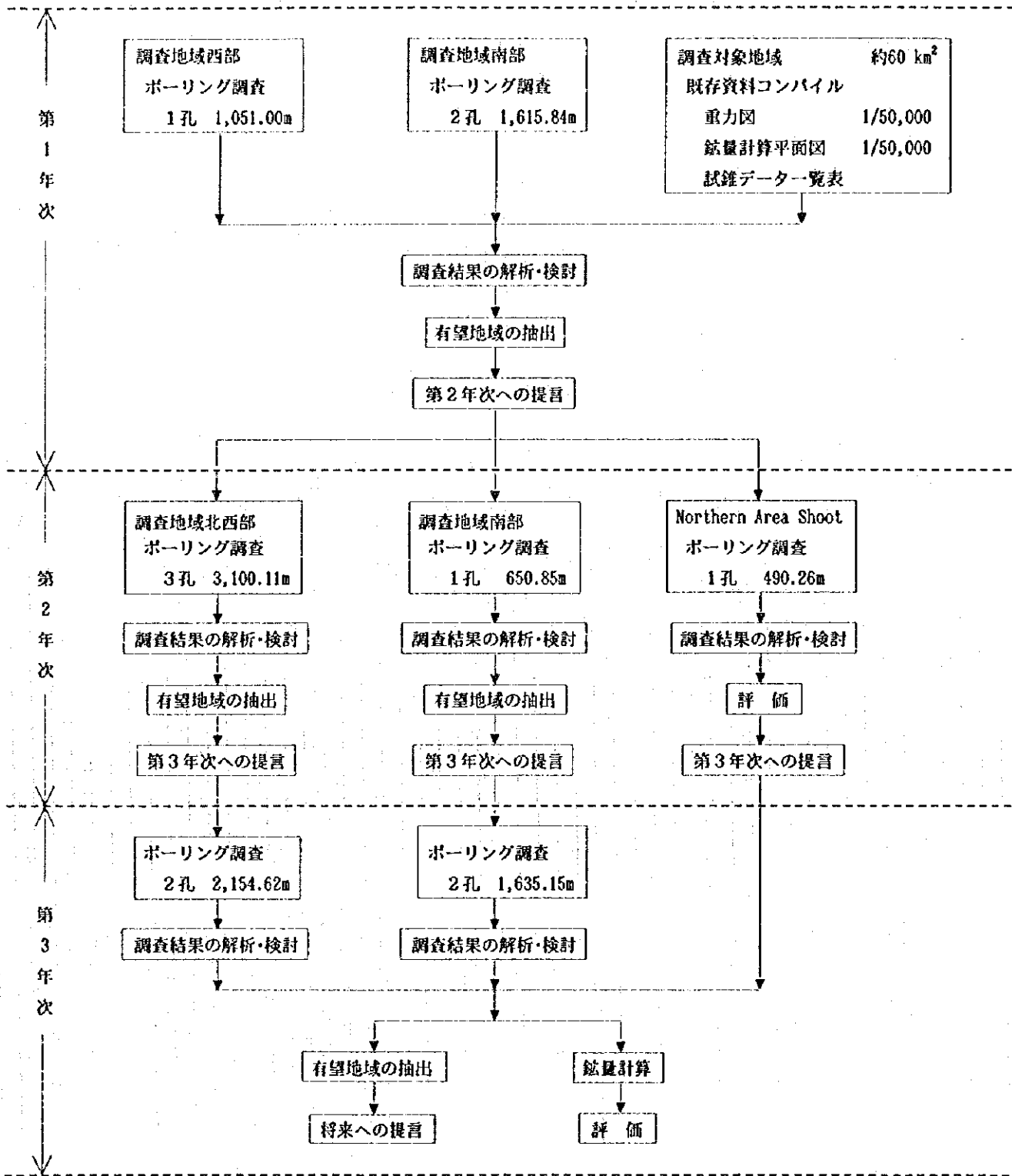


Fig. 1-2 Flowsheet of Survey

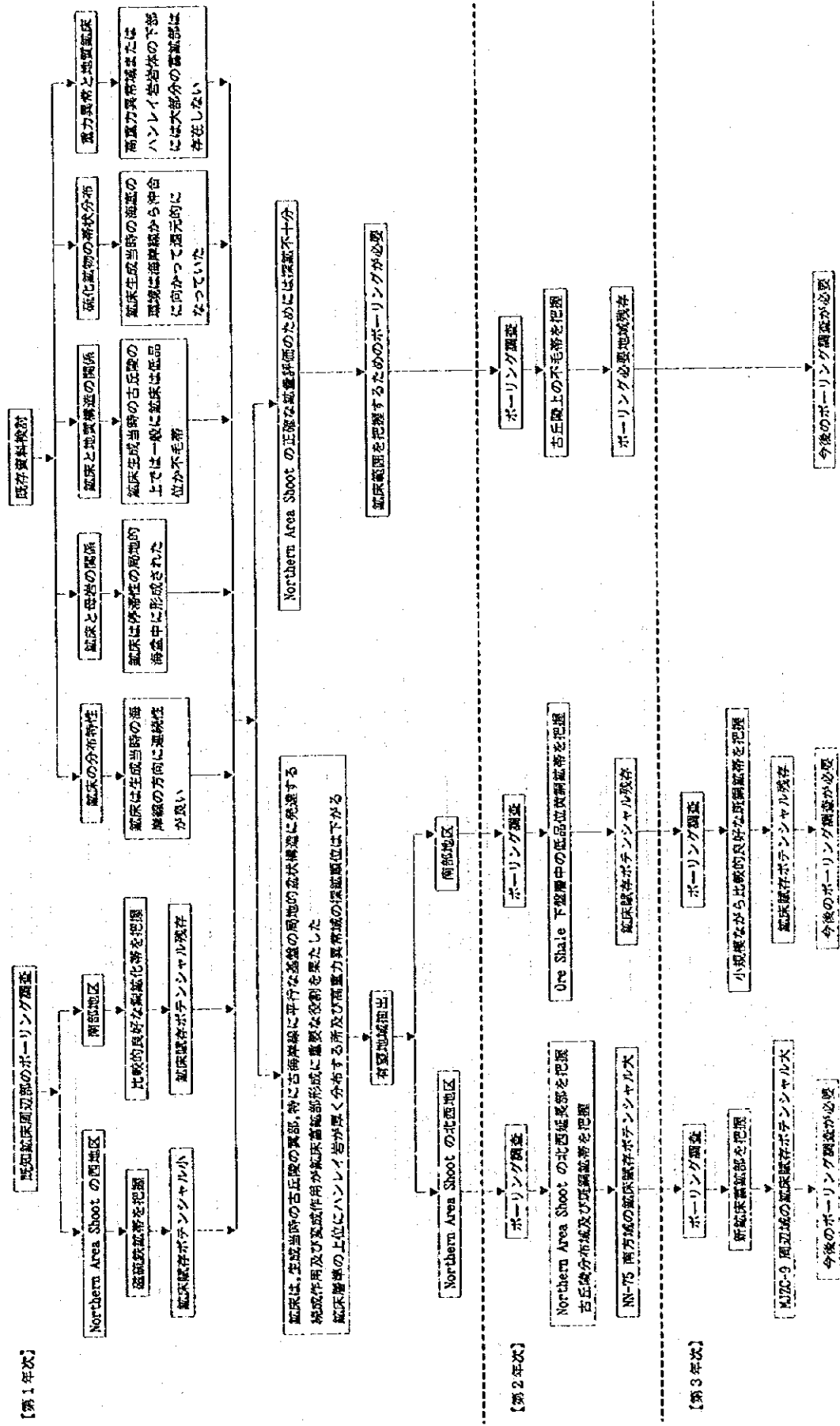


Fig. 1-3 Exploration Flowsheet-Chambishi Southeast

Table 1-1 Amount of Work

年次	調査方法	地域	作業量		
第1年次	既存資料コンパイル ボーリング調査	チャンピシ南東地域 チャンピシ南東地域	調査面積	60 km ²	
			本数	3 本	
			総掘進長	2,666.84 m	
			室内試験	岩石薄片鑑定	14 件
			鉱石研磨片鑑定	12 件	
			X線粉末回折分析	31 件	
			鉱石化学分析(Cu, Co, Ni, Zn)	106 件	
鉱石化学分析(Cu, Co)	48 件				
第2年次	ボーリング調査	チャンピシ南東地域	本数	5 本	
			総掘進長	4,241.22 m	
			室内試験	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(Cu, Co)	388 件				
第3年次	ボーリング調査	チャンピシ南東地域	本数	4 本	
			総掘進長	3,789.77 m	
			室内試験	岩石薄片鑑定	10 件
			鉱石研磨薄片鑑定	20 件	
			EPMA 定量分析	6 件	
			鉱石化学分析(Cu, Co)	285 件	
			鉱石化学分析(Au, Ag)	400 件	
鉱量計算	チャンピシ南東地域	調査面積	60 km ²		

Table 1-2 Duration of Survey and Participants

年次	業務	期間	氏名	
第1年次	事前調査及び 協定折衝	1993. 6. 21~ 1993. 7. 4	日本側	ザンビア共和国側
			野口 曼男 ⁽²⁾ 辻本 崇史 ⁽²⁾ 五十嵐吉昭 ⁽²⁾ 江戸 清 ⁽¹⁾ 増田 信行 ⁽²⁾	E. Shamutete ⁽⁴⁾ E. M. Koloko ⁽⁴⁾ J. H. D. Patterson ⁽⁴⁾ R. J. H. Naish ⁽⁴⁾ A. C. Kaunda ⁽⁴⁾ S. M. Searstone ⁽⁴⁾
	現地指導監督 ボーリング調査・ 既存資料コンパイル	1993. 11. 18~ 1994. 2. 15	辻本 崇史 ⁽¹⁾ 菅原 正明 ⁽³⁾	J. H. D. Patterson ⁽⁴⁾ R. J. H. Naish ⁽⁴⁾ A. C. Kaunda ⁽⁴⁾ F. A. Siddiqui ⁽⁴⁾ W. J. Silondwa ⁽⁴⁾
第2年次	現地指導監督 ボーリング調査	1994. 8. 8~ 1994. 12. 19	奥泉 洋一 ⁽¹⁾ 菅原 正明 ⁽³⁾ 若松 正也 ⁽³⁾	J. H. D. Patterson ⁽⁴⁾ R. J. H. Naish ⁽⁴⁾ C. C. Tomkins ⁽⁴⁾ A. C. Kaunda ⁽⁴⁾ F. A. Siddiqui ⁽⁴⁾ W. J. Silondwa ⁽⁴⁾
			菅原 正明 ⁽¹⁾ 若松 正也 ⁽¹⁾	J. H. D. Patterson ⁽⁴⁾ C. C. Tomkins ⁽⁴⁾ A. C. Kaunda ⁽⁴⁾ W. J. Silondwa ⁽⁴⁾ P. N. Muöyaeta ⁽⁴⁾
第3年次	ボーリング調査	1995. 7. 6~ 1995. 12. 2	菅原 正明 ⁽¹⁾ 若松 正也 ⁽¹⁾	F. A. Siddiqui ⁽⁴⁾ A. C. Kaunda ⁽⁴⁾ S. Haabanyama ⁽⁴⁾
			菅原 正明 ⁽³⁾	

(注) (1): 国際協力事業団 (2): 金属鉱業事業団 (3): 日鉱探採株式会社
(4): ザンビア銅鉄山公社(ZCCM)

(1) 地質調査

実施時期及び実施者：1903(?)-1952(?)年, RST (Rhodesia/Roan Selection Trust)
及び Rhoanglo

調査方法：地表踏査, 空中写真解析

成果：チャンピシ鉱山露頭発見

(2) ビットイング

実施時期及び実施者：1927-1929(チャンピシ鉱山), 1952-1963(RST)

調査方法：ピック, シャベル及びバケットを用いた人力穴掘り

ビット間隔は約200m

成果：深部風化作用のため不明

(3) 地化学探査

実施時期及び実施者：1953-1955, 1960, RST

調査方法：土壌中の銅含有量分析

成果：注目すべき高含有量得られず, 大部分の試料は $\text{Cu} \leq 100\text{ppm}$

(4) 重力探査

実施時期及び実施者：1959-1963, Aero Service (Rhodesia Pvt Ltd)

調査方法：WARDEN 重力計を用いた地上調査

成果：1/10,000 重力コンター図

(5) 磁力計探査

実施時期及び実施者：1960-1962, C.J. Survey Ltd.

調査方法：磁力計を用いた地上調査

成果：アノーマリーは地質図と対応せず

(6) 電磁探査

実施時期及び実施者：1956, Hunting Geophysics Ltd (UNITED KINGDOM ATOMIC
ENERGY AUTHORITY)

1971, by MacPhar of Canada for RST

調査方法：エアボーン E.M.

成果：1/25,000 E.M. 図, 角閃岩/ハンレイ岩分布域は高アノーマリーに一致する

(7) 放射能探査

実施時期及び実施者：1971, McPhar

調査方法：エアボーン

成果：明瞭なアノーマリーは角閃岩/ハンレイ岩岩体に起因する

(8) ボーリング探査

実施時期及び実施者：主に 1950-1982, RST, RCM/ZCCM

調査方法：主にダイヤモンドボーリング, 95 孔-総延長約 62,000m

成果：地質学的鉱量 289.89百万t Cu 1.94% (内, 202.37百万t Cu 1.95% Co 0.08%)
を把握

(9) 鉱量計算

a) 実施時期及び実施者：1981-1983, ZCCM(W. Hancock, V. D. Fleisher)

計算方法：3 角形法, 真幅 > 3m, カットオフ s-Cu > 2%(Co を含まず), 2.67t/m³,
0.1% Co = 1% Cu, Northern Zone 9 孔 及び Southern Zone 11 孔使用

成果：Northern Zone 38.3百万t T-Cu 2.42%

Southern Zone 6.3百万t T-Cu 2.23%

b) 実施時期及び実施者：1982-1983, ZCCM(V. D. Fleisher)

計算方法：コンピュータ支援による計算, 輪郭限界は T-Cu 2% 及び 10m
Northern Zone 11 孔使用

成果：Northern Zone 64.93百万t T-Cu 2.49%

c) 実施時期及び実施者：1992-1993, ZCCM(S. Searston)

計算方法：鉱物資源ポテンシャル量を計算 (RCB-2, NN-75, Ichimpe 地区を含む)
カットオフ t-Cu 1% 及び Co 0.05%, 鉱石幅を考慮せず

成果：202.37百万t Cu 1.95% Co 0.08%

(10) 冶金学的調査

実施時期及び実施者：1982, Crane and Degaleeson/ZCCM

調査方法：バルク浮選産物の鉱物学的研究, 代表的8孔使用

成果：銅採取率 95%, 精鉱品位 T-Cu 25%~42%

第3章 地質概要

3-1 ザンビアカッパーベルトの地質・鉱床

調査地域の位置するカッパーベルトと称される地域は、東はザンビアとザイー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。

カッパーベルトの地質は、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ンガ累層群 (Katangan supergroup) よりなる。

