


No. 1

ザンビア共和国チャンピシ南東地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第1年次)

平成6年2月

JICA LIBRARY

1124303[7]

国際協力事業団
金属鉱業事業団

紙質
CR4
94-049

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1年次)

平成6年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1124303 [7]

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年次とし、金属鉱業事業団は調査員1名を平成5年11月11日から平成6年2月17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6年2月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

金属鉱業事業団
理事長 石川 丘

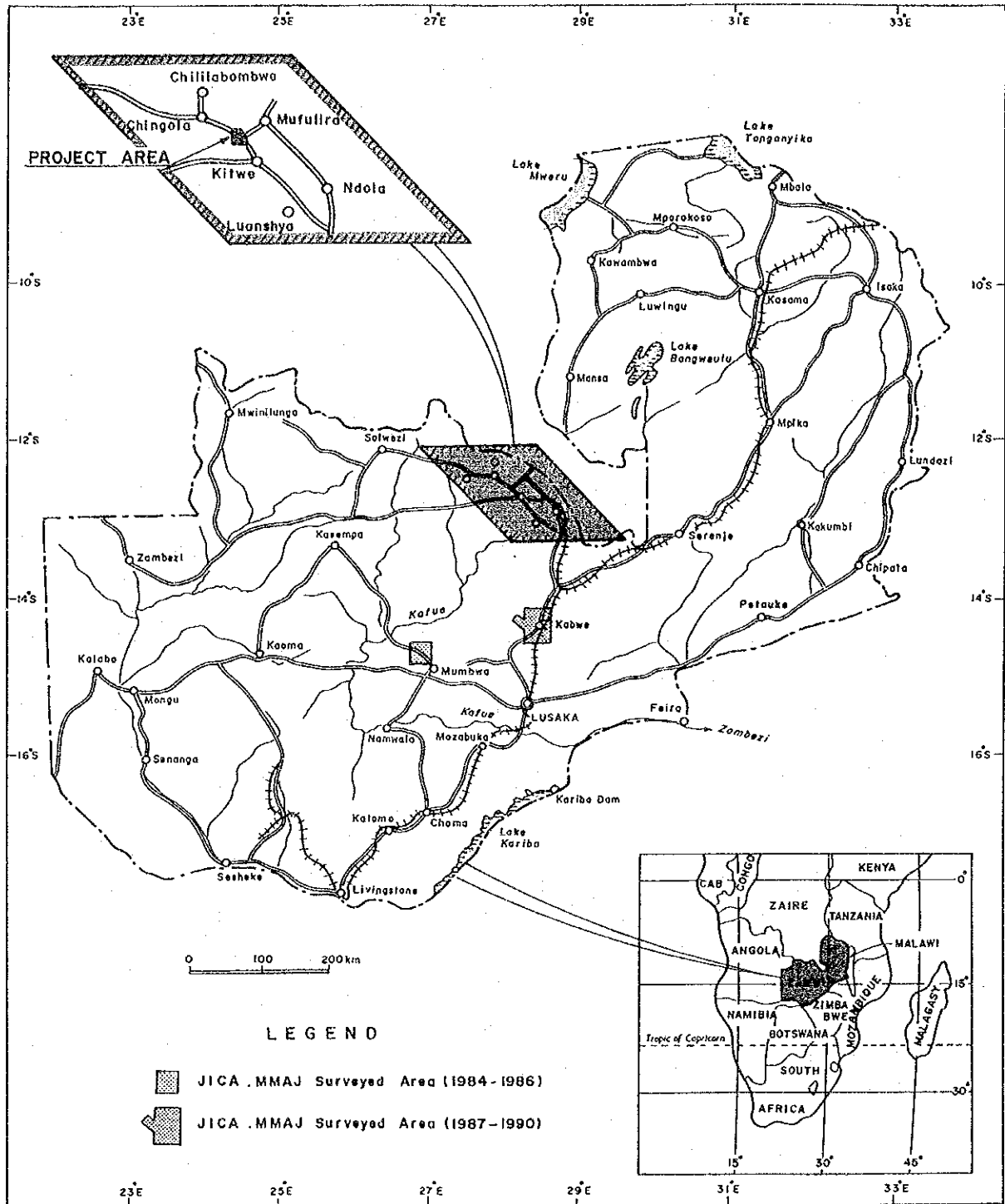


Fig.1-1 Index Map of the Project Area

要 約

チャンピン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た。その結果は以下のとおり要約される。

1. 本年度実施された3孔のボーリングは、いずれも頁岩型銅鉛床を把握し、さらに、基盤若しくは基盤近傍まで掘削され、本地域の地質状況及び鉛床賦存状況の解明に資された。特に、本地域南部で実施された MJZC-2 は、比較的良好な鉛石（着鉛幅 3.14 m, 品位 T-Cu 2.21 % T-Co 0.12 %）を捕捉し、同地域に新たな富鉛部の存在する可能性を示した。
2. 本地域の最も主要な鉛床である Northern Area Shoot は基盤の凹部に存在し、鉛床生成当時の古丘陵の上では鉛床は低品位となるか、不毛帯となっている。現在の基盤の凸部には、鉛床生成当時の古丘陵と一致するものと、鉛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鉛部が存在する可能性がある。
3. 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鉛床富鉛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鉛床でも、ハンレイ岩の相対的薄層部の下部では富鉛部になり得る可能性がある。
4. 鉛床富鉛部の産状は、続成作用や変成作用が富鉛部形成に重要な役割を果たしたことを示唆している。
5. 本地域で新鉛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。また、本地域の主要鉛床である Northern Area Shoot の探鉛は未だ不十分であり、鉛床範囲を正確に把握するには現在の鉛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。
第2年次調査は本地域の主要鉛床である Northern Area Shoot の北西方向への延長を把握し、鉛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、ボーリング探鉛を実施することを提言する。

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
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 第1年次調査の概要	1
1-2-1 調査地域	
1-2-2 調査目的	
1-2-3 調査方法	
1-2-4 調査団の編成	
1-2-5 調査期間	
第2章 調査地域の地理	14
2-1 地形及び水系	14
2-1-1 地形	
2-1-2 水系	
2-2 気候及び植生	14
2-2-1 気候	
2-2-2 植生	
第3章 調査地域及びその周辺の地質・鉱床	16
3-1 調査地域周辺の地質・鉱床	16
3-2 調査地域の地質・鉱床	19
第4章 調査結果の総合検討	41
4-1 地質構造，鉱化作用の特性と鉱化規制について	41
4-2 鉱床賦存のポテンシャルについて	47

第5章 結論及び提言	47
5-1 結論	47
5-2 第2年次調査への提言	48

第Ⅱ部 各論

第1章 MJZC-2	53
1-1 ボーリング掘進状況	53
1-2 ボーリング孔の地質及び鉱化・変質作用	53
1-3 考察	59
第2章 MJZC-3	60
2-1 ボーリング掘進状況	60
2-2 ボーリング孔の地質及び鉱化・変質作用	65
2-3 考察	67
第3章 MJZC-4	68
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鉱化・変質作用	68
3-3 考察	78

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結論	85
第2章 第2年次調査への提言	86
参考文献	87

写真

巻末資料

付 図

- 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 Sulphide Mineral Zoning
- Fig.1-10 Integrated Interpretation Map
- Fig.1-11 Supplementary Interpretation Map
- Fig.1-12 Drill Holes Recommended for 2nd and 3rd phase exploration
- Fig.2-1-1 Drilling Progress of MJZC-2
- Fig.2-1-2 Geological Profile of Drilling Hole (MJZC-2)
- Fig.2-2-1 Drilling Progress of MJZC-3
- Fig.2-2-2 Geological Profile of Drilling Hole (MJZC-3)
- Fig.2-3-1 Drilling Progress of MJZC-4
- Fig.2-3-2 Geological Profile of Drilling Hole (MJZC-4)

付 表

- Table 1-1 Drilling Machine and Equipment Used
- 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-2
- Table 2-1-2 Record of the Drilling Operation on MJZC-2
- Table 2-2-1 Summary of the Drilling Operation on MJZC-3
- Table 2-2-2 Record of the Drilling Operation on MJZC-3
- Table 2-3-1 Summary of the Drilling Operation on MJZC-4
- Table 2-3-2 Record of the Drilling Operation on MJZC-4
- Table 2-4-1 Results of Microscopic Observation of Thin Sections
- Table 2-4-2 Results of Microscopic Observation of Polished Sections
- Table 2-4-3 Results of X-ray Diffraction Analysis
- Table 2-4-4 Results of Chemical Analysis of Ore Samples

写 真

Photo 1 Photograph of Drilling Cores

Photo 2 Microscopic Photograph of Thin Sections

Photo 3 Microscopic Photograph of Polished Sections

卷 末 資 料

1. Geologic Log of MJZC-2~4
2. Compilation of Previous Work
3. Gravity Contour Map
4. Ore Reserve Calculation Map
5. Existing Drill Hole Data
6. Drill Hole Deviations

第 I 部 總論

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

日本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ン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、調査地域における鉱物資源ポテンシャルを探査し、評価することであり、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。

1-2 第1年次調査の概要

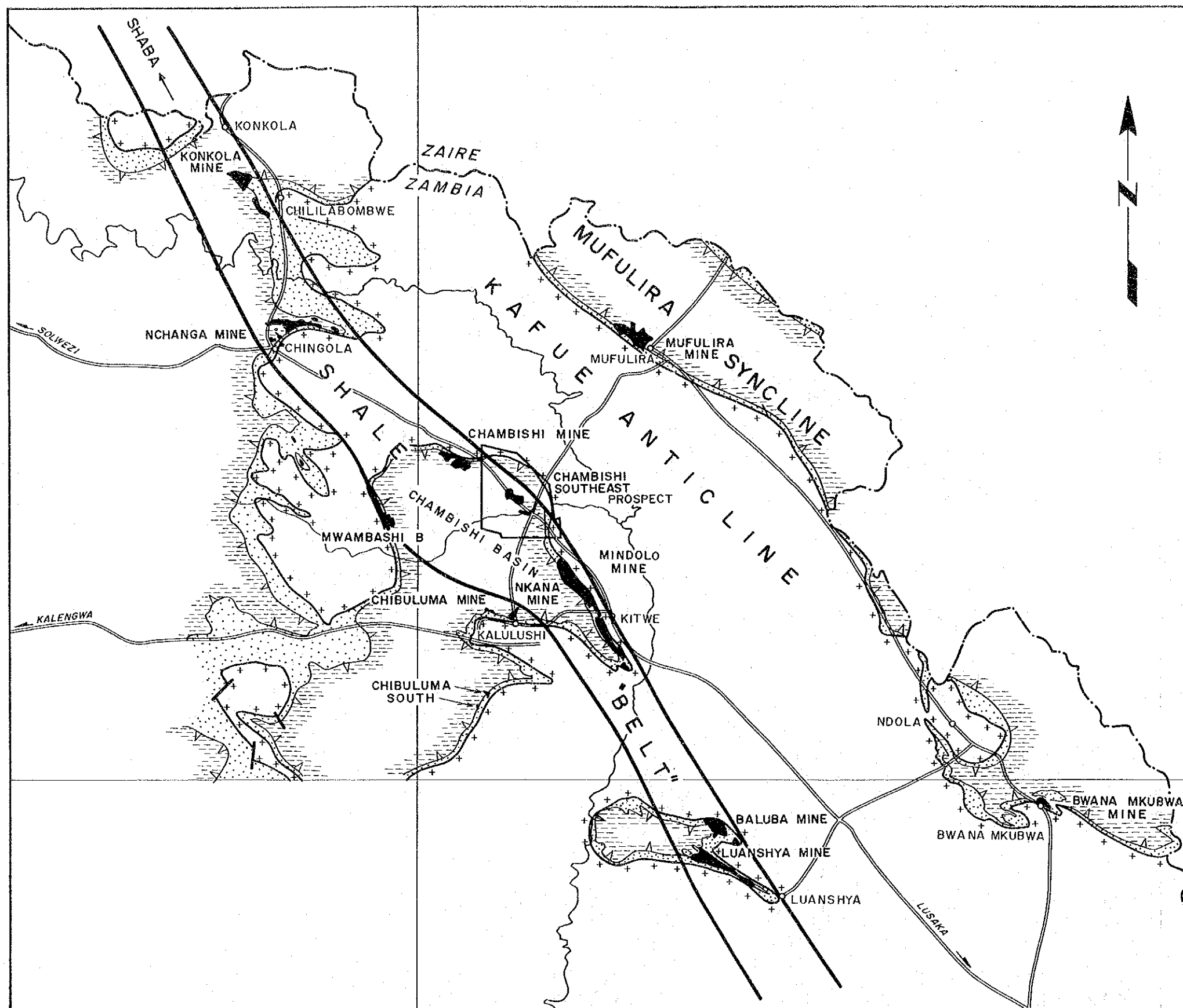
1-2-1 調査地域

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 (チャンビン南東地域) は、南緯約12°15'~13°15' に位置するザンビア銅ベルトのほぼ中央、チャンビン (Chambishi) 鉱山とミンドロ (Mindolo) 鉱山の間に位置し、首都ルサカ (Lusaka) から北方に直距約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)、北西方約10kmにはチャンビン (Chambishi) 鉱山 (休山中)、北西方約30kmにはザンビア銅ベルト中最大のヌチャンガ (Nchanga) 鉱山のあるチンゴラ (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. 1-3)。