ザンビアカッパーベルトの基盤は、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)、これを買く花崗岩 (1975Ma)、及び珪岩・石英雲母片岩を主体とする Muva 累層群 (中部先カンブリア界) からなる (Fig. 1-4, 1-6)。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 Hwashia, 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. 1-6)。

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・アルコース砂岩を主体とし、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・アルコース砂岩を主体とし、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. 1-4)。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, Swana Nkubwa) 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。

ザンビア銅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, グレイワック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 (pyrrhotite), 銅藍 (covellite), ダイジェナイト (digenite), カロライト (carrollite), 硫コバルト鉱 (linnaeite), コバルトペントランダイト (cobalt pentlandite), 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。

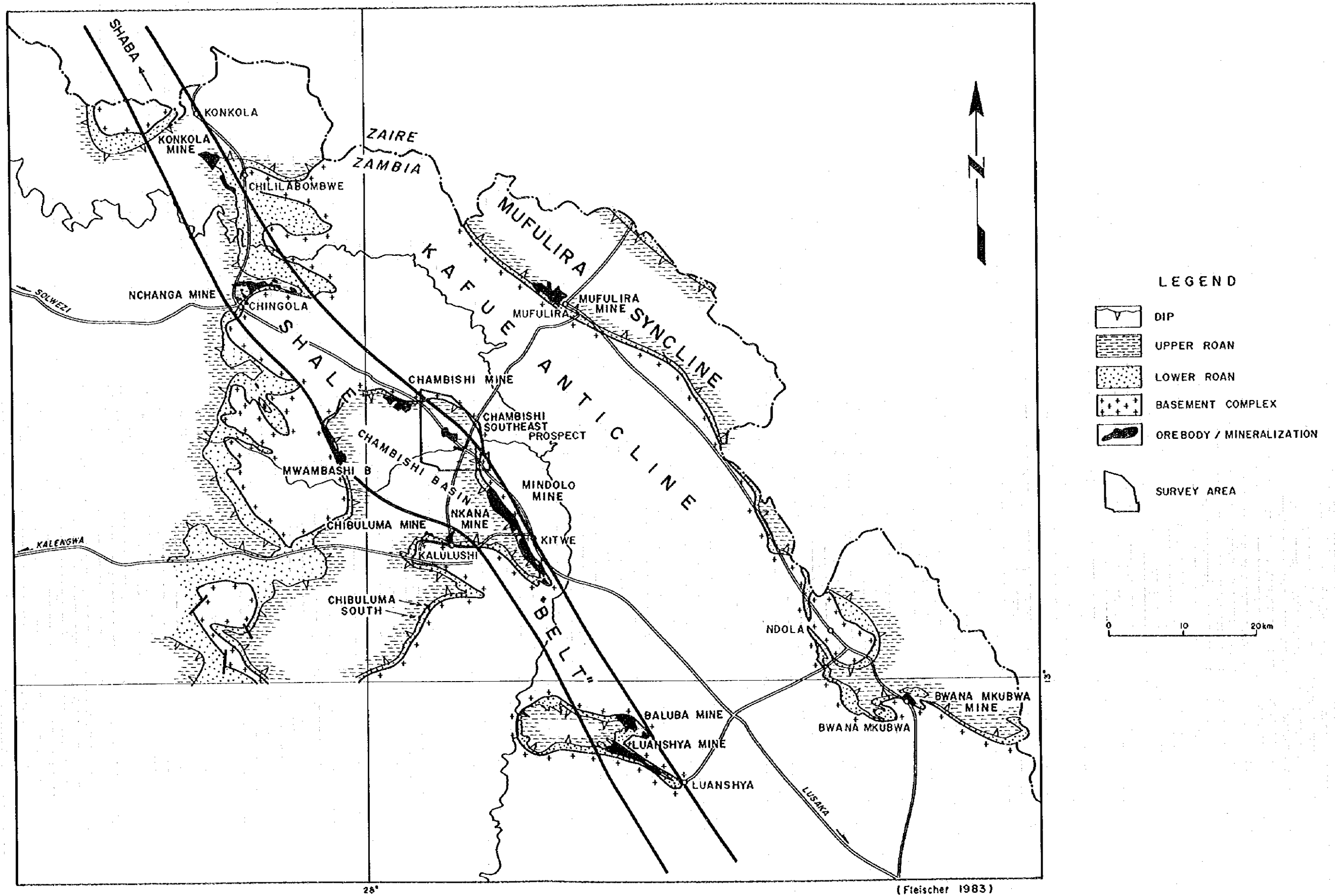


Fig. 1-4 Copperbelt Index Plan

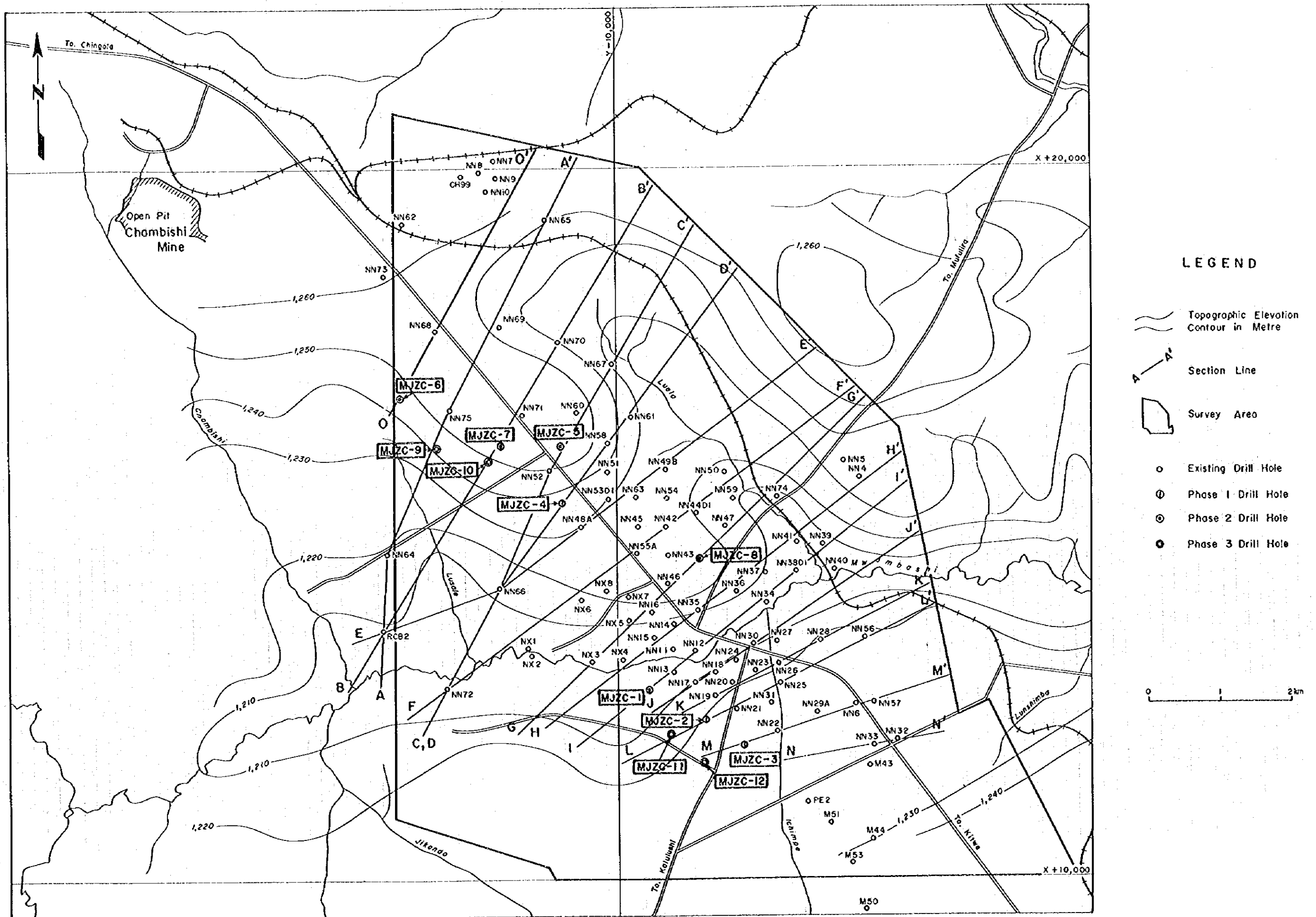


Fig. 1-5 Location Map of Drill Holes with Geological Section Lines

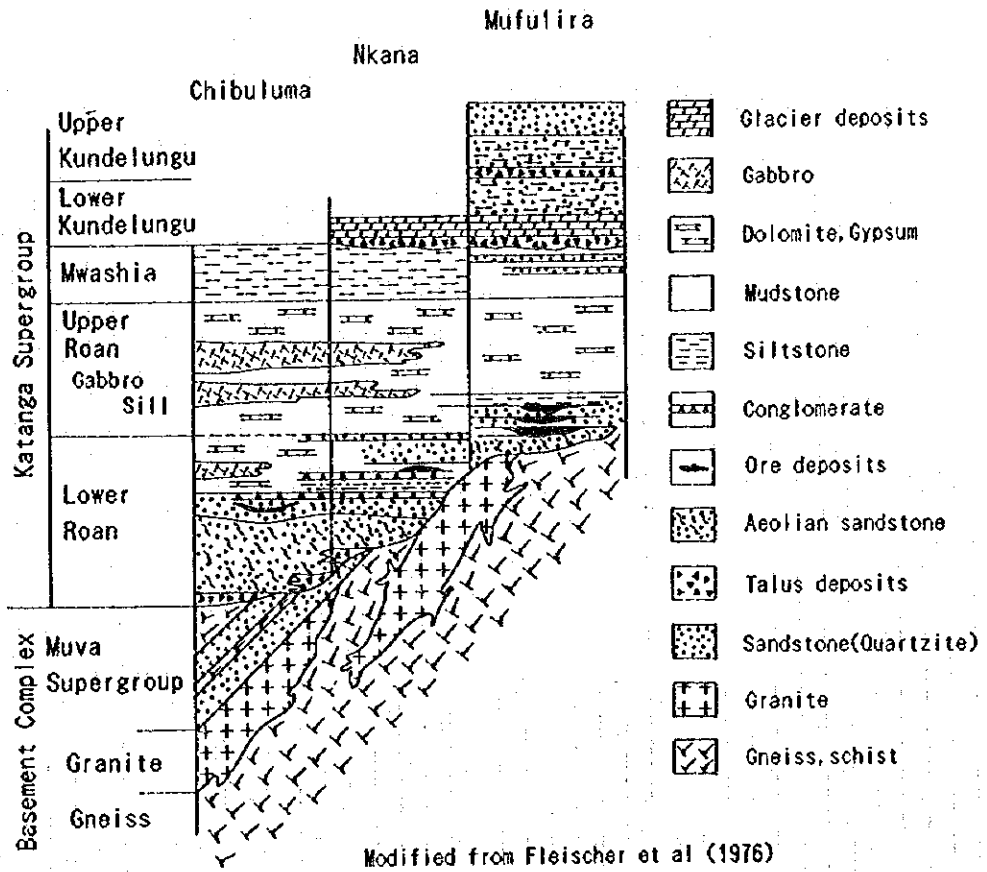


Fig. 1- 6 Schematic Stratigraphic Columns of the Zambian Copperbelt

⑧ 鉄石の産状：鉄石中には、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・鉄床

本地域の地質・鉄床については、Fleischer (1983) 及びZCCM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. 1-7 に、模式層序図は Fig. 1-8 に、地質断面線図は Fig. 1-5 に、地質断面図は、Fig. 1-9 にそれぞれ示した。

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(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)”, “硬石齋を伴うアレナイト・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 (局部的)、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、カフエ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 (チンゴラー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 方向に伸びる局部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.1-9, 1-12)。

"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、局部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.1-9)。

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シ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.1-9)。

"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部的な盆状構造やトラフ状構造の範囲と一致する (Fig.1-10)。

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3本の試錐（NN-75, MJZC-9, RCB-2）で高品位鉱に着鉱している（Fig.1-5）。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 0.5km 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, NN-61, NN-63 及び NN-68 試錐では“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ベントランダイトからなる。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、斑銅鉱もかなり産する。Co の多くはカロライトとして産するが、コバルトベントランダイトもかなり認められる。

⑤ 脈石鉱物：ドロマイト、方解石、雲母、石英、長石及び電気石からなるが、電気石の高含有量が特徴である。また、“Ore Shale 層準”における硫黄の増加及び Ore Shale 堆積以降における炭素（organic form）の存在が注目される。

⑥ 硫化鉱物の帯状分布：北東側から南西側に向かって（基盤岩分布域から離れるにつれて）斑銅鉱→黄銅鉱→黄銅鉱・磁硫鉄鉱・黄鉄鉱→黄鉄鉱・磁硫鉄鉱の帯状分布を示し、斑銅鉱分布域はバイオハーム分布域に概ね一致する（Fig.1-11）。

⑦ 鉱石の産状：Fe-Cu-Co 硫化鉱物が層理に沿って濃集し、鉱染・層状を呈する典型的なカッパーベルト型である。硫化鉱物は、層理面に沿った薄いコンクリーション、層理に平行なセグリゲーション、母岩中への鉱染、ドロマイト質の斑状コンクリーションの縁（rim）、珪質及びドロマイト質のレンズ状コンクリーション中の包有物、及び不規則な細脈状として産する。鉱石中には、液状化現象（liquefaction）による砕屑岩脈やコンポルト葉理が認められ、砕屑岩脈中には黄銅鉱斑状体が存在する（NN-13 試錐）。鉱体中には、硫化鉱物のほか、ドロマイト、硬石膏、石英及び長石の鉱脈が存在する。

上記の主要鉱化作用のほかに、Lower Roan Group の Hangingwall Formation 中の“泥質岩・珪岩互層”中に認められる黄銅鉱・黄鉄鉱鉱染、Upper Roan Group の“チャート質ドロマイト”基底部に認められた揮水鉛鉱（NN-30 試錐）、“チャート質ドロマイト”中に