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3時間を要す。



28°

(Fleischer 1983)

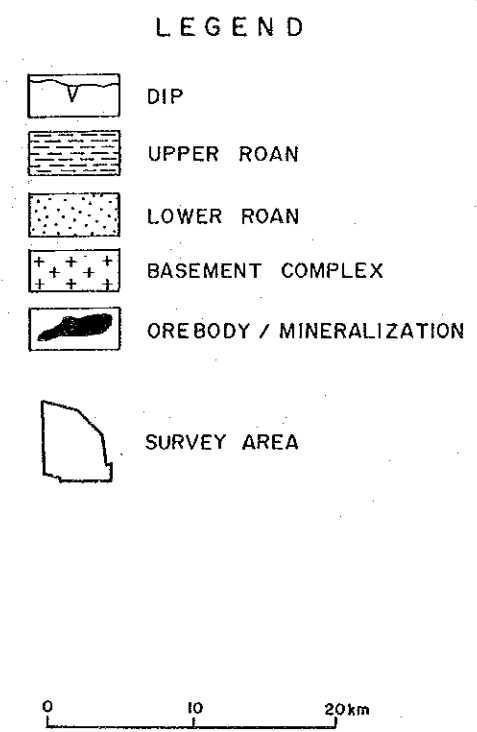


Fig.1-2 Copperbelt Index Plan

1-2-2 調査目的

本年度調査の目的は、チャンビン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。

1-2-3 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) 重点課題

調査地域の未探鉱域において、既知鉱床よりの延長の存在を確認し、銅鉱床の賦存状況を考察する。

(2) 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-2	810.00	-90	-
MJZC-3	805.84	-90	-
MJZC-4	1,051.00	-90	-
計	2,666.84		

(3) 現地調査

1) ボーリング機械の能力は、予定深度を延長することもあるため、予定深度に対して十分な掘進能力のあるものとした。

2) ケーシングパイプは最小口径分で予定深度の60%以上を準備した。

3) コアの最小口径は、BQまたはBX以上とした。

4) 孔曲がり測定は深度100mごとに実施した。

5) コアの採取とその採取率

イ) 表土を除き、全コア採取を原則とした。但し、鉱床胚胎層準相当層に達するまでは、総延長1,300mを限度としてコアの代わりに岩粉を採取した。

ロ) 全コア採取が困難な場合でも採取率は80%以上とした。特に、鉱徴部、孔底部及び岩石の境界部などについては全コア採取に努めた。

6) コアの取扱い

イ) 採取したコアは、上下を明確にしてコア箱に収納した。

- ロ) コアの採取深度は、コア箱の内部及び外部に正確に表示した。
 - ハ) コアは、カルルシにある ZCCM のコア倉庫に保管した。
- 7) 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、次ぎのとおりである。

試 験 項 目	数 量
岩石薄片作成	14 件
鉱石研磨片作成	12 件
X線粉末回折法試験	31 件

ボーリング使用機器、消耗品数量、ダイヤモンドビット使用数量及び工程（作業時間分析）は、別表（Table 1-1～1-4）のとおりである。

(4) 地質技師が行う現地作業

地質技師は、ボーリング調査期間中、現地においてコア及び岩粉鑑定並びにボーリング結果の解析等の現地作業を行った。また、調査地域において過去に実施された地質調査、地化学探査、物理探査及びボーリング調査等に関する事項について、既存データを収集、整理、評価し、既知鉱体と基盤の高まりとの関係を解明するとともに、予想される鉱体の広がりについて考察した。

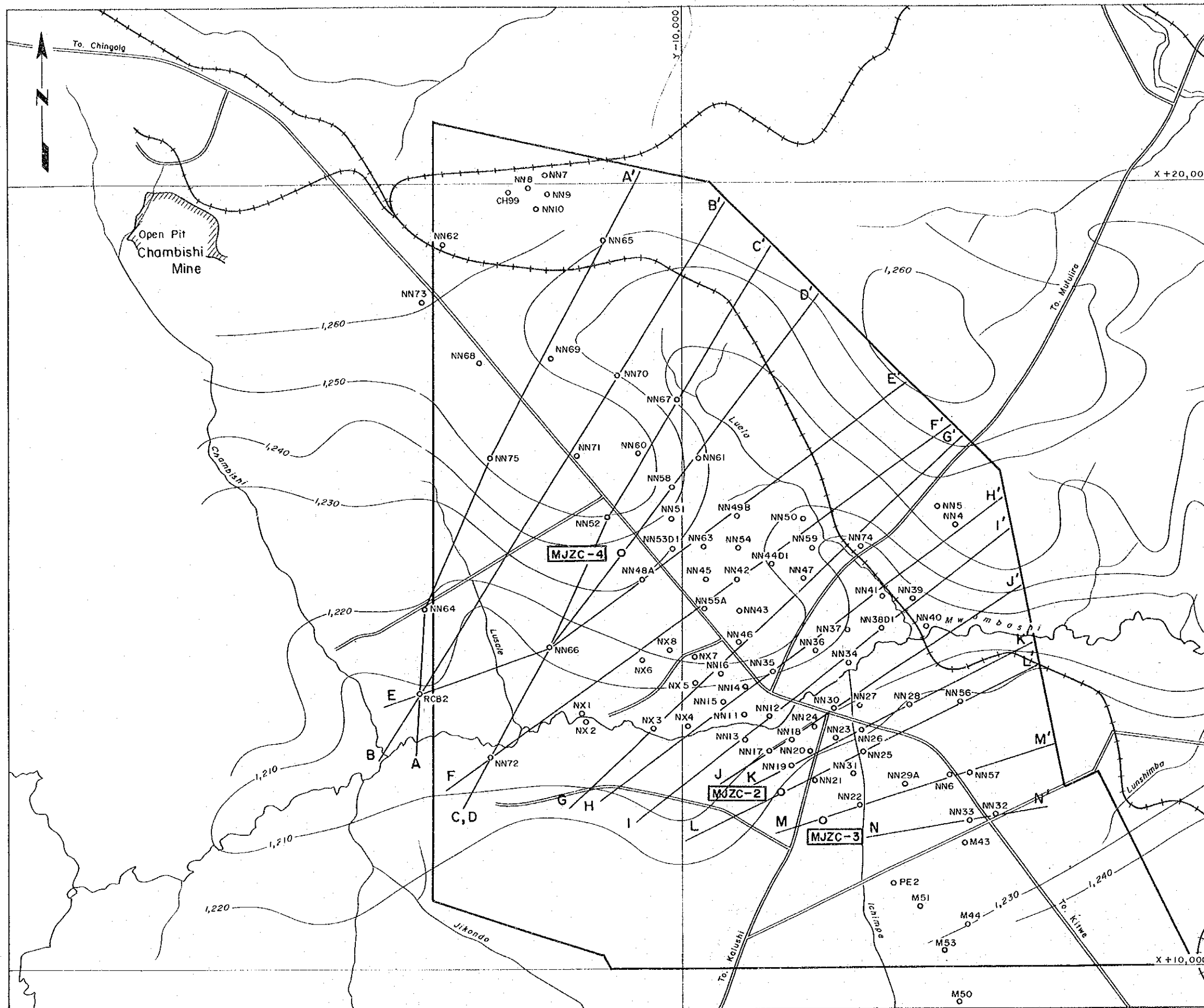
なお、既存データの取り扱いについては、ZCCM 担当者と随時連絡を取り、必要に応じて協議を行いつつ実施した。コンパイル結果は巻末資料とした。

1-2-4 調査団の編成

(1) 平成5年度資源開発協力基礎調査事前調査・協定折衝

1) 日本側

野口 晏男	団長	金属鉱業事業団理事
辻本 崇史	総括	金属鉱業事業団海外部計画課課長代理
五十嵐吉昭	調整	金属鉱業事業団海外部計画課
江戸 清	開発調査	国際協力事業団資源開発調査課
増田 信行	鉱業事情	金属鉱業事業団ナイロビ調査員



LEGEND

- Drilling Hole
- ~~~~~ Topographic Elevation Contour in Metre
- A—A' Section Line
- Survey Area

0 1 2 km

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

Table 1-1 Drilling Machine and Equipment Used

<u>Drilling Machine Model "L-44"</u>			2 set
Specifications:			
Capacity			1,500m(BQ-WL)
Dimensions L x W x H			2,375mmx1,500mmx1,750mm
Hoisting capacity			4,500kg
Spindle speed			Forward 50~900rpm
Engine Model "DEUTS"			6 cylinder-624
<u>Drilling Machine Model "Rock Joint"</u>			1 set
Specifications:			
Capacity			200m(percussion drilling)
Dimensions L x W x H			8m x 1.75m x 2.6m
Hoisting capacity			5,000kg
Spindle speed			3rpm
Engine Model "DEUTS"			4 cylinder
<u>Drilling Pump Model "BEANROYL-35"</u>			2 set
Specifications:			
Piston diameter			40mm
Stroke			70mm
Capacity			discharge capacity 210ℓ/min.
Dimensions L x W x H			2,500mm x 1,200mm x 1,500mm
Engine Model "HATS"			12.5ps/800rpm
<u>Wire line Hoist</u>			2 set
Specifications:			
Rope capacity			1,000m
Hoisting speed			8~105m/min
Engine Model "HATS"			12.5ps/800rpm
<u>Generator Model</u>			2 set
Specifications:			
Capacity			2.8KW 50Hz 220V
<u>Water supply pump model "HONDA"</u>			2 set
Specifications:			
Capacity			discharge capacity 50ℓ/min
Dimensions L x W x H			500x450x450mm
Engine Model "HONDA"			4.5ps/2000rpm
<u>Derrick</u>			1 set
Specifications:			1 set
Height			(skid) 12m-pull (truck mounted) 9m-pull
Max load capacity			10,000kg 8,000kg
<u>Tractor Model "188ps M.F."</u>			3 set
Specifications:			
Water tanker			2 set
Capacity			1,000ℓ
<u>Drilling tools</u>			
Drilling rod	NQ-WL	3.0m	546 pcs
	BQ-WL	3.0m	666 pcs
Casing pipe	HW	6.0m	10 pcs
	NW	6.0m	136 pcs
	BX	3.0m	546 pcs

Table 1-2 Drilling Meterage of Diamond Bit Used

Item	Size	Bit No.	Drilling Meterage by Unit: Meter			Total(m)	
			MJZC-2	MJZC-3	MJZC-4		
Diamond bit	NQ-WL	A317/34	276.41			276.41	
		HL11A1120	150.90			150.90	
		HL6A317/38	89.00			89.00	
		HL11A1120/2	39.96			39.96	
		3Q31605	81.73			81.73	
		3Q31611	19.00			19.00	
		16683/9		65.00		65.00	
		30151/5		284.00		284.00	
		30157/5		17.00		17.00	
		31607		66.00		66.00	
		40/60			136.00	136.00	
		16683/6			17.00	17.00	
		TPSI			100.00	100.00	
		16683/1/2			89.00	89.00	
		303/6/5			78.00	78.00	
			657.00	432.00	420.00	1509.00	
			Total	Drilling length/bit (1509.00m/15 pcs)			100.60
		BQ-WL	33601		106.00		106.00