LEGEND

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

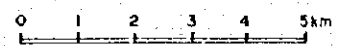
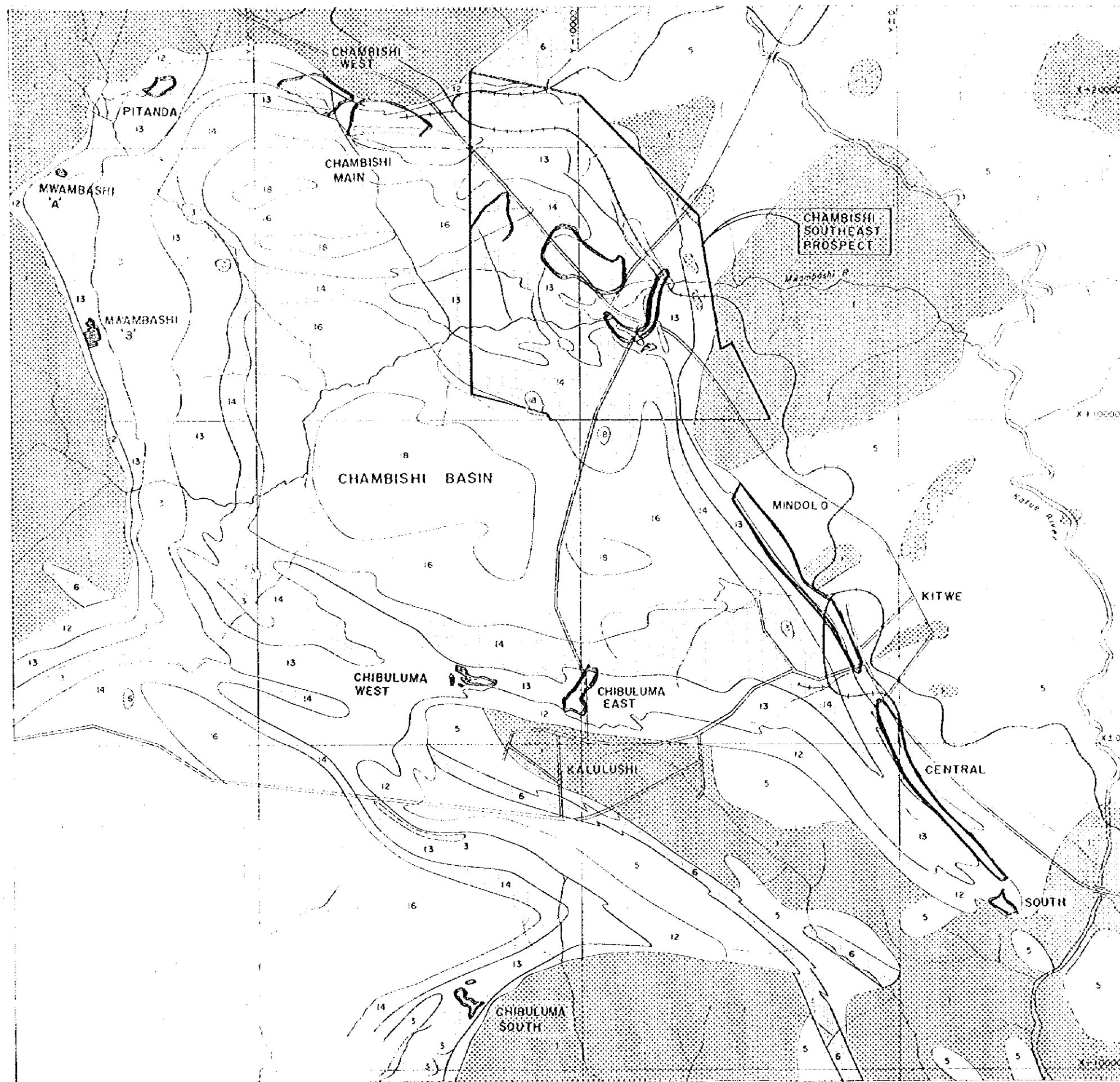


Fig. 1-7 Geological Map of the Chambishi Southeast Area



LEGEND

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

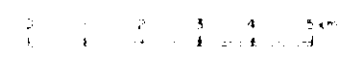
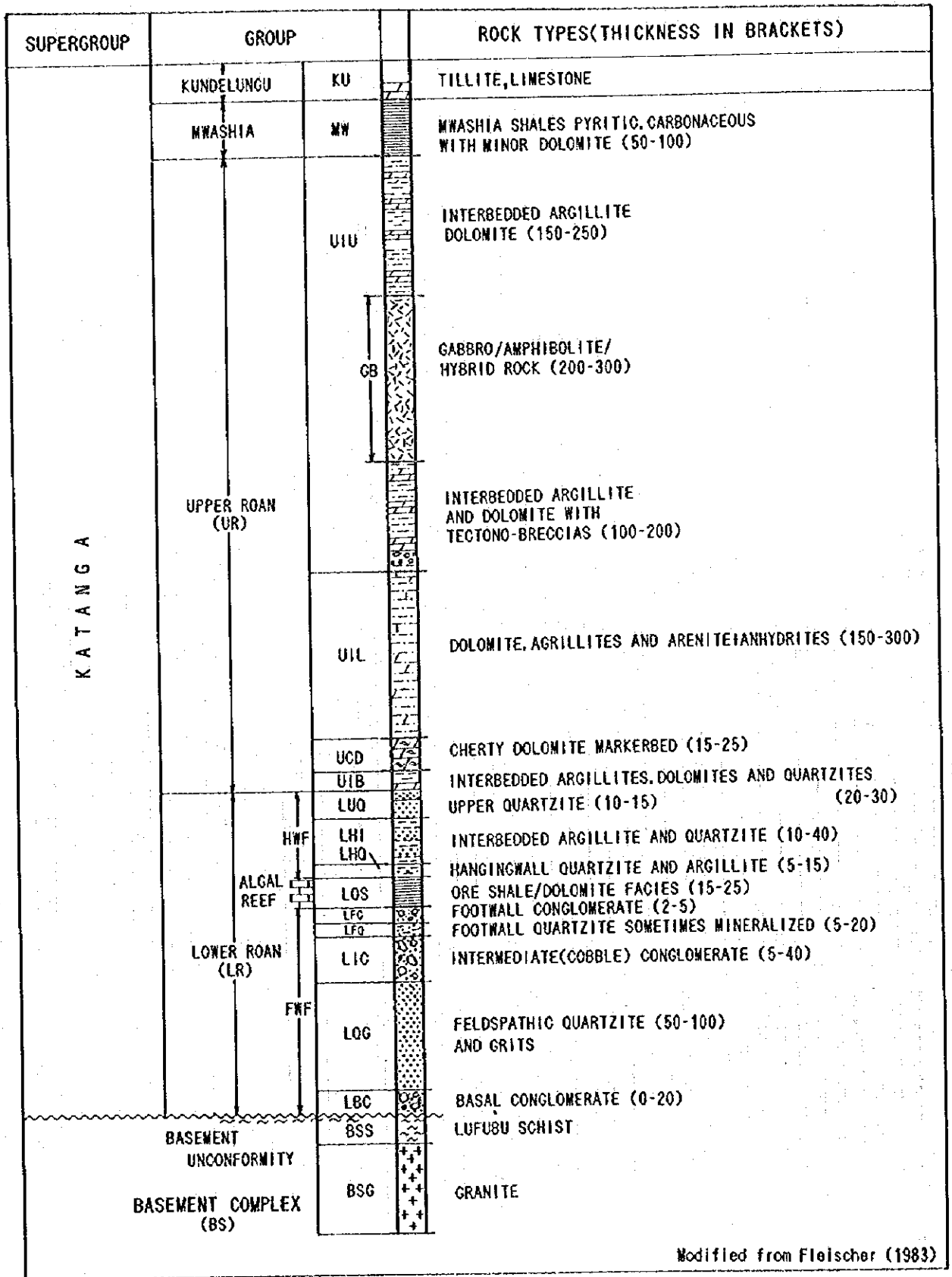


Fig. 1-7 Geological Map of the Chambishi Southeast Area



Modified from Fleischer (1983)

Fig. 1-8 Generalized Stratigraphic Section through Chambishi Southeast

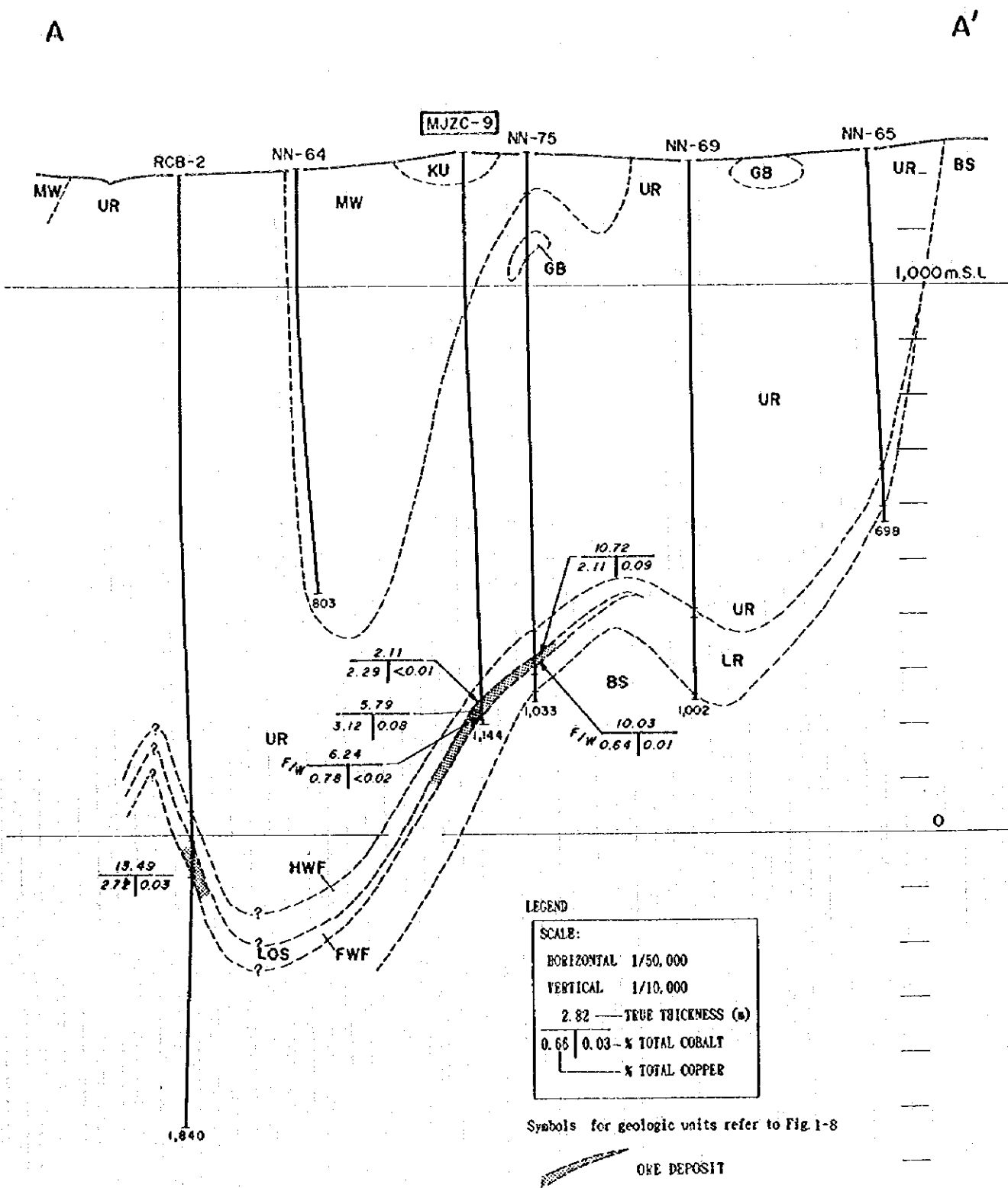


Fig. 1- 9 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area(I)

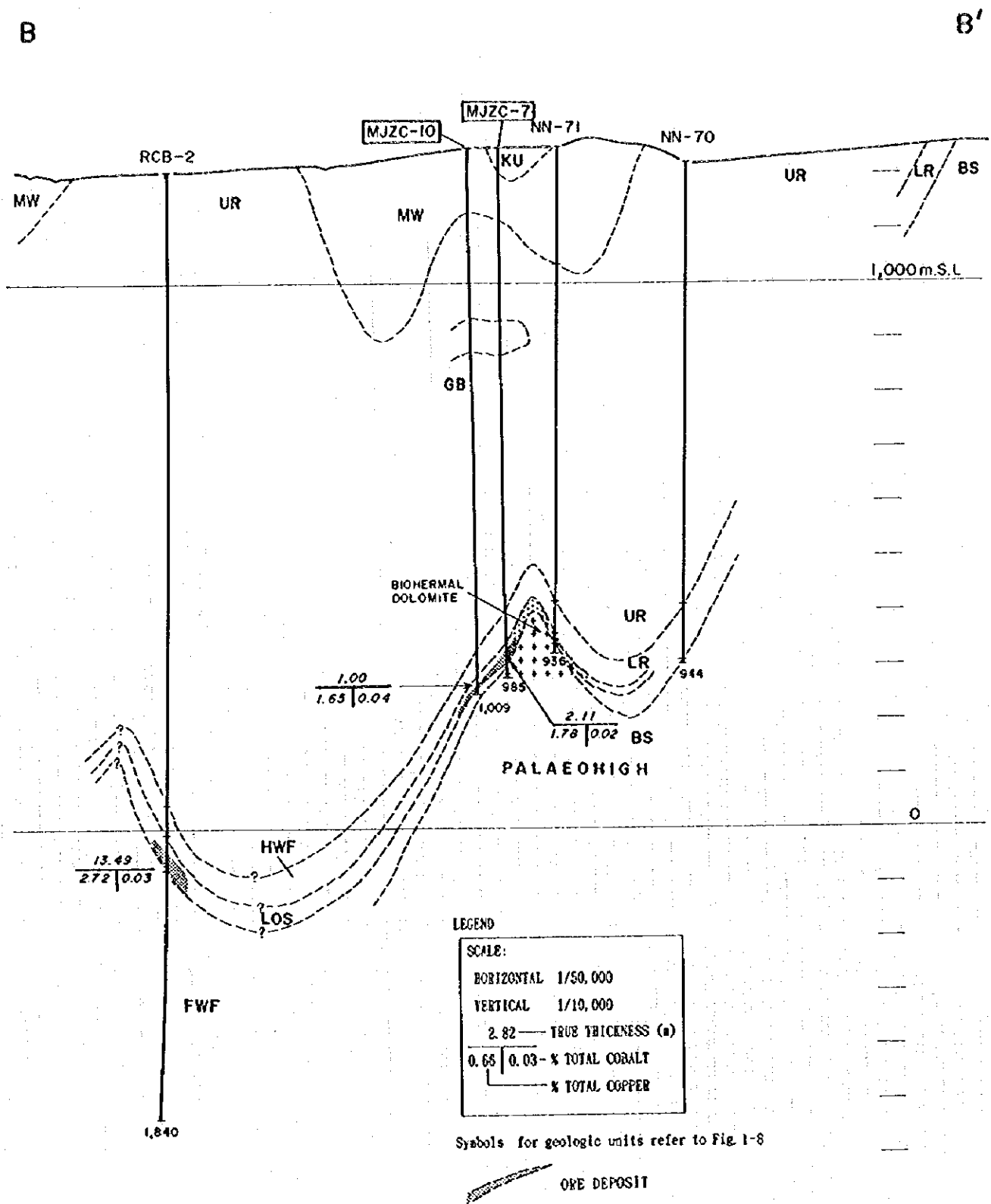


Fig. 1- 9 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area(2)