			3033513		69.00		69.00
			29217/5HL6		1.00		1.00
			19575/38		80.00		80.00
			29217/5		34.00		34.00
			29217/6		48.84		48.84
			24844/1			7.00	7.00
			14989/29			56.00	56.00
			Huddy BL			106.00	106.00
			29217/7			36.00	36.00
			91131			213.00	213.00
			958016			19.33	19.33
			958017			52.77	52.77
	HL624024/7				45.00	45.00	
	125024				50.50	50.50	
	19549/60			18.70	18.70		
		0	338.84	604.30	943.14		
		Total	Drilling length/bit (943.14m/16 pcs)			58.95	
	Grand Total		657.00	770.84	1024.30	2452.14	

Table 1-3 Consumables Used

Description	Specifications	Unit	Quantity			
			MJZC-2	MJZC-3	MJZC-4	Total
Light oil		ℓ	4,050	5,700	7,050	16,800
Hydraulic oil		ℓ	120	120	205	445
Engine oil		ℓ	120	170	135	425
Gear oil		ℓ	50	60	60	170
Grease		ℓ	50	38	250	338
Drillprop		ℓ	85	100	185	370
Rod grease		kg	90	110	180	380
Cutting oil		ℓ	210	360	440	1,010
Cement	50kg/sx	kg	200	450	500	1,150
Percussion bit	200mm	pc	1			1
Tricone bit	165mm	pc		1	1	2
Tricone bit	150mm	pc	1	1	1	3
Tricone bit	130mm	pc		1	1	2
Diamond bit	NQ	pc	11	4	4	19
Diamond bit	BQ	pc		4	8	12
Diamond reamer	NQ	pc		1	2	3
Core barrel Ass'y	NQ-WL	set	1	1	1	3
Core barrel Ass'y	BQ-WL	set	2	2	2	6
Inner tube Ass'y	NQ-WL	set	1	1	1	3
Inner tube Ass'y	BQ-WL	set	2	2	2	6
Inner tube	NQ-WL	pc	1	1	1	3
Inner tube	BQ-WL	pc	1	1	1	3
Locking coupling	NQ-WL	pc	2	2	2	6
Locking coupling	BQ-WL	pc	2	2	2	6
Adapter coupling	NQ-WL	pc	2	2	2	6
Adapter coupling	BQ-WL	pc	2	2	2	6
Landing ring	NQ-WL	pc	3	3	3	9
Landing ring	BQ-WL	pc	3	3	3	9
Core lifter case	NQ-WL	pc	5	5	5	15
Core lifter case	BQ-WL	pc	3	3	4	10
Core lifter	NQ-WL	pc	5	5	5	15
Core lifter	BQ-WL	pc	5	5	5	15
Stop ring	NQ-WL	pc	2	2	2	6
Stop ring	BQ-WL	pc	2	2	2	6
Thrust ball bearing	NQ-WL	pc	1	1	1	3
Thrust ball bearing	BQ-WL	pc	1	1	1	3
Hanger bearing	NQ-WL	pc	1	1	1	3
Innertube stabilizer	NQ-WL	pc	2	2	2	6
Innertube stabilizer	BQ-WL	pc	2	2	2	6
Hoisting wire rope	21mm x 35m	roll	1	1	1	3
Wire line rope	6mm x 1000m	roll	1	1	1	3
Waste		kg	10	10	10	30

Table 1-4 Working Time Analysis of the Drilling Operation

Hole No.	Drilling			Shift			Working man						Working Time					
	Bit size	Drilling length (m)	Core length (m)	Drilling (shift)	Total (shift)	Engineer (man)	Worker (man)	Drilling (h)	Other working (h)	Recovering (h)	Total (h)	Reassembly (h)	Dismantlement (h)	Road construction and Transportation (h)	G. Total (h)			
MJZC-2	200mm	35.00	N/C	1.0	2.0	2.0	8.0	4°	1°	0°	5°	10°	-	1°	16°			
	150mm	118.00	N/C	1.6	1.6	1.6	6.6	14°	5°	1°	20°	-	4°	24°				
	NQ	657.00	652.02	34.4	50.4	60.4	165.4	180°	232°	68°	480°	98°	48°	676°				
Total	810.00	652.02	37.0	54.0	64.0	180.0	198°	238°	69°	505°	106°	52°	53°	716°				
MJZC-3	165mm	4.00	N/C	0.1	9.1	11.0	52.0	2.5°	1°	-	3.5°	40°	-	1°	44.5°			
	150mm	86.00	N/C	3.9	3.9	5.0	12.0	55°	16°	-	71°	-	-	71°				
	130mm	12.00	N/C	4.0	4.0	6.0	16.0	7.5°	2°	1°	10.5°	-	-	10.5°				
	NQ	432.00	413.30	29.0	29.0	47.0	120.0	210°	86°	34°	330°	-	-	342°				
BQ	271.84	266.32	31.0	36.0	57.0	158.0	173°	88°	55°	322°	-	48°	164°	534°				
Total	805.84	679.62	68.0	82.0	126.0	358.0	454°	193°	90°	737°	40°	48°	177°	1,002°				
MJZC-4	165mm	7.00	N/C	0.1	9.1	20.0	49.0	4°	1°	-	5°	40°	-	2°	47°			
	150mm	65.00	N/C	1.9	1.9	2.0	4.0	37°	8°	-	45°	-	-	45°				
	130mm	12.00	N/C	3.0	3.0	4.0	12.0	7°	1°	2°	10°	-	-	10°				
	NQ	420.04	406.44	24.0	24.0	37.0	96.0	233°	26°	18°	277°	-	-	283°				
BQ	546.96	538.93	69.0	85.0	143.0	371.0	281°	234°	396°	911°	-	36°	129°	1,076°				
Total	1,051.00	945.37	98.0	123.0	206.0	532.0	562°	270°	416°	1,248°	40°	36°	137°	1,461°				
Grand Total	2,666.84	2,277.01	203.0	259.0	396.0	1,070.0	1,214°	701°	575°	2,490°	186°	136°	367°	3,179°				

2) ザンビア共和国側

E. Shamutete President, ZCCM
E. M. Koloko Director, ZCCM
J. M. D. Patterson Technical Director, ZCCM Technical Directorate
R. J. H. Naish Consulting Geologist, ZCCM Technical Directorate
A. C. Kaunda Project Manager, ZCCM Technical Services
S. M. Searstone Project Geologist, ZCCM Technical Directorate

(2) 平成5年度資源開発協力基礎調査

1) 日本側調査団

菅原 正明 団長 日鉱探開株式会社地質部主席技師長

2) 現地指導監督

辻本 崇史 金属鉱業事業団海外部計画課課長代理

3) ザンビア共和国側調査団

J. M. D. Patterson Technical Director, ZCCM Technical Directorate
R. J. H. Naish Consulting Geologist, ZCCM Technical Directorate
A. C. Kaunda Project Manager, ZCCM Technical Services
F. A. Siddiqui Head of Geological Services, ZCCM Technical Services
W. J. Silondwa Senior Geologist, ZCCM Nkana Division

1-2-5 調査期間

(1) 平成5年度資源開発協力基礎調査事前調査・協定折衝

自 平成5年6月21日

至 平成5年7月 4日

(2) 平成5年度資源開発協力基礎調査

自 平成5年11月10日

至 平成6年 2月28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、チャンビン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 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。

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°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(mm)	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