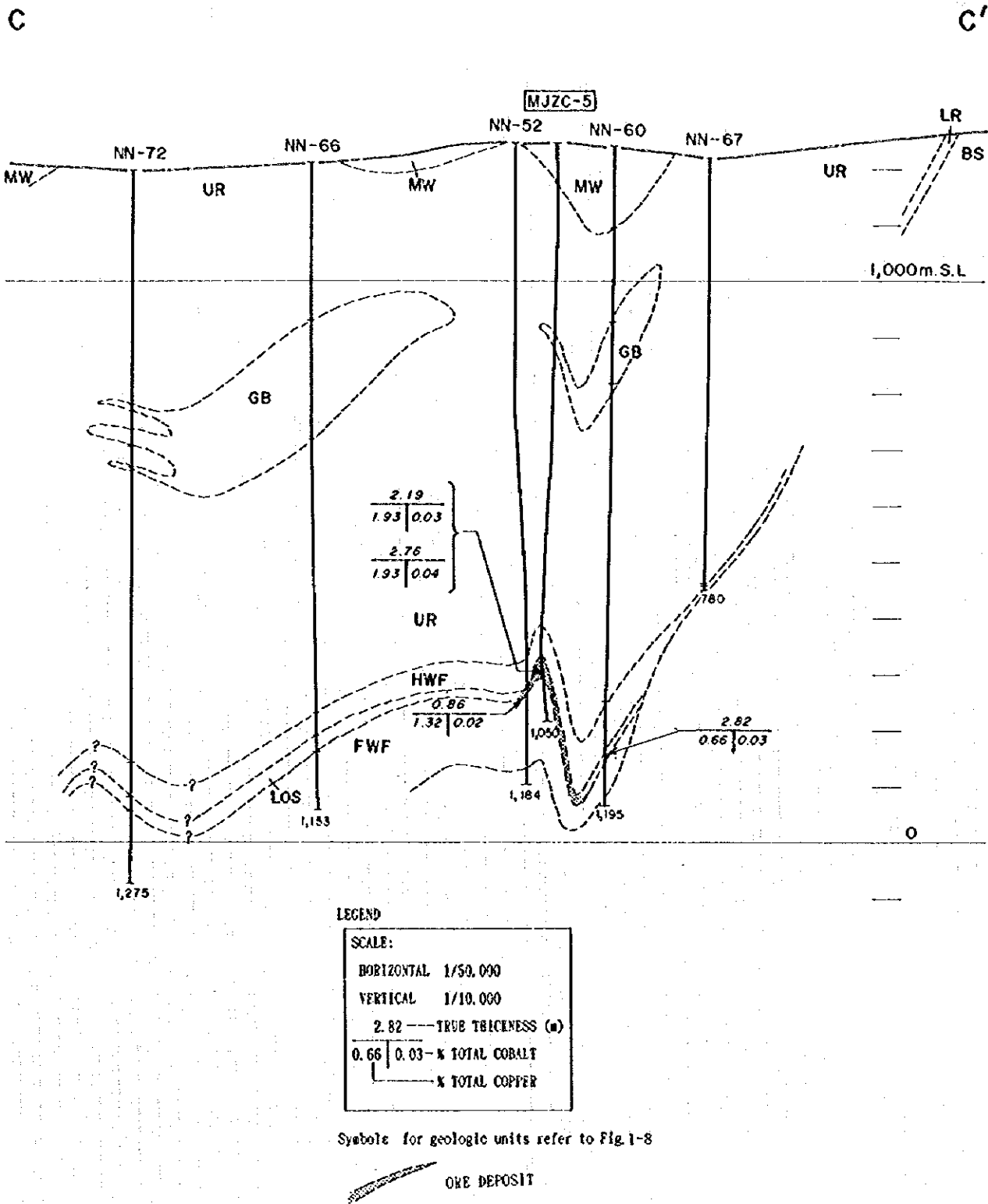
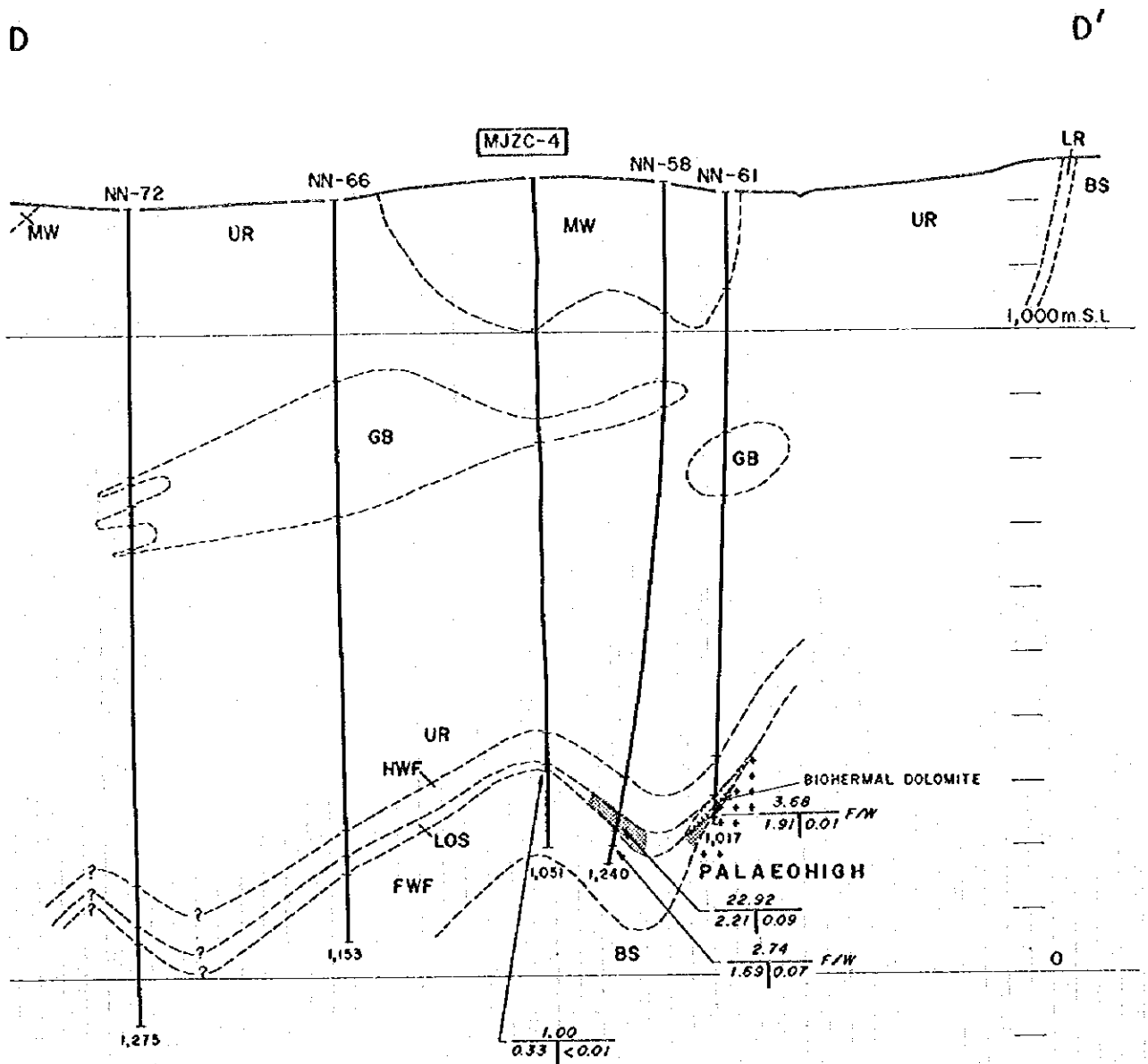


Fig. 1-9 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area(3)



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. 1-8

ORE DEPOSIT

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

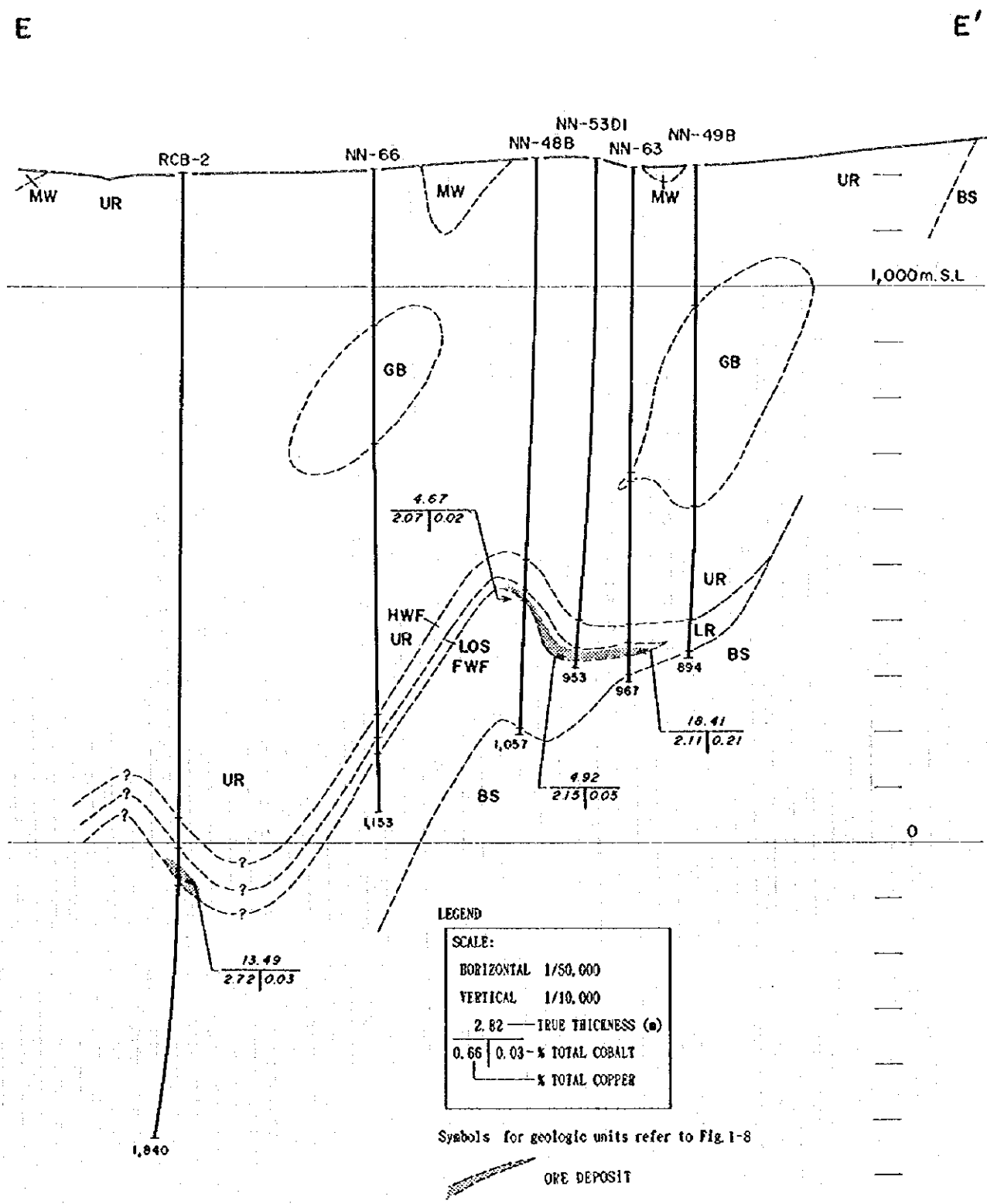
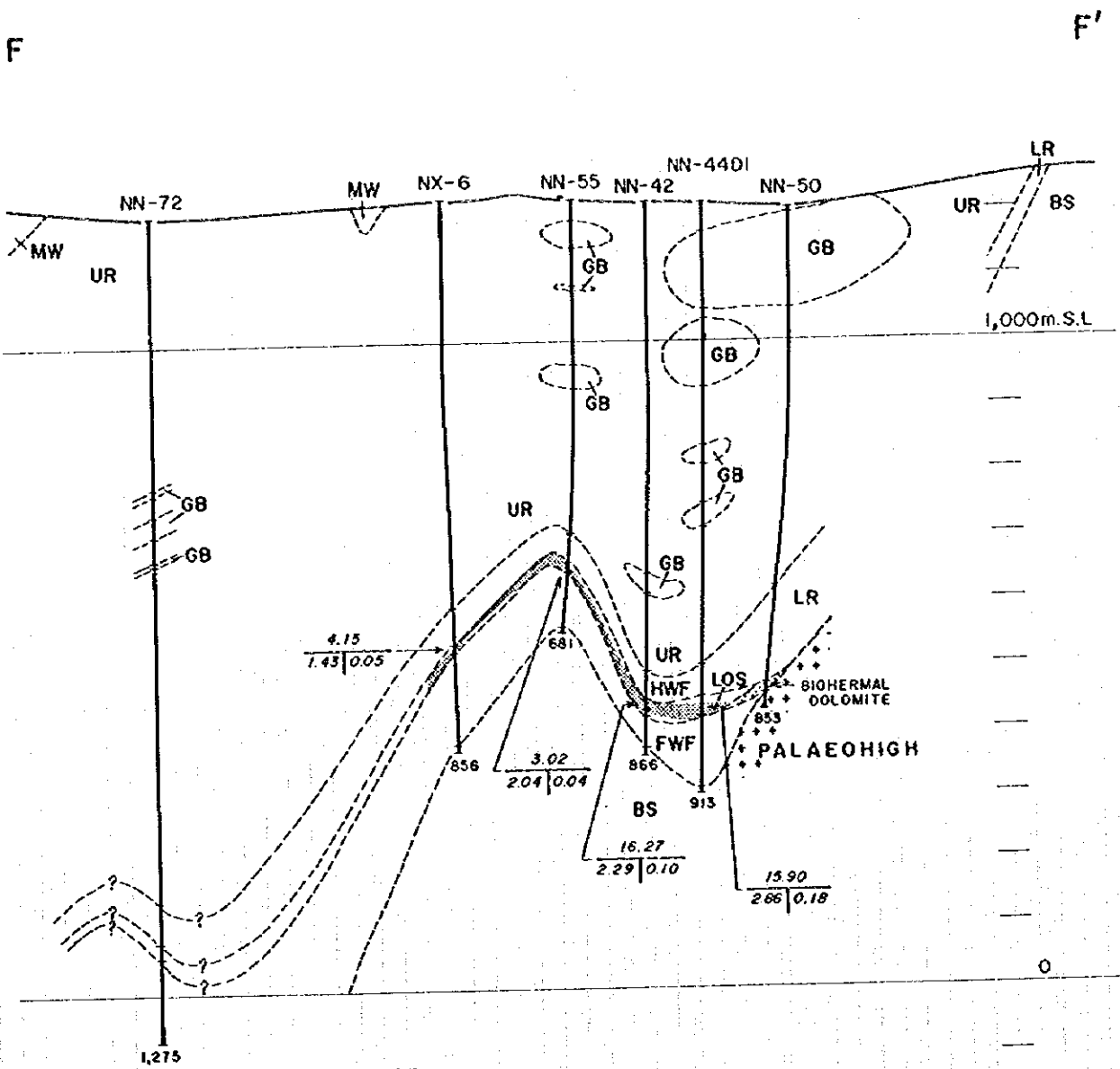


Fig. 1- 9 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area(5)



LEGEND

SCALE:
 HORIZONTAL 1/50,000
 VERTICAL 1/10,000
 2.82 — TRUE THICKNESS (m)
 0.65 | 0.03 — % TOTAL COBALT
 — % TOTAL COPPER