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	22.0
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 調査地域及びその周辺の地質・鉱床

3-1 調査地域周辺の地質・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。

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 (Katangan 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。

上記基盤岩類を著しい不整合で 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。銅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。

ザンビア銅ベルトには、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

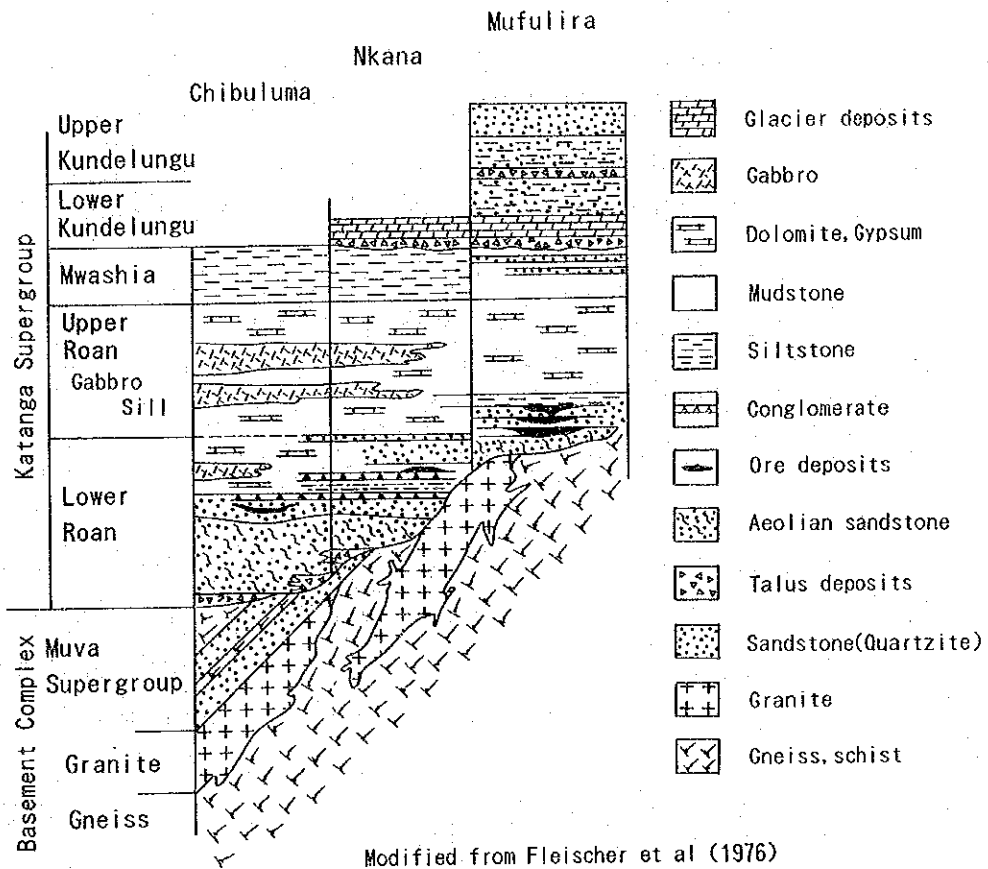


Fig.1-4 Schematic Stratigraphic Columns of the Zambian Copperbelt

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の2者がある。

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。鉱床の大きさは、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(im-pure 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 (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), 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。また、Ore Shale 中の鉱床では、岩相変化と銅品位の間には一定の関係があり、泥質岩→砂岩→礫岩の順に品位が低下する。

3-2 調査地域の地質・鉱床

調査地域の地質・鉱床は、V. D. Fleischer (1983) に詳しくまとめられている。また、今回の調査でまとめられた既存データコンパイルの結果は、巻末資料 2~5 に示した。以下の記述は、Fleischer (1983) 及び Z C C M 資料を基に、今回の調査結果を加えて行ったものである。

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) とカタンガ累層群 (Katangan supergroup) よりなる。

基盤岩類は、片岩及び片麻岩からなる Lufubu Schist, これを貫く花崗岩、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 は、基盤岩類を不整合で覆い、下部より“基底礫岩”、“長石質珪岩・グリット”、“中間礫岩 (Intermediate Conglomerate)”, “下盤珪岩 (Footwall Quartzite)”, “下盤礫岩 (Footwall Conglomerate)”, “Ore Shale 層準”, “上盤珪岩・泥質岩 (Hangingwall Quartzite・Argillite)”, “泥質岩・珪岩互層 (Interbedded Argillite and Quartzite)”, “上部珪岩 (Upper Quartzite)” 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パイオハームであると考えられている。

Upper Roan Group は、下部より“泥質岩・ドロマイト・珪岩互層 (Interbedded Argillite, Dolomite and Quartzite)”, “チャート質ドロマイト (Cherty Dolomite)”, “硬石膏を伴うアレナイト・泥質岩・ドロマイト”, “構造角礫を伴う泥質岩・ドロマイト互層 (Interbedded Argillite and Dolomite with Tectono-breccias) 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 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)、随伴鉱物は緑レン石、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ン盆状構造 (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。












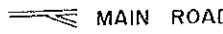