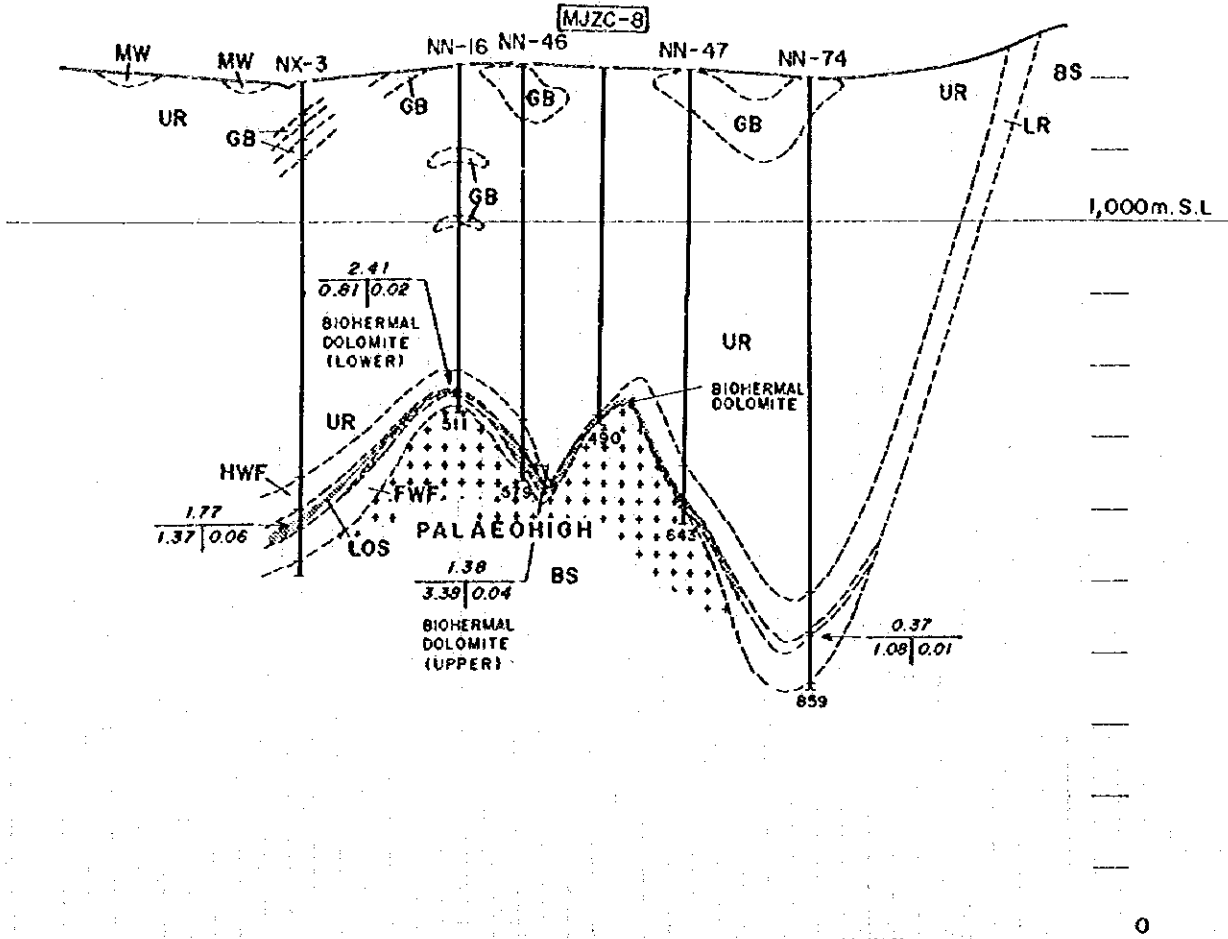
Symbols for geologic units refer to Fig 1-8

ORE DEPOSIT

Fig. 1-9 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area(6)

G

G'



LEGEND

SCALE:	
HORIZONTAL 1/50,000	
VERTICAL 1/10,000	
2.82 — TRUE THICKNESS (•)	
0.65	0.03 — % TOTAL COBALT
	— % TOTAL COPPER

Symbols for geologic units refer to Fig 1-8

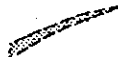
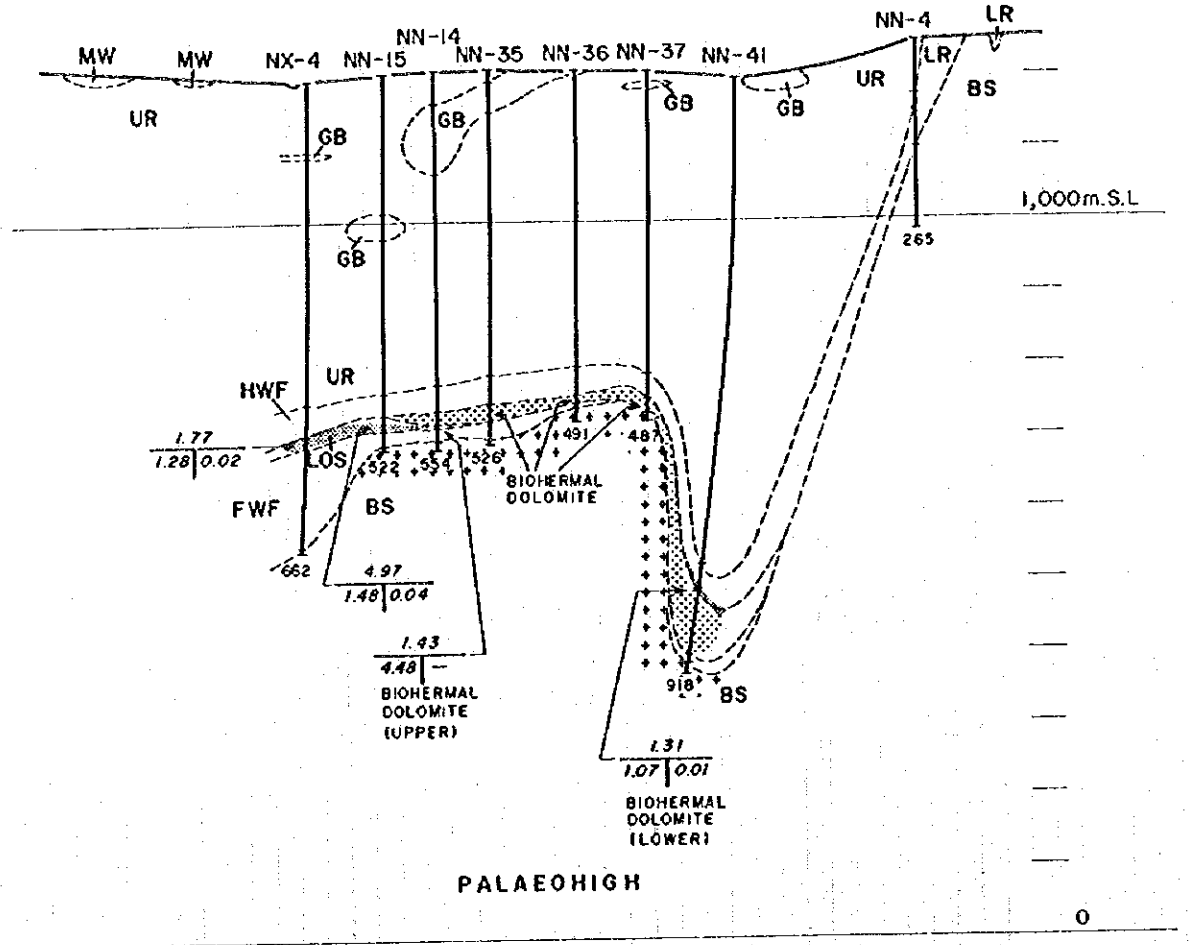
 ORE DEPOSIT

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

H

H'



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. 1-8

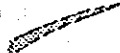
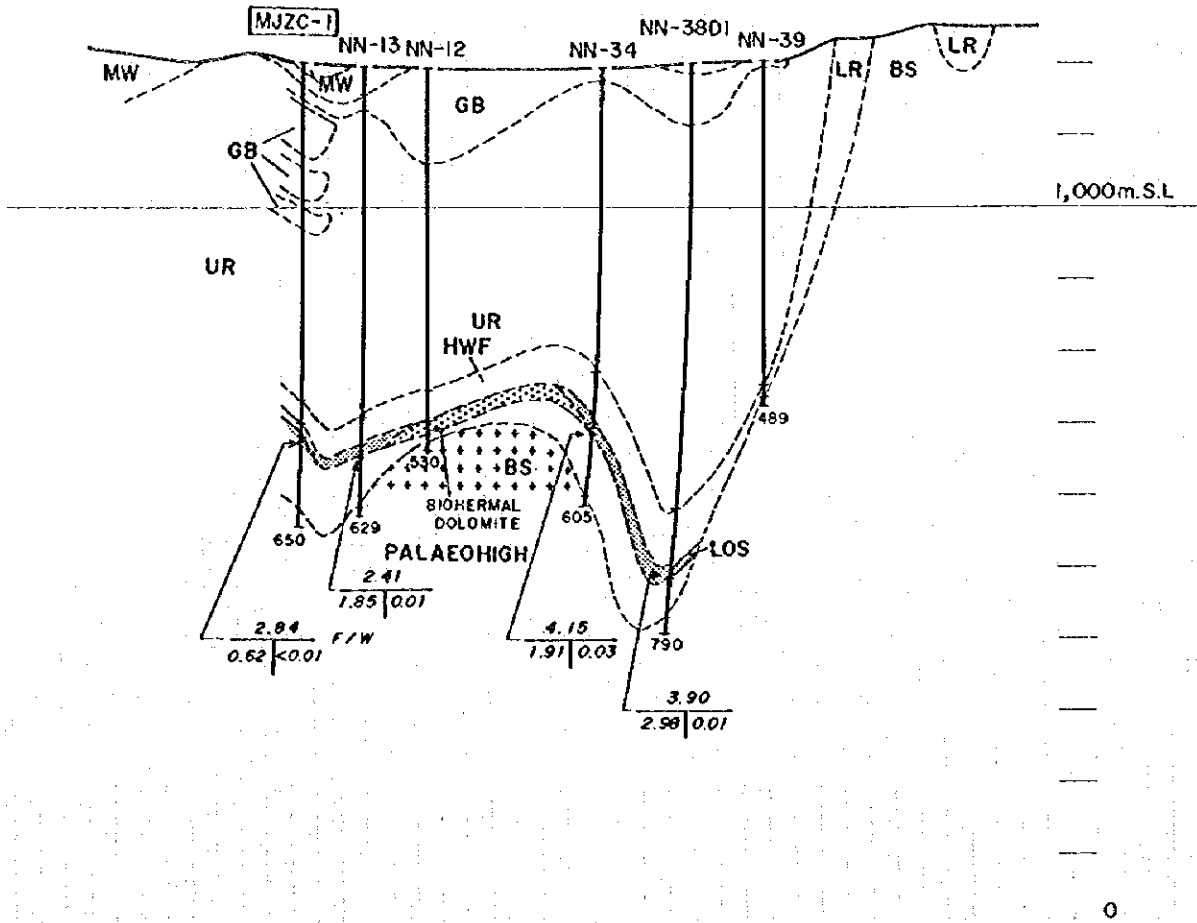
 ORE DEPOSIT

Fig. 1-9 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (8)

I

I'



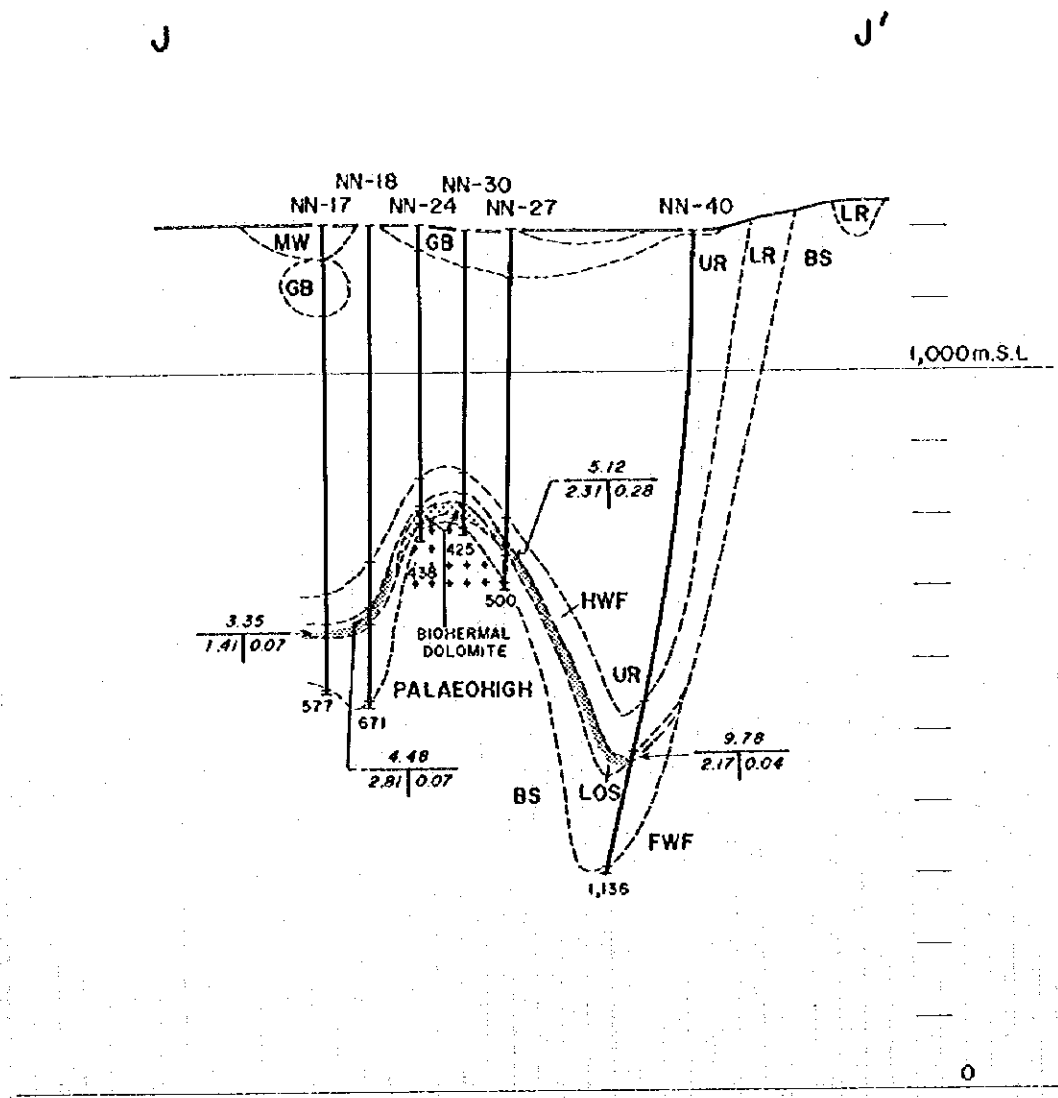
LEGEND

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

Symbols for geologic units refer to Fig 1-8

ORE DEPOSIT

Fig. 1-9 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. 1-8

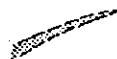
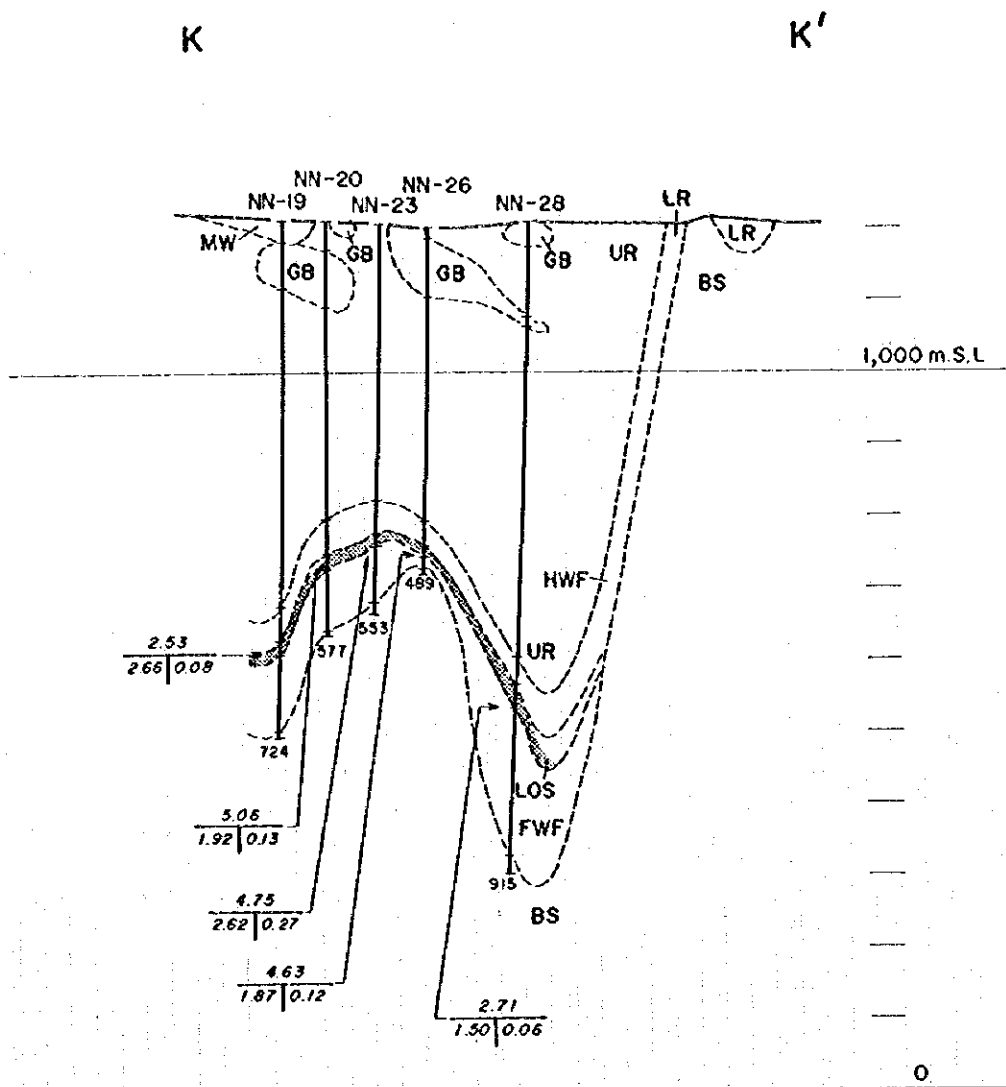
 ORE DEPOSIT

Fig. 1-9 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. 1-8

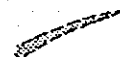
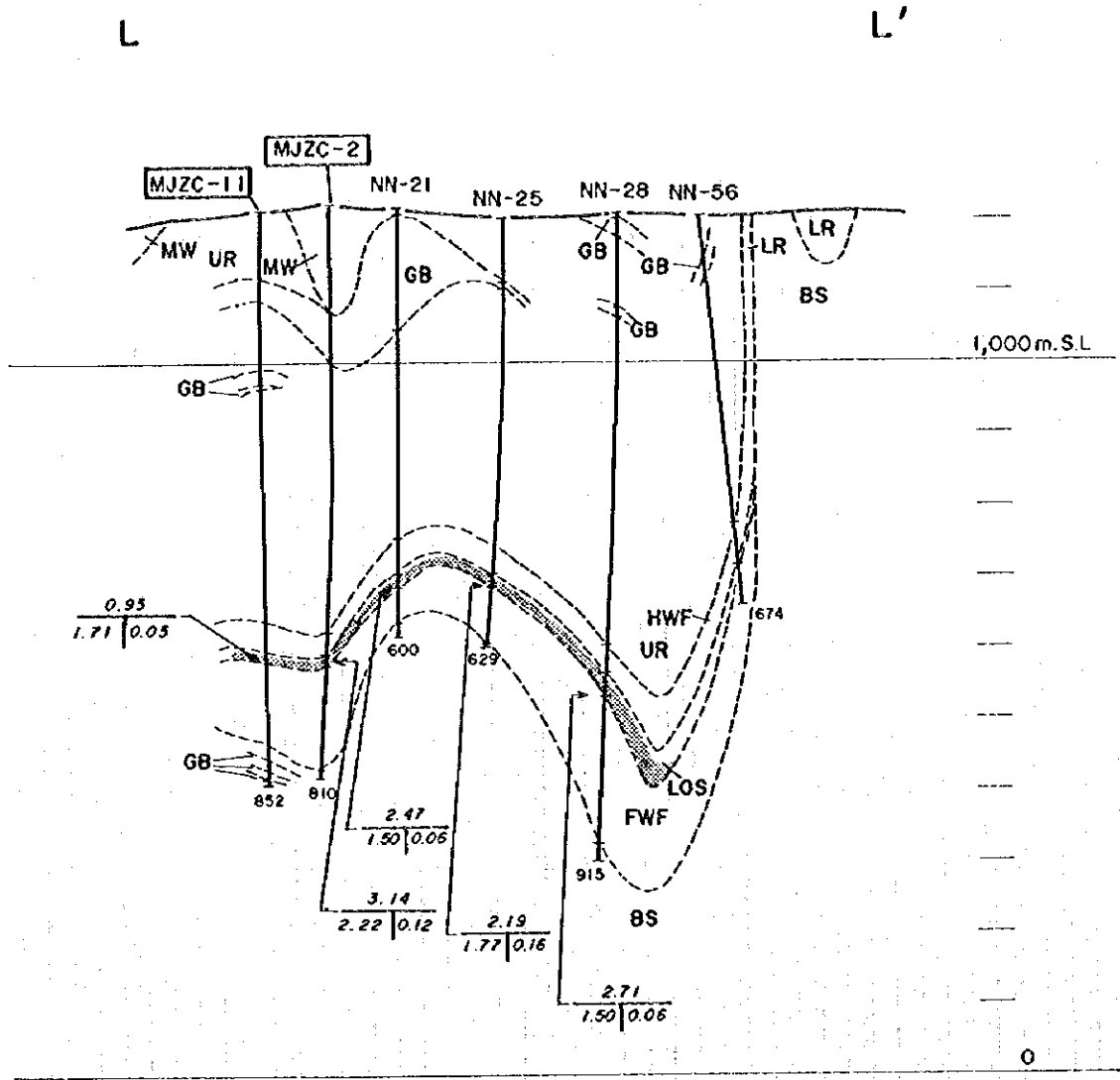
 ORE DEPOSIT

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



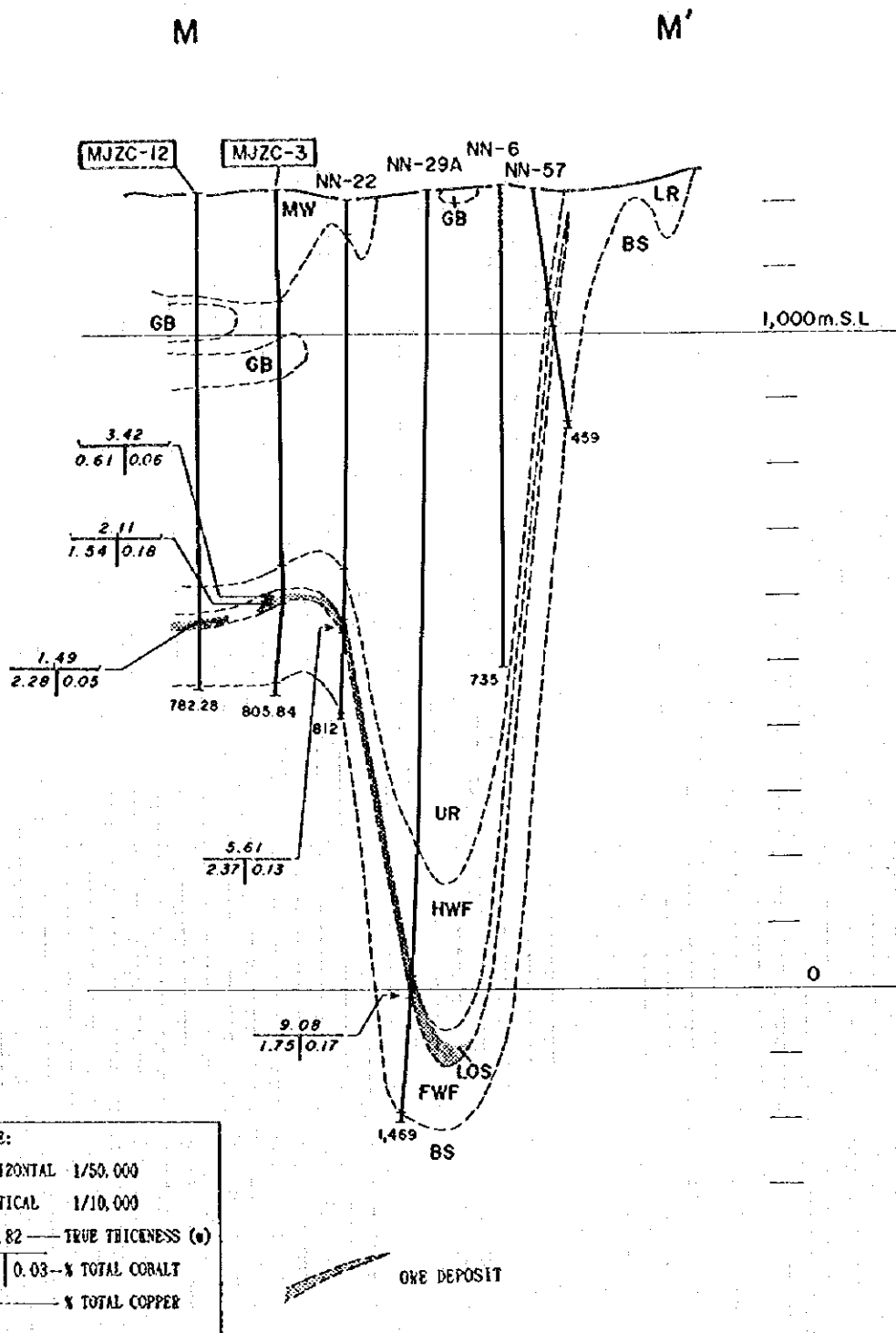
LEGEND

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. 1-8

ORE DEPOSIT

Fig. 1-9 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area(12)

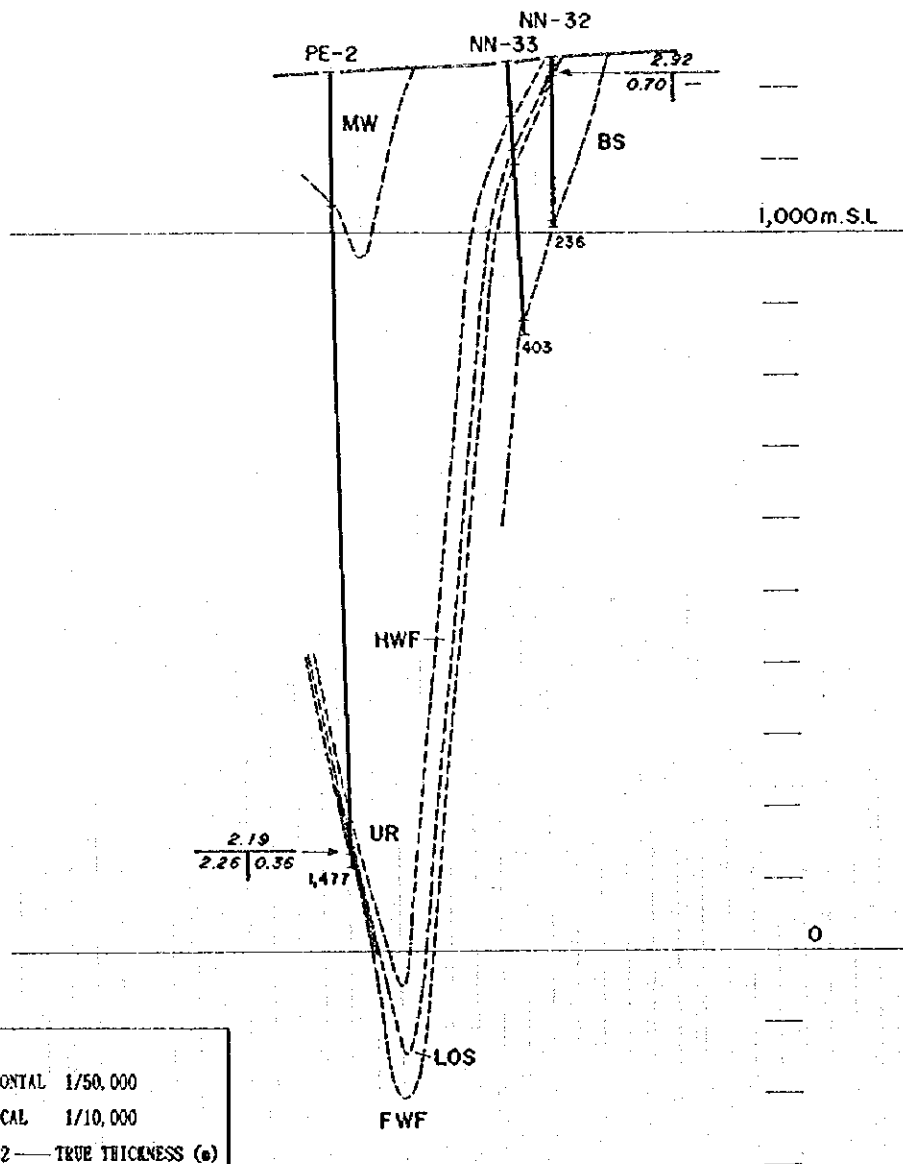


Symbols for geologic units refer to Fig. 1-8

Fig. 1- 9 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area(13)

N

N'