同盆状構造内では、カフェ背斜を構成する基盤岩類が大局的には北東側から南西側に傾斜するが、部分的には基盤は起伏に富んでおり、調査地域の中央部 (チンゴラーキトウェ幹線道路とムフリラ道路との交差点付近) と北西部に基盤の盛り上がり部が存在する。これらの基盤盛り上がり部に挟まれた部分には、NW-SE 方向に伸びる局所的な盆状構造が形成されている。また、中央部の基盤盛り上がり部の東側には N-S 方向に伸びるトラフ状構造が存在する (Fig. 1-7, 1-10)。

“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ェ背



LEGEND

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

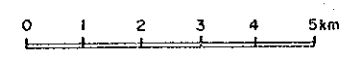


Fig.1-5 Geological Map of the Chambishi Southeast Area

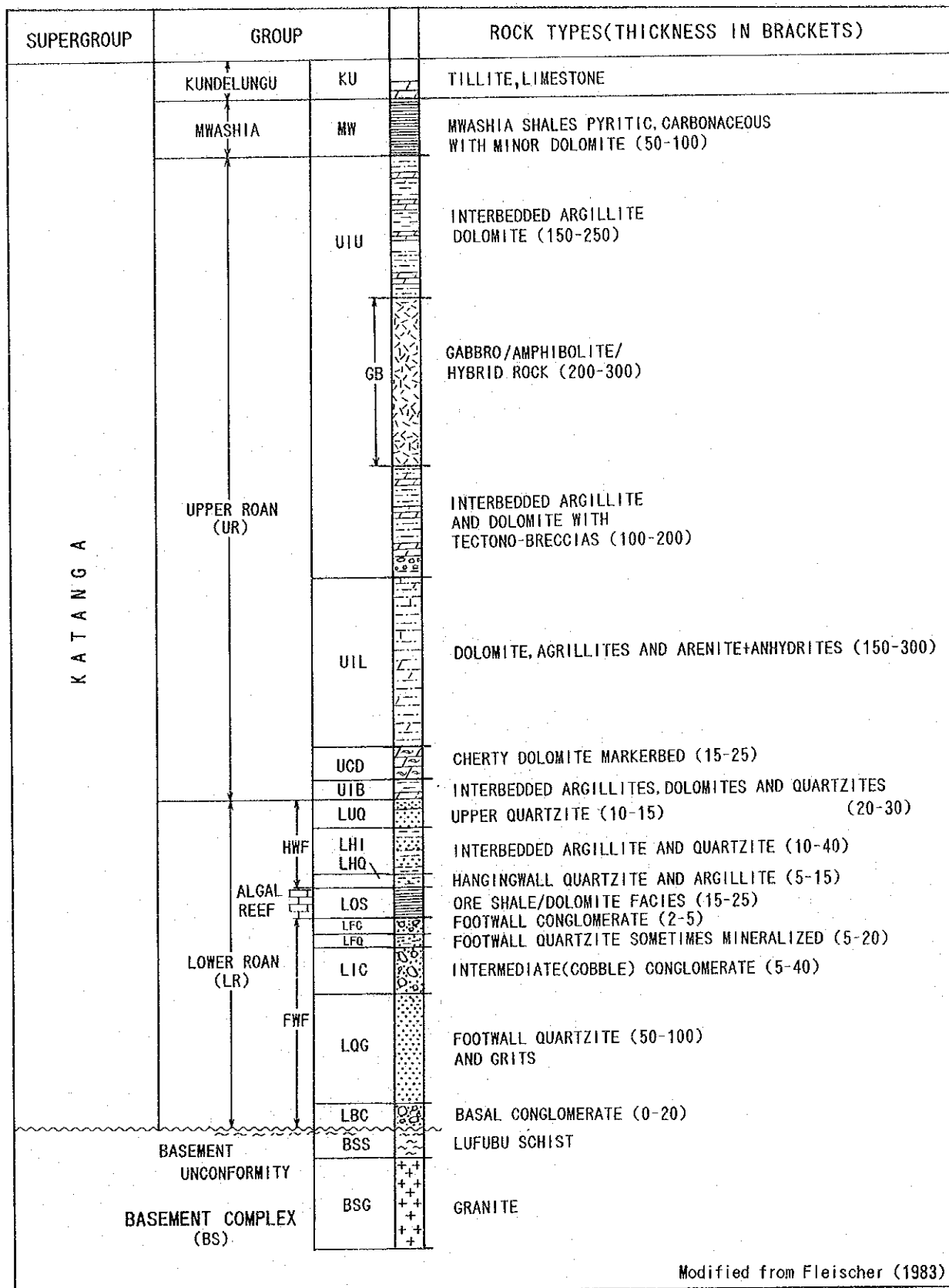


Fig.1-6 Generalized Stratigraphic Section through Chambishi Southeast

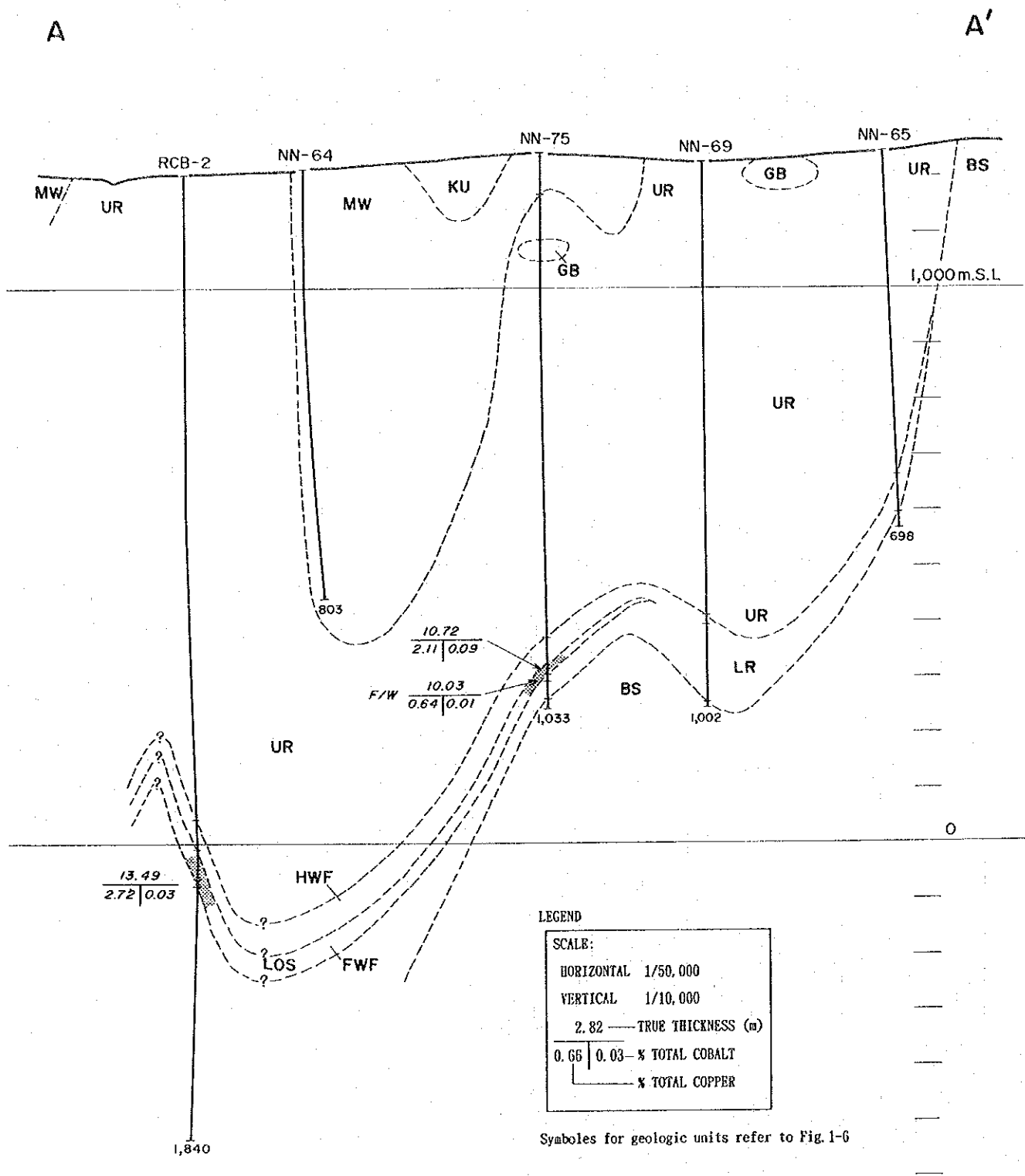


Fig. 1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (1)

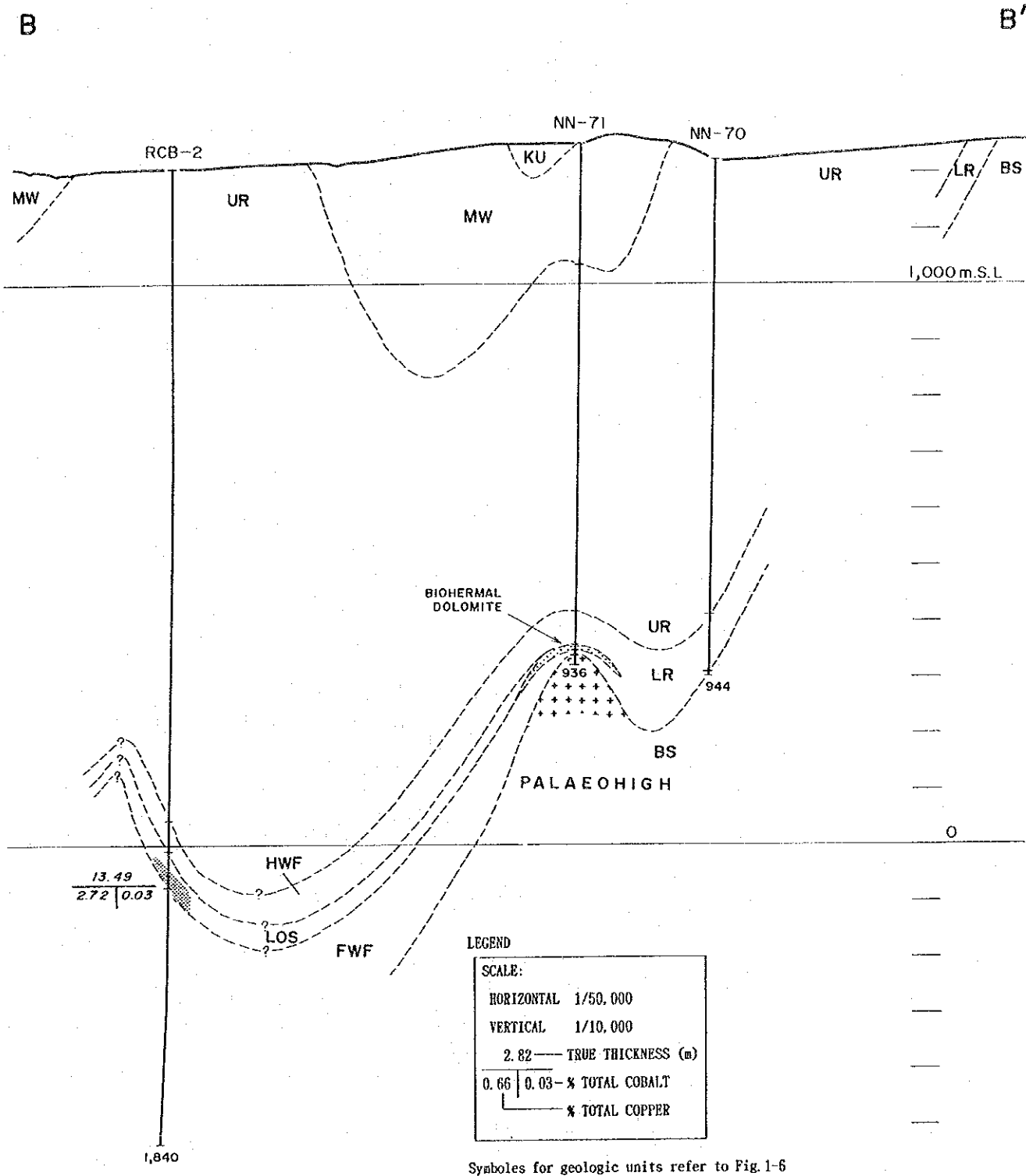
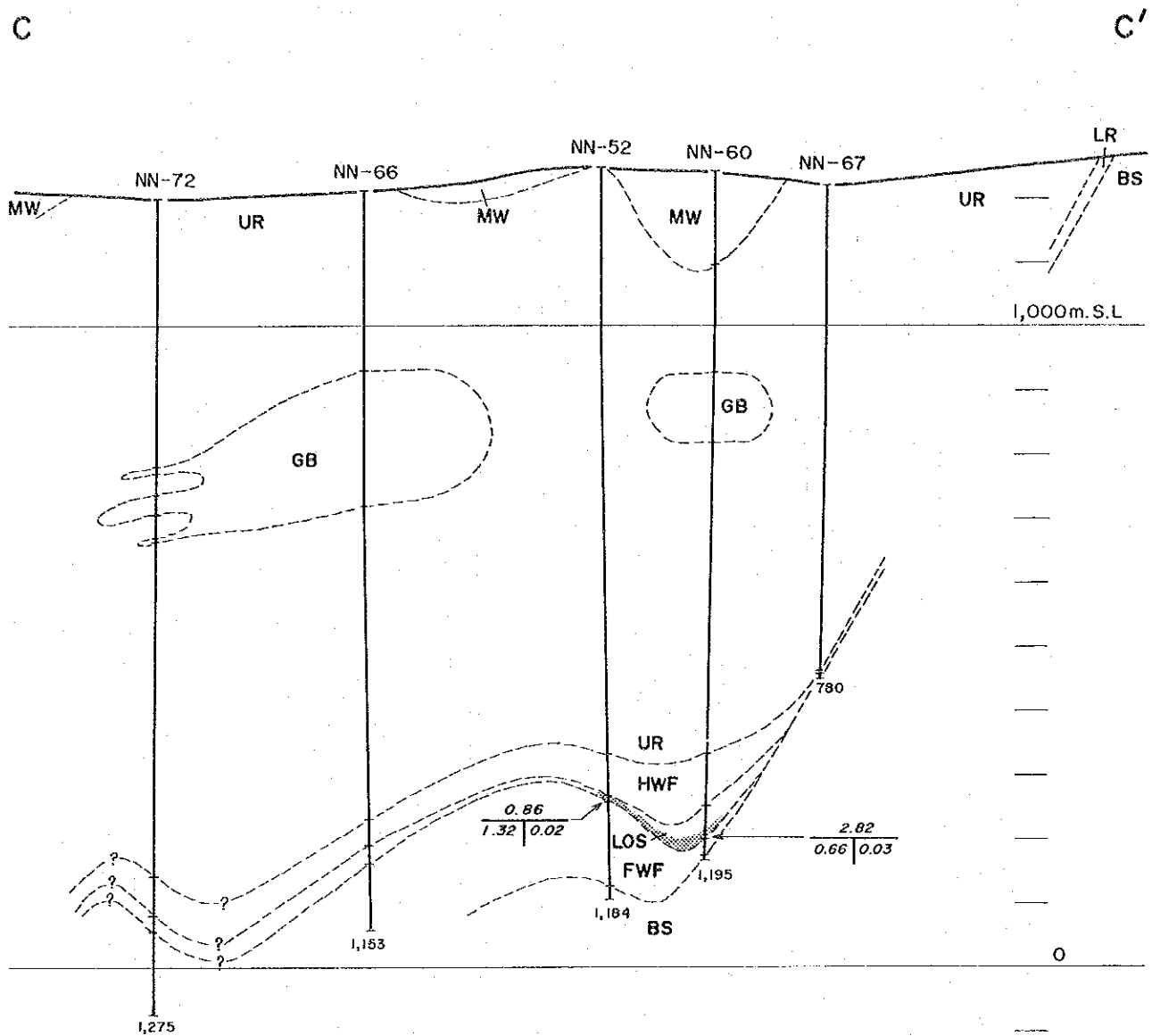
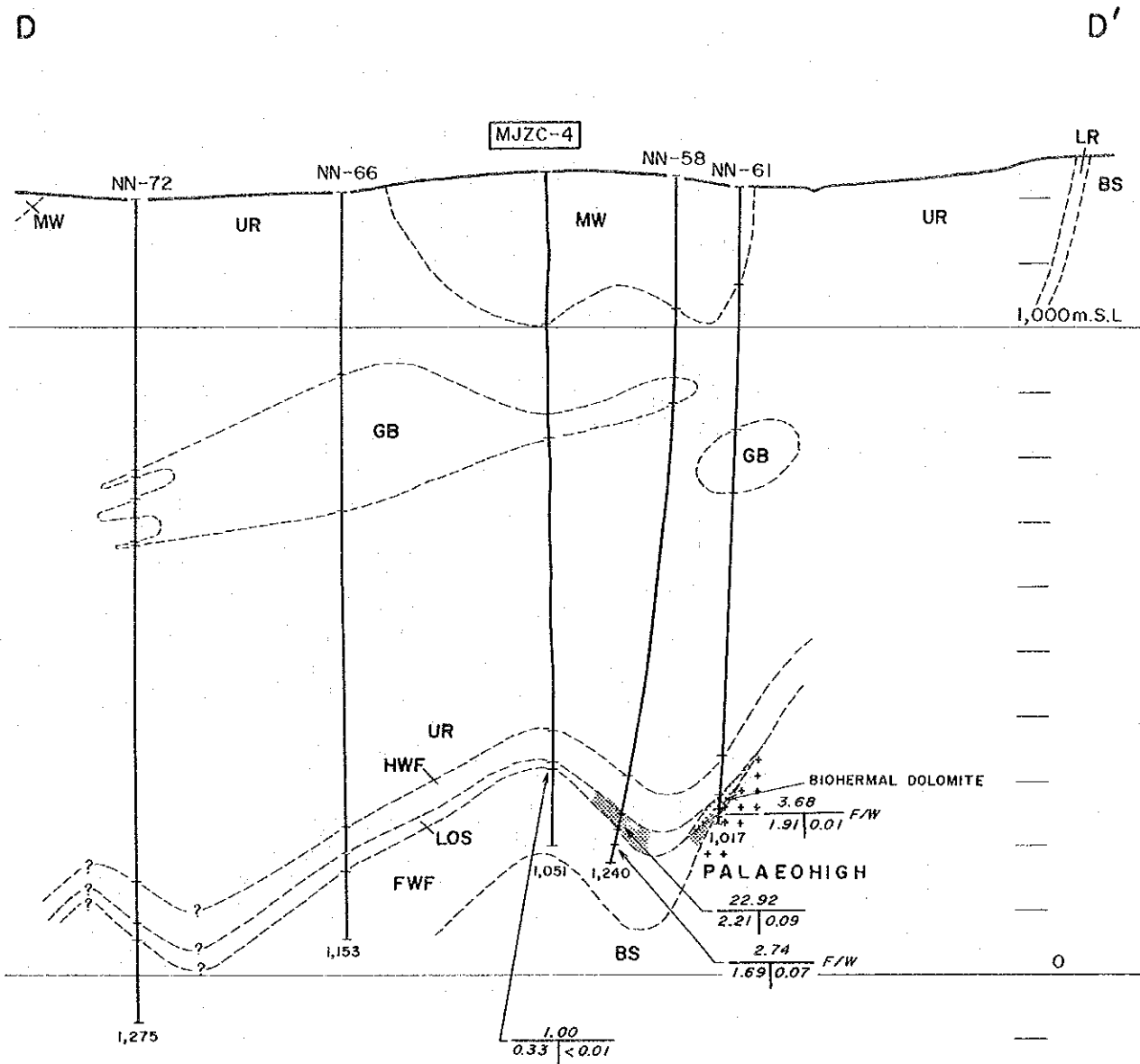


Fig.1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (2)



SYMBOLS FOR GEOLOGIC UNITS REFER TO FIG. 1-6

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

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

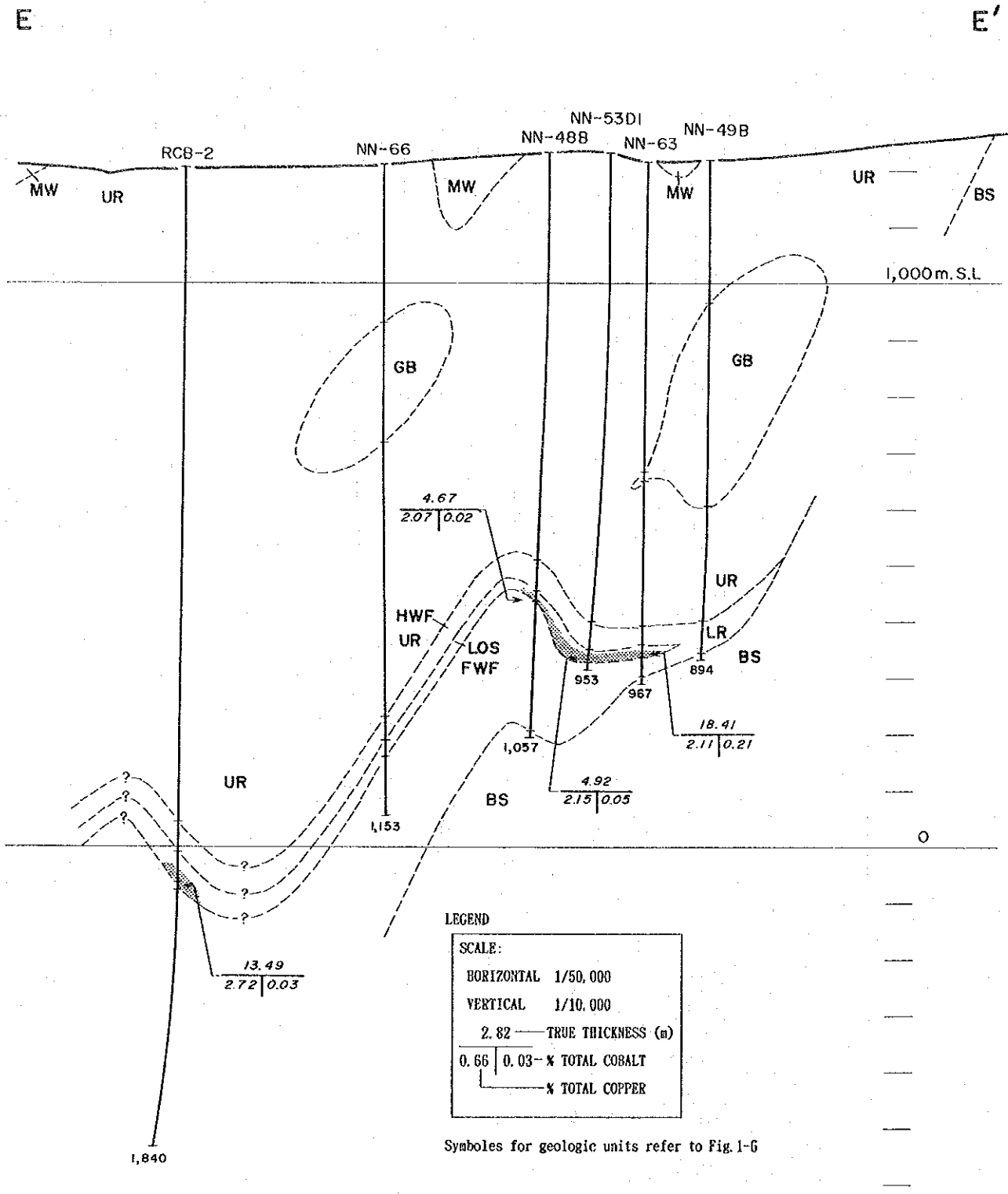
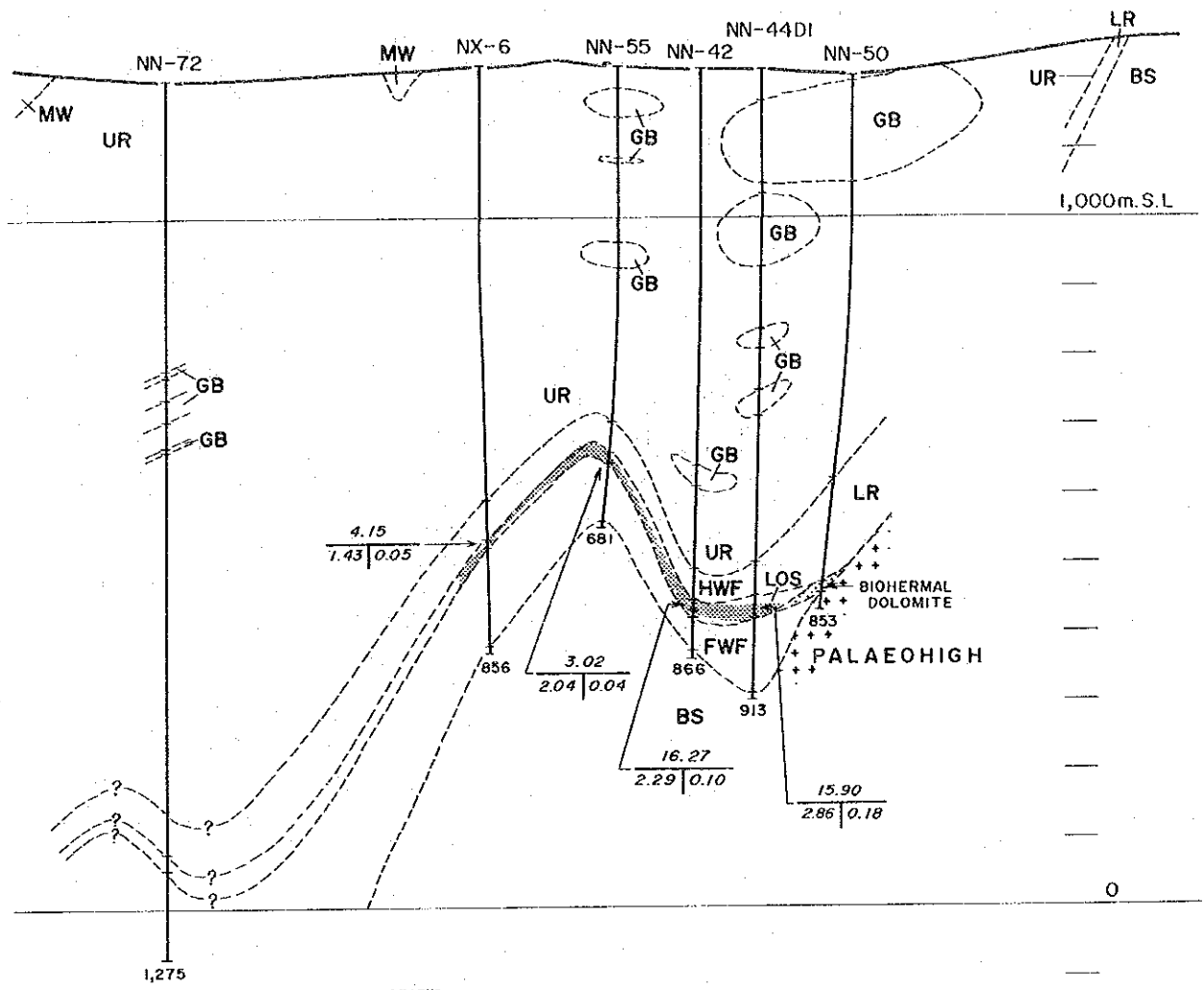


Fig.1-7 Geological Profiles of the Chambishi Southeast Area (5)

F

F'

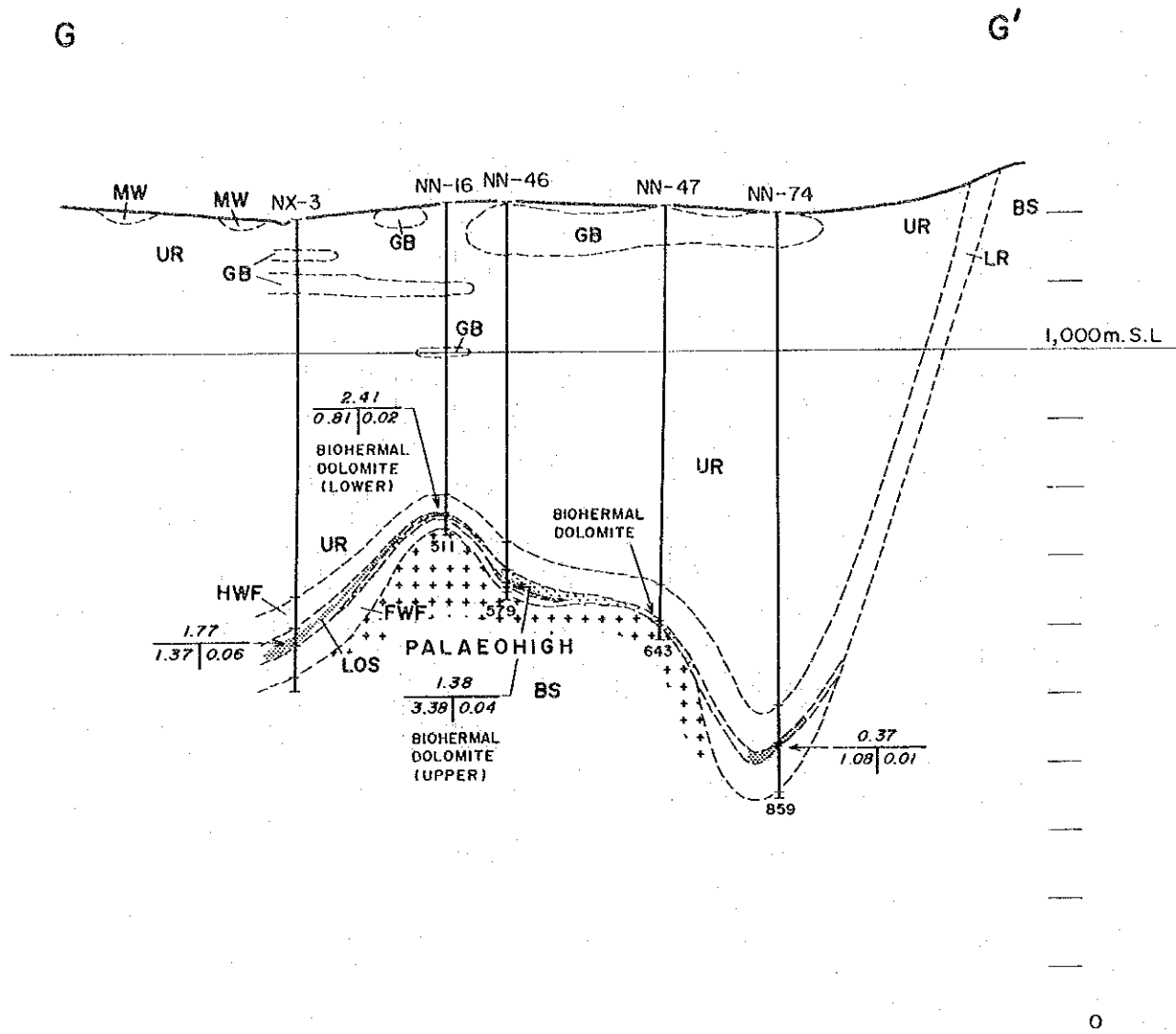


LEGEND

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

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

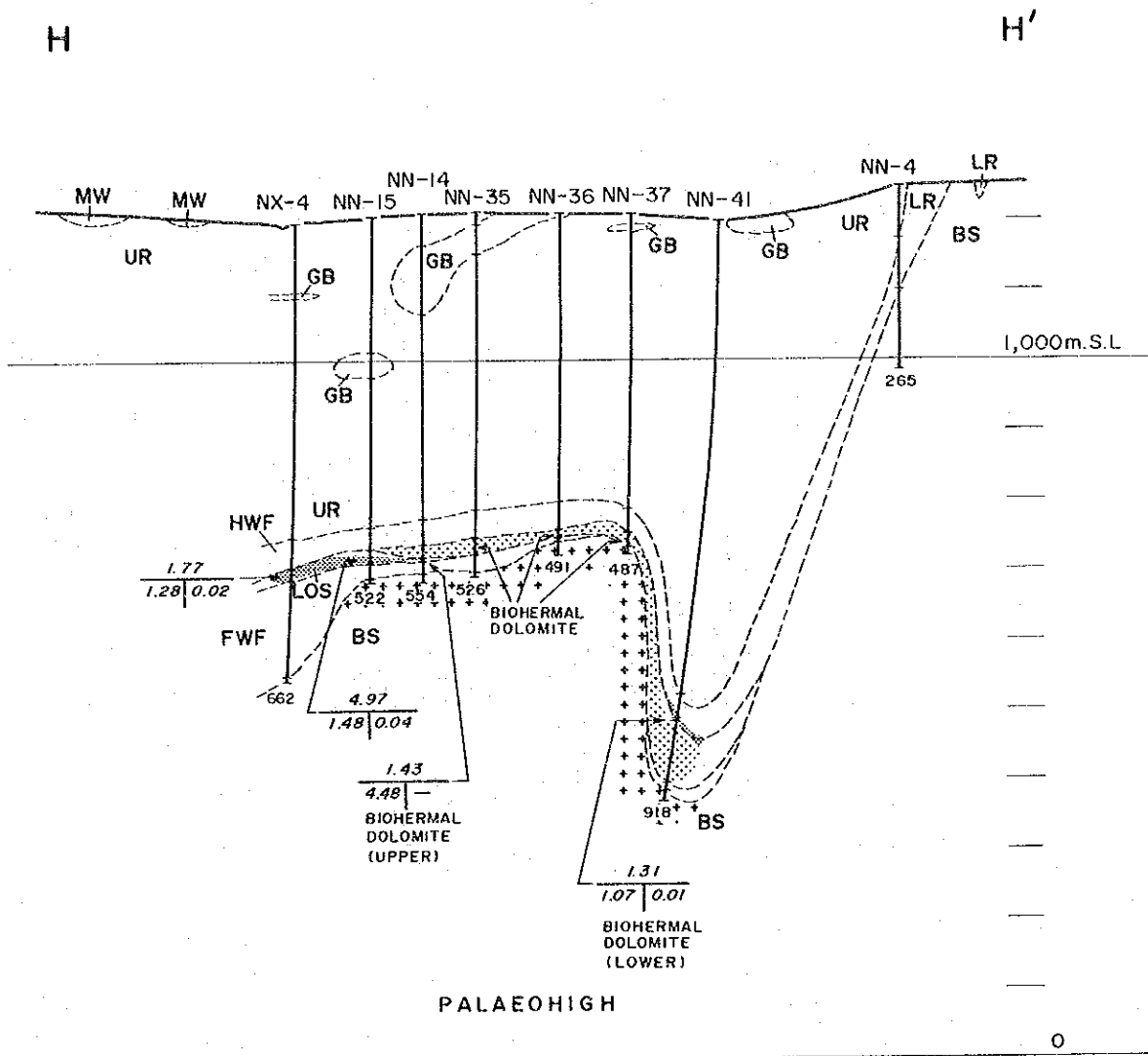


LEGEND

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

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

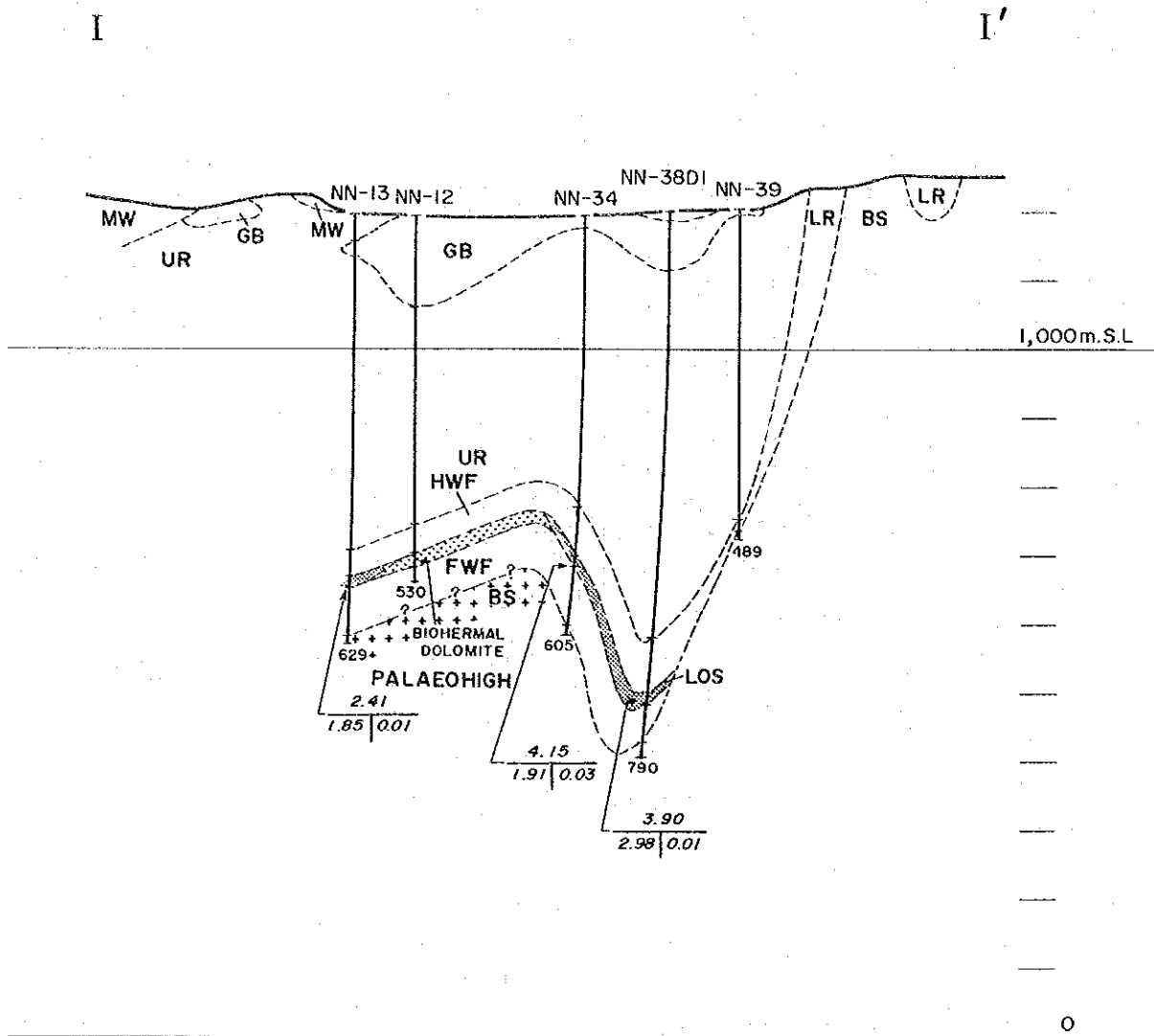


LEGEND

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

Symbols for geologic units refer to Fig. 1-6

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

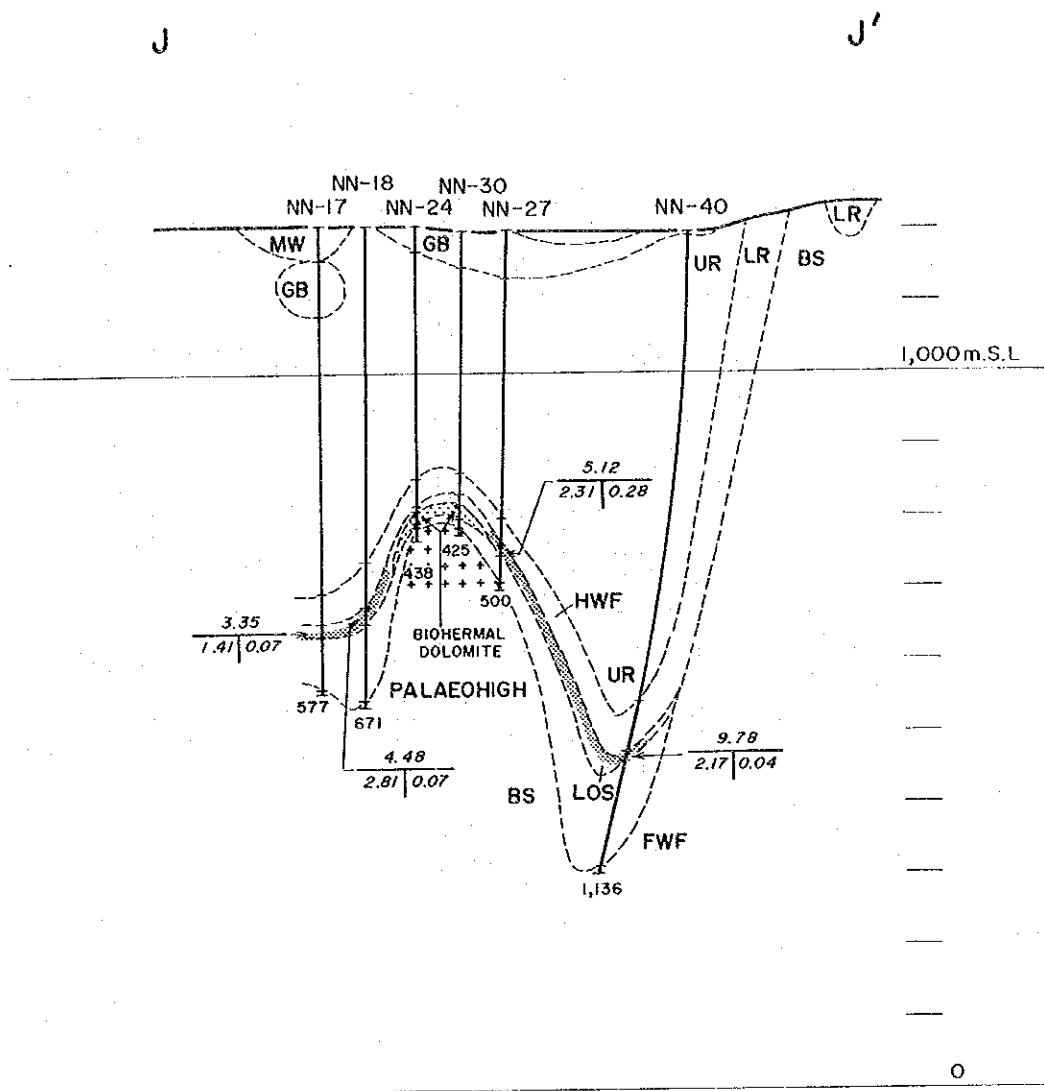


LEGEND

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

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

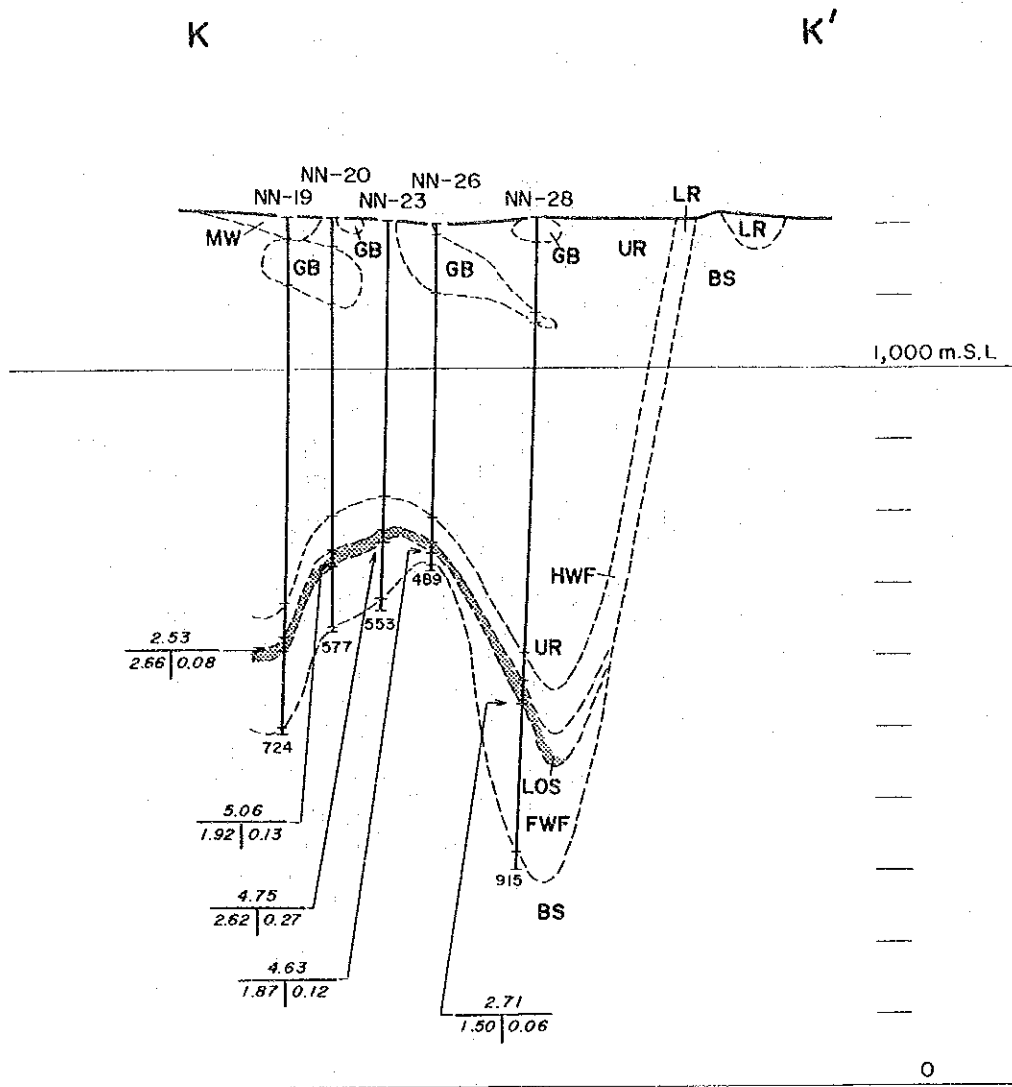


LEGEND

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

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

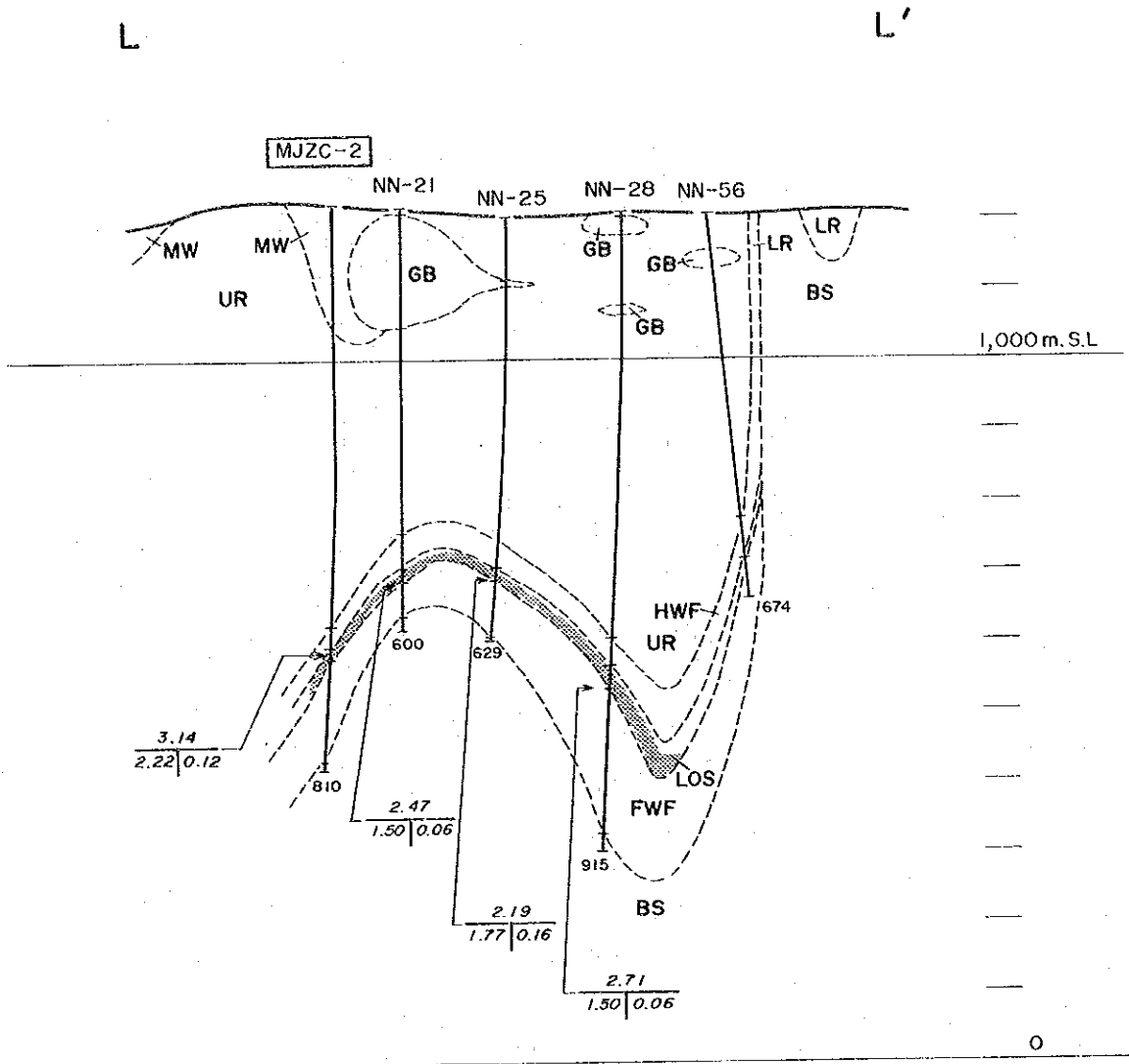


LEGEND

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

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



LEGEND

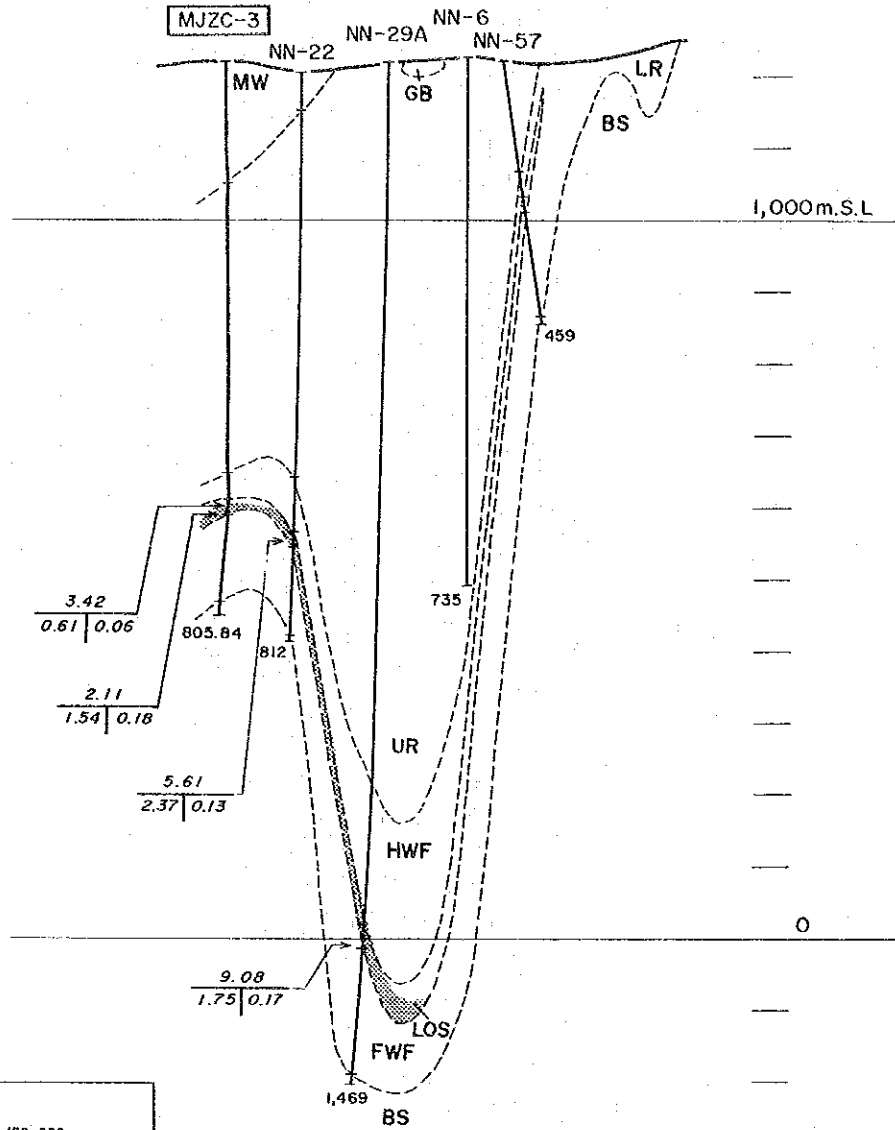
SCALE:	
HORIZONTAL 1/50,000	
VERTICAL 1/10,000	
2.82 — TRUE THICKNESS (m)	
0.66	0.03 — % TOTAL COBALT
— % TOTAL COPPER	