LEGEND

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

Symbols for geologic units refer to Fig 1-8

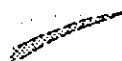
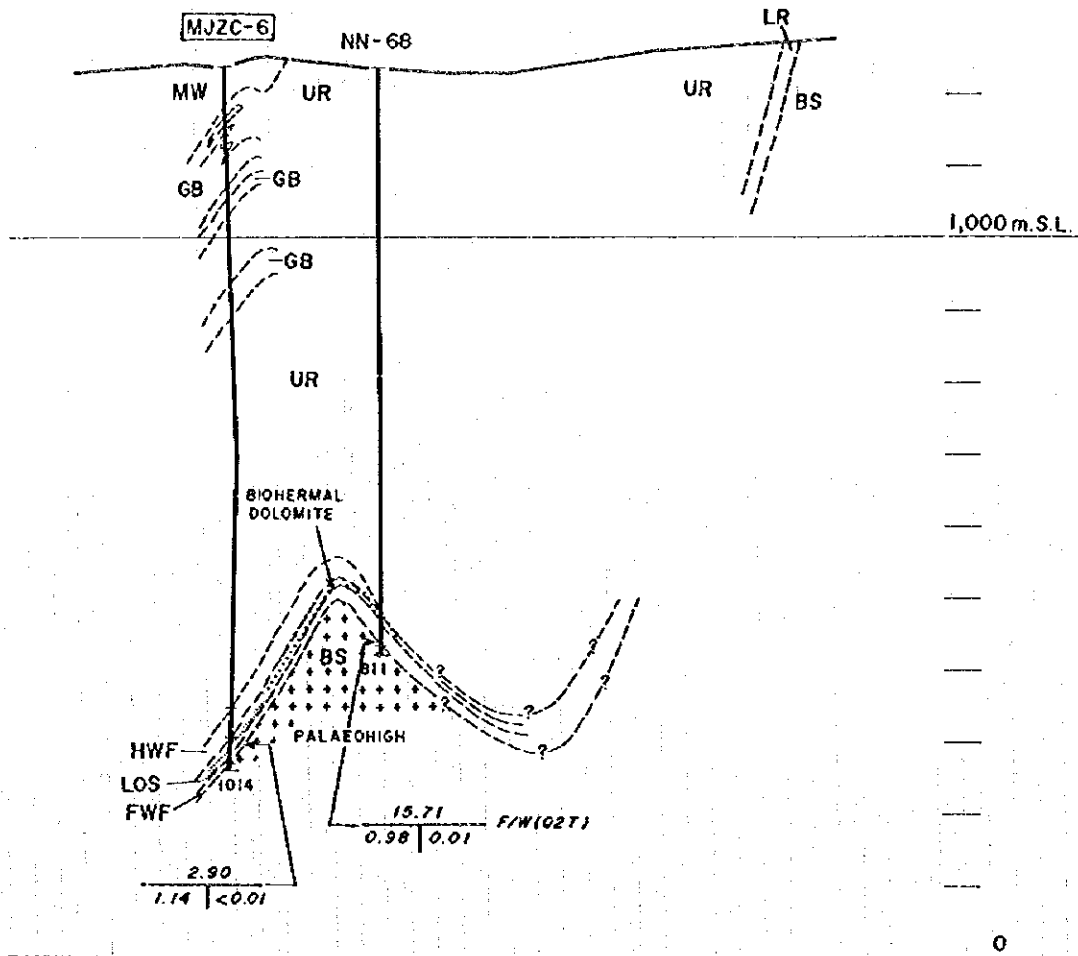
 ORE DEPOSIT

Fig. 1-9 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area(14)



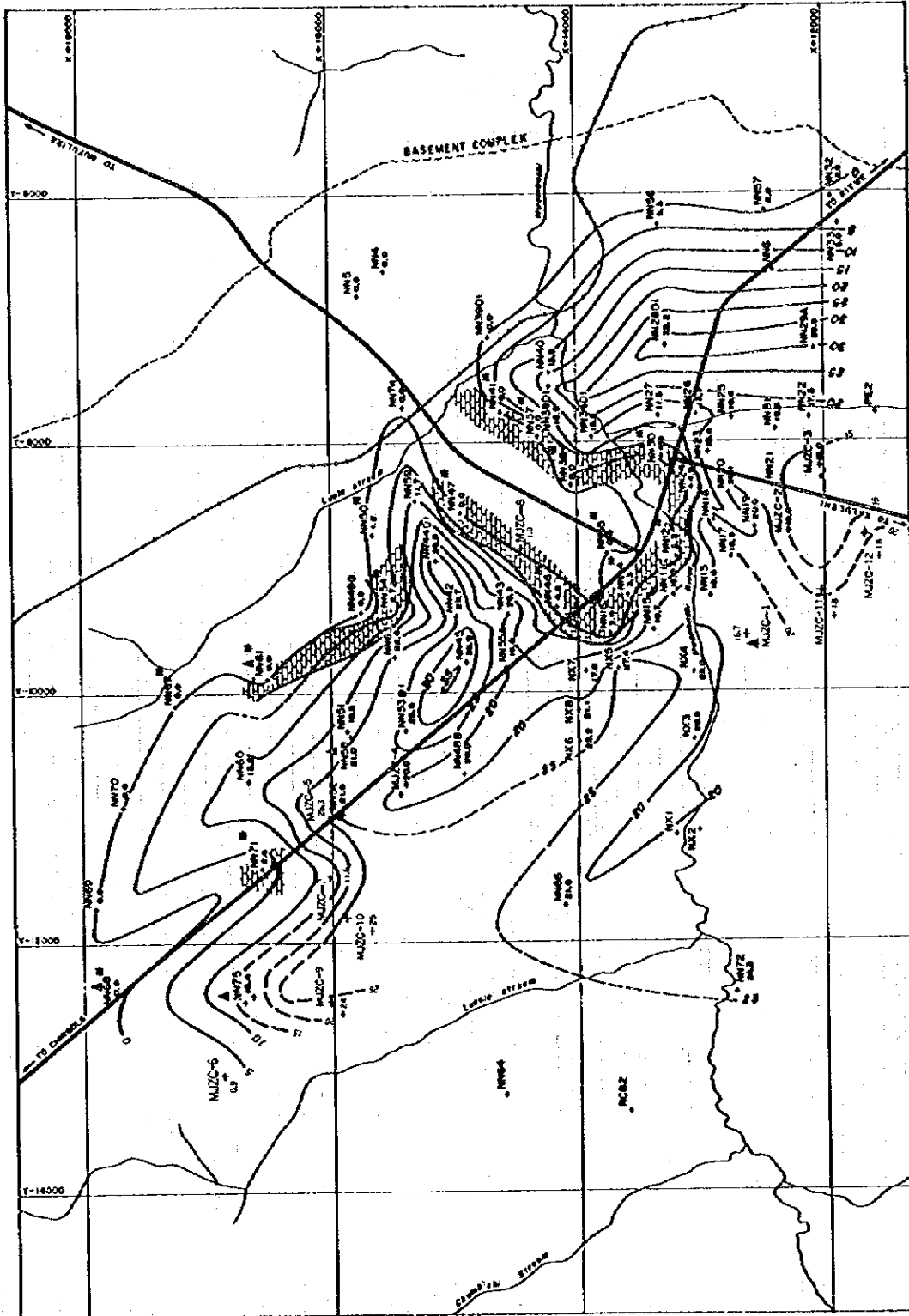
LEGEND

SCALE:	
HORIZONTAL 1/50,000	
VERTICAL 1/10,000	
2.32	— TRUE THICKNESS (m)
0.65	0.03 — % TOTAL COBALT
	— % TOTAL COPPER

ORE DEPOSIT

Symbols for geologic units refer to Fig. 1-8

Fig. 1-9 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area(15)



LEGEND

- ★ LOCATION OF BASE INTERSECTION OF MINERALIZATION
- MZC-6 DRILL HOLE WITH BASEMENT HIGH
- ORE SHALE ISOPACHYTES (LITHOLOGICAL CONTOUR)
- BOHEMIA
- ▲ INDICATORS OF ORESHALE TYPE (POTENTIAL MINERALIZATION)



Modified from Fletcher (1983)

Fig. 1-10 Ore Shale Isopach Map

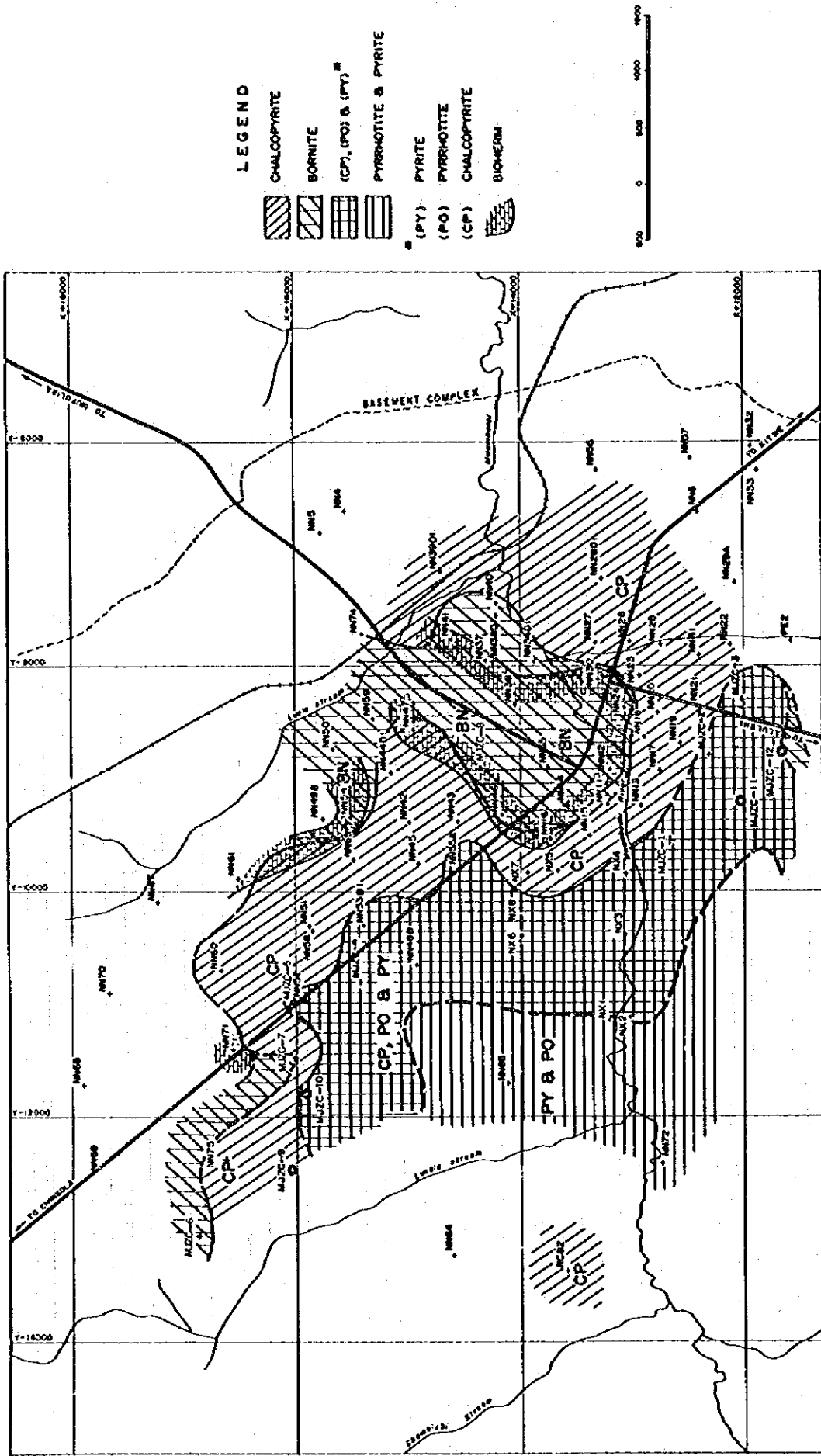


Fig. 1-11 Sulfide Mineral Zoning

認められる層理に平行に伸長した微斑状黄銅鉱の鉱染, Upper Roan Group の“硬石膏を伴うアレナイト・泥質岩・ドロマイト”中の泥質岩の一部に発達する黄銅鉱-黄鉄鉱-雲母-ドロマイト-石英 網状脈ないし黄銅鉱鉱染, Mwashia Group の頁岩中に含まれるドロマイト質レンズの縁を構成する磁硫鉄鉱及び頁岩中の黄鉄鉱ブ-デインないし顕著な鉱染, Kundelungu Group 中における堆積岩岩片の縁を構成する黄鉄鉱・磁硫鉄鉱及び磁硫鉄鉱のとぎれた薄層ないし鉱染が, それぞれ存在する。

第4章 調査地域の状況

4-1 交通

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カッパーベルトと称される銅鉱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カッパーベルトのほぼ中央, チャンビシ(Chambishi) 鉱山とミンドロ(Mindolo) 鉱山の間に位置し, 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)。

調査地域の南々東約10kmにはウンカナ(Nkana) 鉱山のあるザンビア第3の都市キットウェ(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), 北西約10kmにはチャンビシ(Chambishi) 鉱山(休山中), 北西約30kmにはザンビアカッパーベルト中最大の鉱山ヌチャンガ(Nchanga) のあるチンゴラ(Chingola), 北東約20kmにはムフリラ(Mufulira) 鉱山町がそれぞれ存在する(Fig. 1-4)。

調査地域は, チンゴラとキッ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. 1-5)。

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

4-2 調査環境

4-2-1 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, チャンビ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。

4-2-2 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 8 km 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。

4-2-3 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°C、最高気温は 30~35°C、年間降水量は 1,200mm 前後 (1,000~1,500 mm) 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	243.5	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

4-2-4 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、泥質岩やドロタ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5章 結論及び提言

5-1 結論

チャンピシ南東地域において3年間にわたり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. 本調査により実施された12孔のボーリングは、いずれも目的とした鉱床層準を貫き、うち、9孔は基盤中まで到達した。これにより、調査地域の地質状況及び鉱床賦存状況が明らかになった。
2. 本地域西部で掘削された MJZC-9 は、良好な鉱石(① 着鉱幅 5.90m, 品位 T-Cu 3.12% T-Co 0.08%, ② 着鉱幅 2.58m, 品位 T-Cu 2.29% T-Co <0.01%)を捕捉した。この鉱石は、本孔の北方で既に把握されていた鉱床富鉱部(NN-75)に連続すると考えられ、本地区に相当な規模の新鉱床富鉱部が賦存することが明らかになった。同富鉱部は、略 NE-SW 方向の基盤凹部の上位に存在すると推定され、さらに南方または西方に向かって発達する可能性が強い。

3. 本地域の最も主要な鉱床富鉱部である Northern Area Shoot の鉱床範囲は、北西側では MJZC-5 の着鉱 (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%) により拡大し、西部及び南東部では、それぞれ MJZC-4 の低品位鉱, MJZC-8 の不毛帯の捕捉により縮小した。

4. 本地域南部で実施された 5 本の試錐 (MJZC-1, MJZC-2, MJZC-3, MJZC-11, MJZC-12) は、本地区が相対的な基盤の盛り上がり部に相当していること、及び本地区の鉱化帯の多くが磁硫鉄鉱-黄鉄鉱-黄銅鉱帯に属し、銅品位が低いことを示した。しかし、一部では、"Ore Shale" 最下部の小規模な斑銅鉱帯 (MJZC-12), 下盤珪岩中の黄銅鉱帯 (MJZC-1), 及び磁硫鉄鉱-黄鉄鉱-黄銅鉱帯中の局所的な高品位銅鉱 (MJZC-2, MJZC-3, MJZC-12) が把握されている。本地区では相対的な銅富鉱部の存在が "Ore Shale" 最下部付近に限られることから、銅鉱物の沈殿期間が比較的短かった可能性が考えられ、大鉱床は形成されにくかった可能性がある。しかしながら、銅鉱物沈殿時に海底に深い局地的凹地が存在すれば比較的規模の大きな富鉱部が形成され保存された可能性も考えられる。

5. 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。

6. 鉱化帯中の硫化鉱物について、層位上の帯状分布がほとんどのボーリングで認められる。"Ore Shale 層準" 基底部付近から上部に向かって Fe/Cu 比が増加する傾向が多いことから、"Ore Shale" 堆積開始後、一般に海の深さは増していったと考えられる。本地域の鉱床富鉱部の大部分は黄銅鉱帯に属しているが、コバルトの高品位部は黄銅鉱帯のみならず、磁硫鉄鉱帯及び黄鉄鉱帯中にも存在する。黄銅鉱帯が生成した海底は限られた海底深度領域内にあったと考えられる。従って、銅富鉱部が形成されるためには、海進と海底の上下運動の中で、黄銅鉱の沈殿に適した海底深度領域が長く持続することと、その時に鉱物の堆積及び保存に適した局地的凹部が存在することが必要であったと考えられる。

7. 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鉄鉱 (硫化鉄) 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。

8. 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。

9. 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 ハンレイ岩厚層部と一致する高重力異常域には鉱床富鉱部が存在しない可能性がある。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、ハンレイ岩の相対的薄層部の下部では富鉱部になり得る可能性がある。

10. 調査地域の鉱物資源ポテンシャルを評価するため実施された埋蔵鉱量計算の結果は、つぎのとおりである。

Northern Area Shoot: 54.79百万t, 2.70% T-Cu, 0.13% T-Co

Southern Area Shoot: 14.93百万t, 2.19% T-Cu, 0.13% T-Co

Subeconomic Zone : 107.91百万t, 1.83% T-Cu, 0.03% T-Co

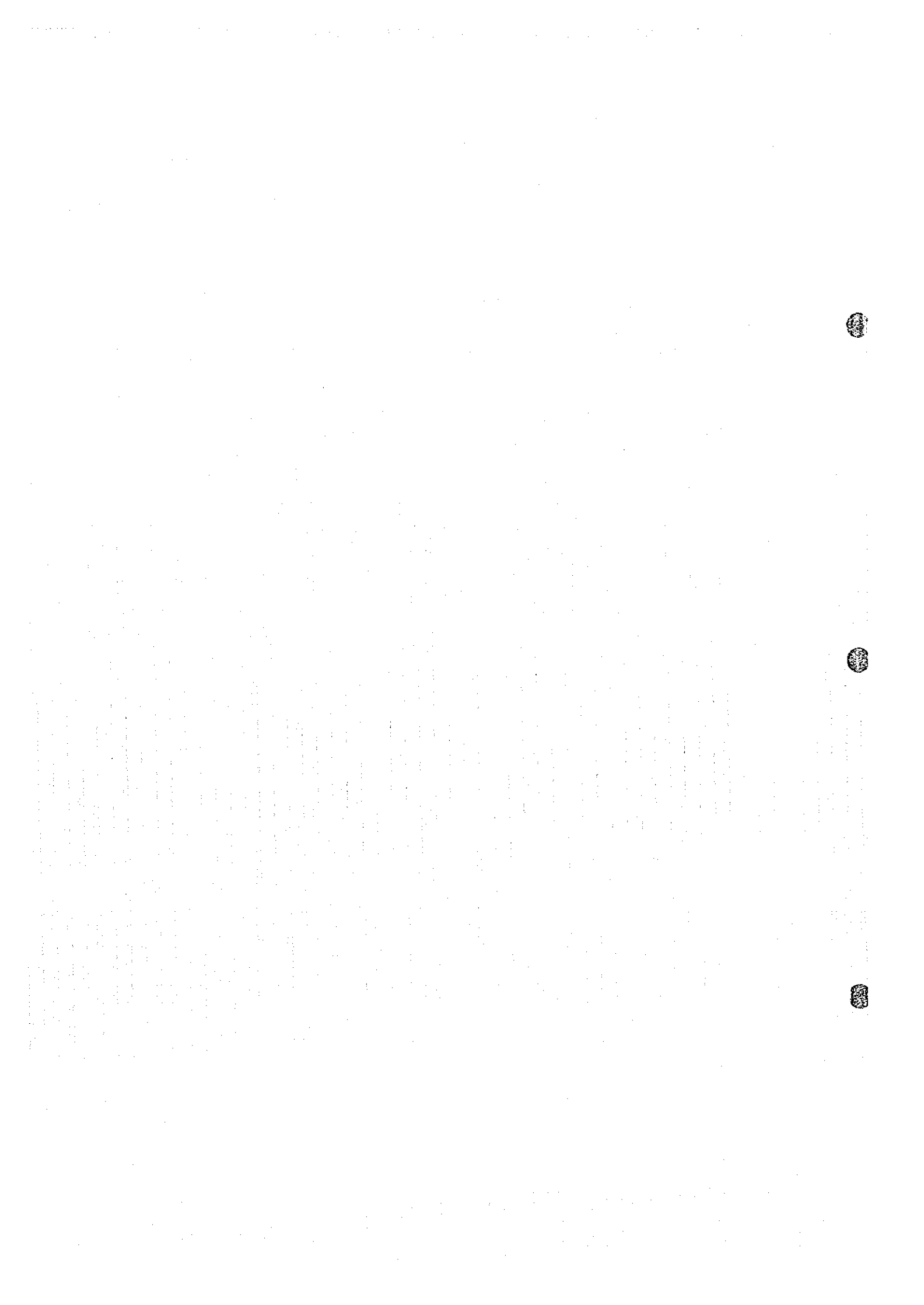
5-2 将来への提言

これまでに実施されたボーリング探鉱の結果、本地域には相当量の鉱量が確認された。しかしながら、本地域の鉱床の胚胎深度は比較的深く、主要鉱床は地表下-550~-1,050m間に胚胎していると推定される。従って、本地域の鉱床が開発されるためには、さらに鉱量の増大が図られねばならないと考えられる。幸いにも本地域の西部及び南部には有望な探鉱余地が残されている。

本地域西部では、本調査のボーリング探鉱(MJZC-9)により新鉱床の存在が有望視されてきた。また、着鉱試錐 MJZC-9 のはるか南方には着鉱試錐 RCB-2 が存在する。従って、この新鉱床の鉱量確認のためのボーリング探鉱とその周辺部探鉱が最も優先されるべきと考えられる。先ず、鉱床胚胎深度の予想が可能な比較的浅部、すなわち、2本の着鉱試錐(MJZC-9, NN-75)の周辺からボーリングを実施し、次いで、鉱床胚胎深度が深くなると予想される MJZC-9 の南方及び西方に向かってボーリング探鉱範囲を拡大してゆくべきと考えられる。

本地域南部には、依然として鉱床富鉱部の存在する可能性が残されていることから、MJZC-12 の南方域においてボーリング探鉱を実施することを提言する。

また、本地域の主要鉱床である Northern Area Shoot の鉱量を正確に評価するには、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。



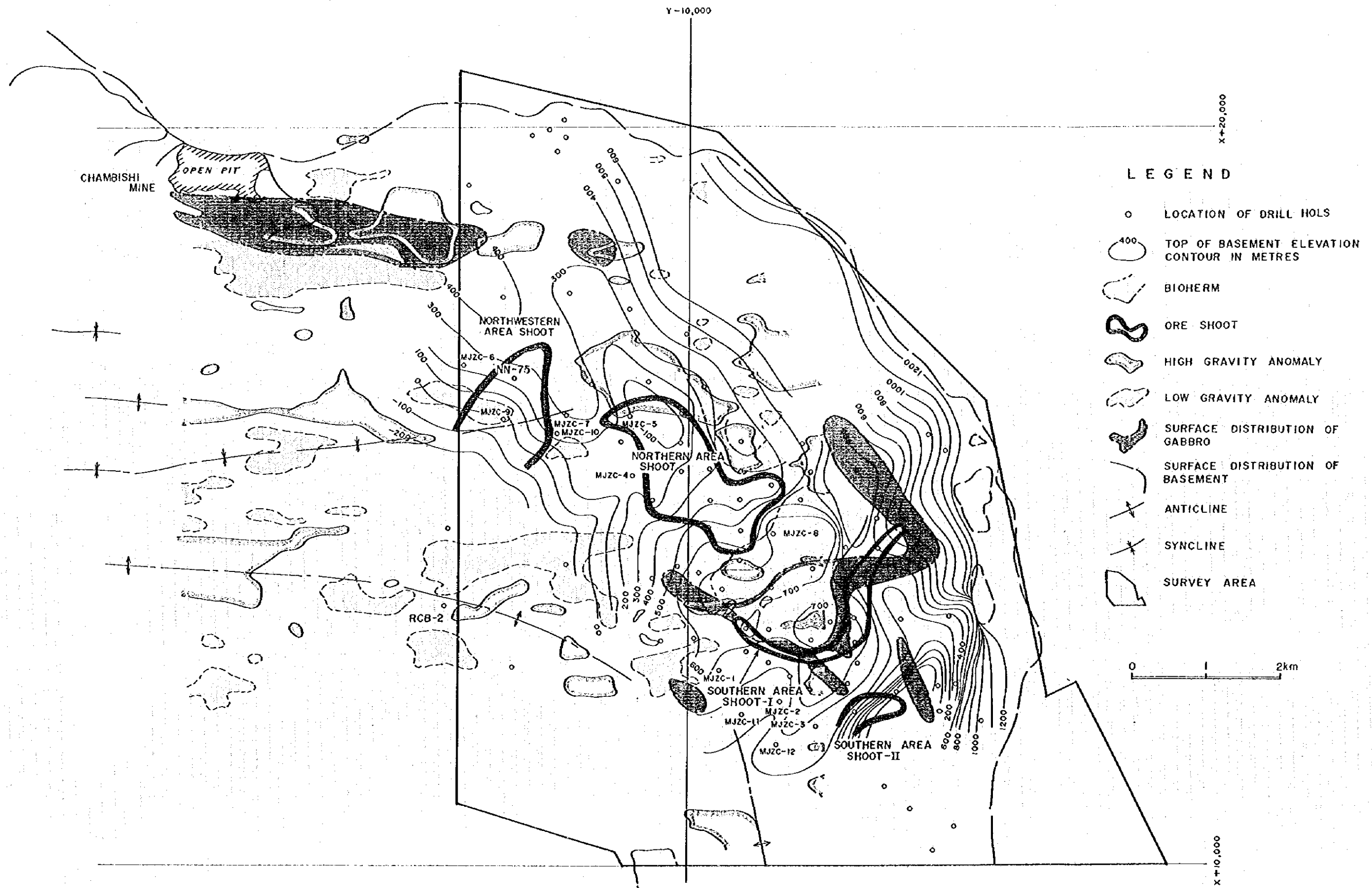


Fig. 1-12 Integrated Interpretation Map



Fig. 1-12 Integrated Interpretation Map

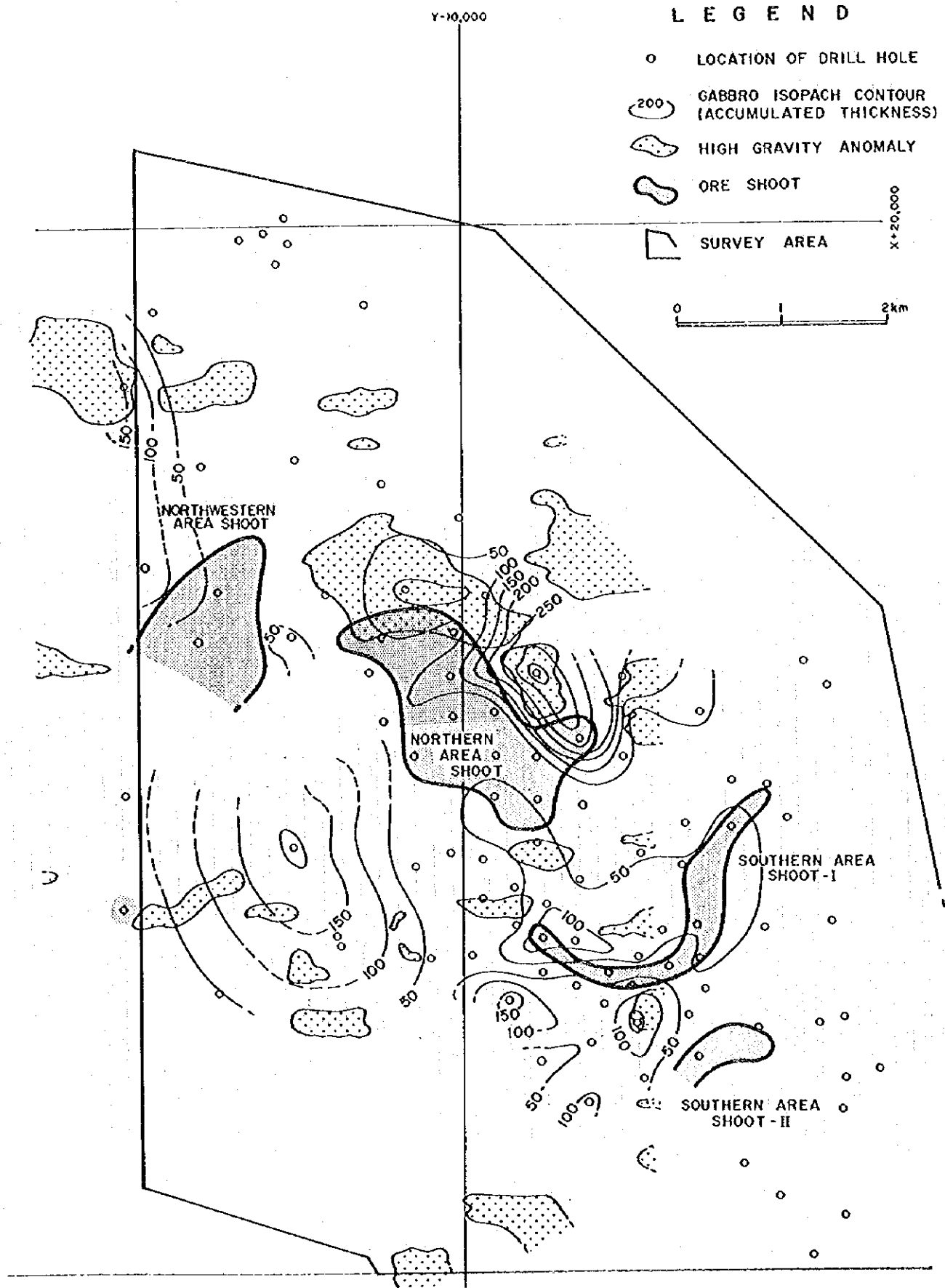


Fig. 1-13 Supplementary Interpretation Map