Syboles for geologic units refer to Fig.1-6

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

M

M'

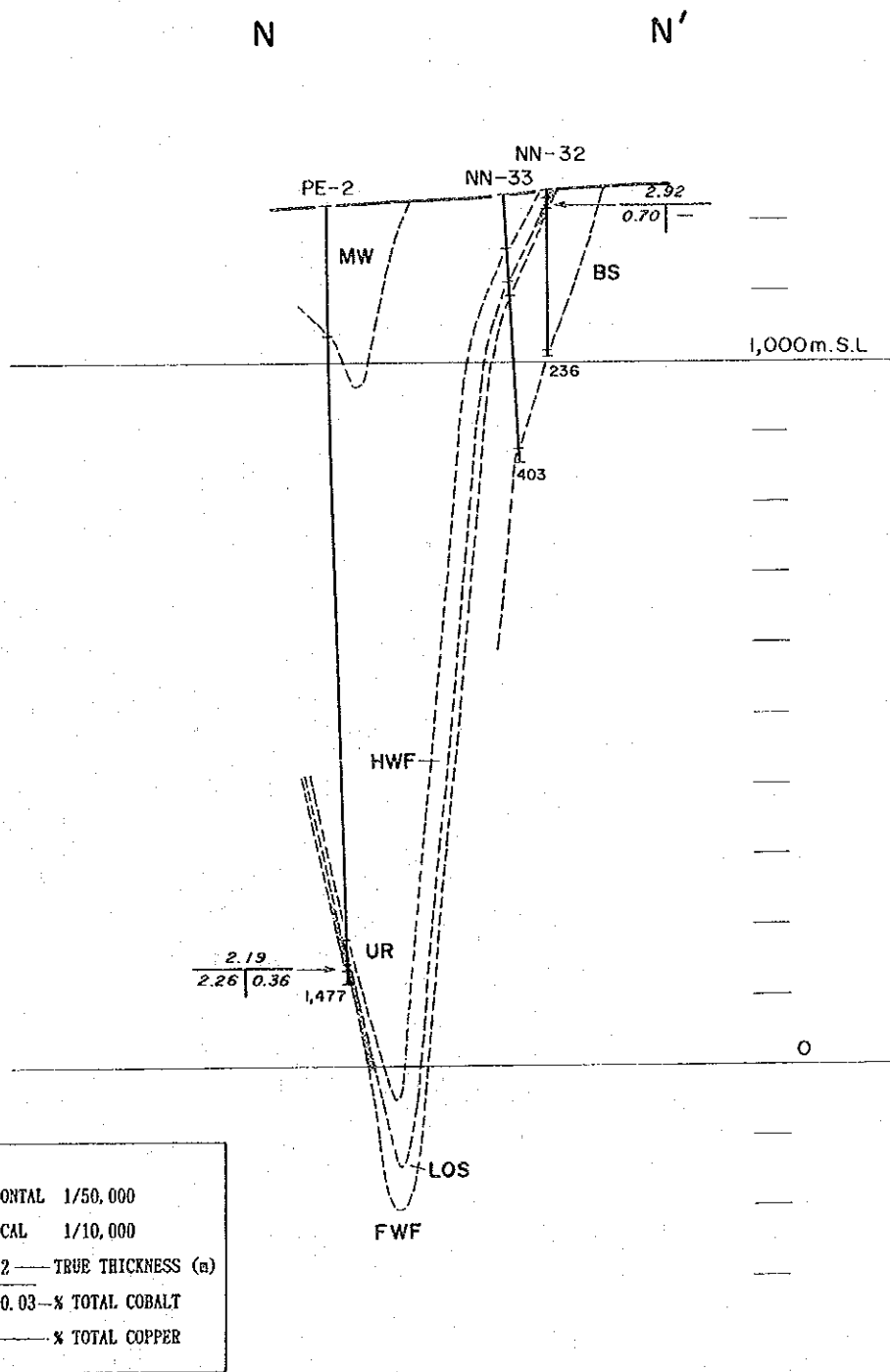


LEGEND

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

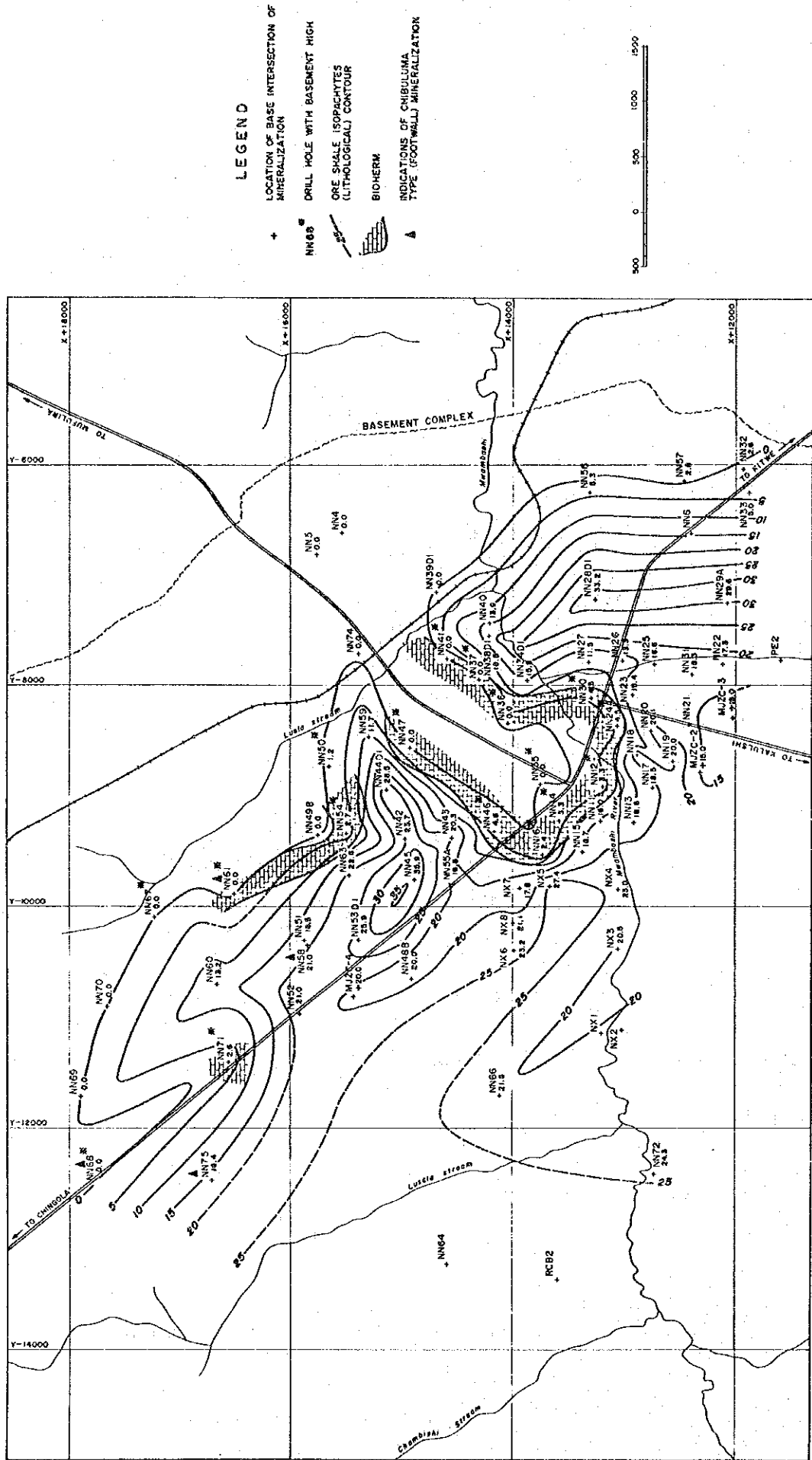
Symbols for geologic units refer to Fig.1-6

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



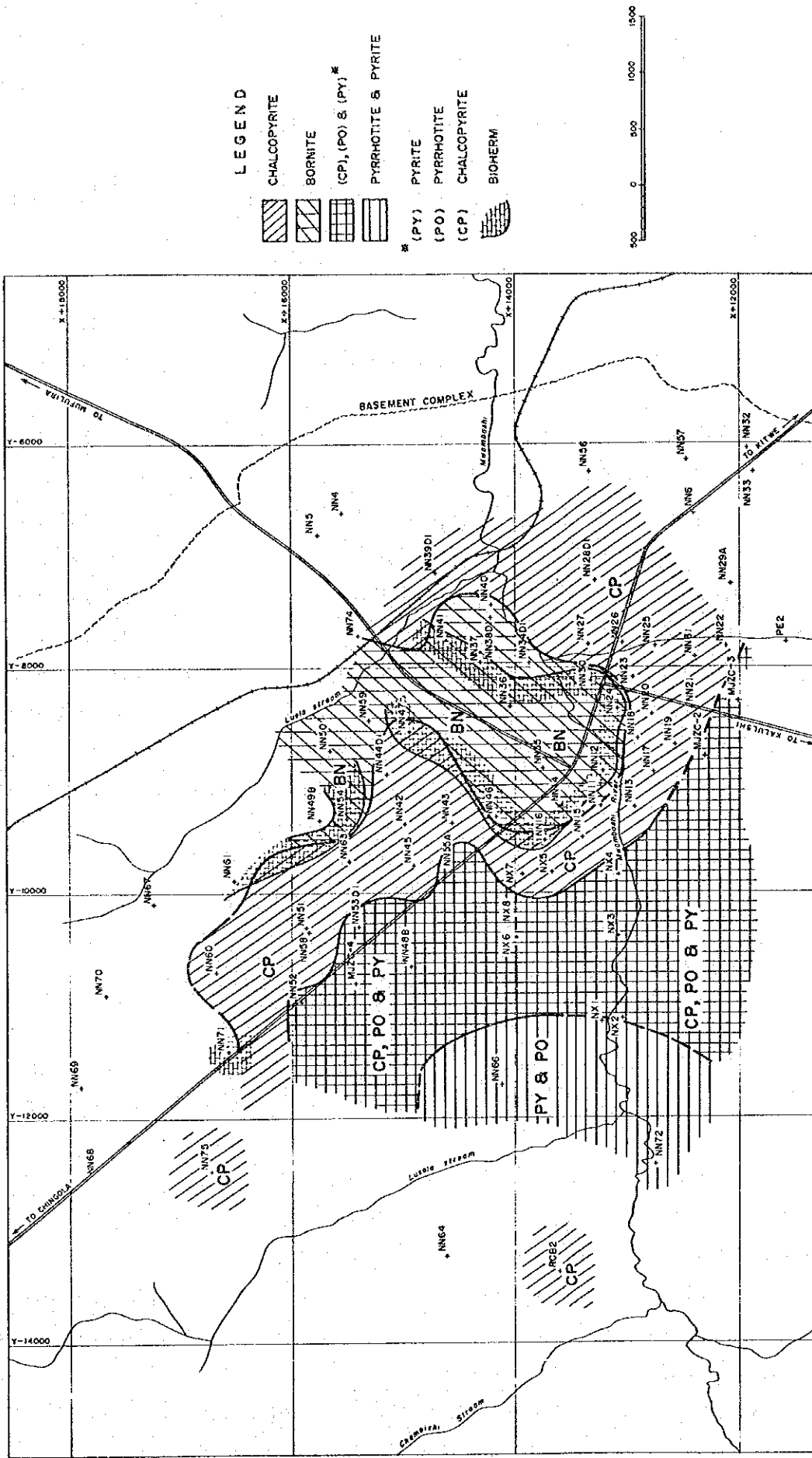
Symbols for geologic units refer to Fig.1-6

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



Modified from Fleischer (1963)

Fig. 1-8 Ore Shale Isopach Map



Modified from Fleischer (1983)

Fig.1-9 Sulphide Mineral Zoning

斜翼部やチャンピ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部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 (巻末資料参照)、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タイプである。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個 (Northern Area Shoot)、南東翼部に2個 (Southern Area Shoot-I, II) 存在し、さらに調査地域西部に2本の高品位着鉱試錐 (NN-75, RCB-2) が存在する (Fig.1-3)。各鉱床は、“Ore Shale 層準”中に胚胎して層状を示し、褶曲しているが、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 (巻末資料-4)。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トランダイトからなる。微量の初生鉱物として、コバルト黄鉄鉱、硫コバルト鉱、cattierite を産する。Cu の多くは黄銅鉱として産するが、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、コバルトペントランダイトもかなり産する。

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.1-9)。

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、母岩中への鉍染、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。鉍石中には、液状化現象 (liquefaction) による碎屑岩脈やコンボルト葉理が認められ、碎屑岩脈中には黄銅鉍斑状体が存在する (NN-13 試錐)。鉍体中には、硫化鉍物のほか、ドロマイト、硬石膏、石英及び長石の鉍脈が存在する。

上記の主要鉍化作用のほかに、Lower Roan Group の Hangingwall Formation 中の“泥質岩・珪岩互層”中に認められる黄銅鉍・黄鉄鉍鉍染、Upper Roan Group の“チャート質ドロマイト”基底部に認められた輝水鉛鉍 (NN-30 試錐)、“チャート質ドロマイト”中に認められる層理に平行に伸長した微斑状黄銅鉍の鉍染、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鉍-黄鉄鉍-雲母-ドロマイト-石英 網状脈ないし黄銅鉍鉍染、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鉍及び頁岩中の黄鉄鉍ブーディンないし強鉍染、Kundelungu Group 中における堆積岩岩片の縁を構成する黄鉄鉍・磁硫鉄鉍及び磁硫鉄鉍のとぎれた薄層ないし鉍染が、それぞれ存在する。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制について

ザンビア銅ベルトの鉍床群は Fig. 1-2 にみられるように Kafue 背斜西翼沿いと Mufurlira 向斜沿いの2つの NW-SE 方向の線上に乗っている。チャンビン南東地域の鉍化帯は Kafue 背斜西翼沿いに分布する鉍床群に属する。この2つの線上の鉍床群は、さらにザイル側へ連続し、銅ベルト全体で見ると鉍床群は延々数百 Km も連続している。ザンビア側では、鉍床の大半が Lower Roan Group の Ore Formation 中に胚胎し、明瞭に層準規制を受けている。前述した鉍床群の連続方向は、Kafue 背斜軸に平行な方向すなわち母岩の地層の走向方向であり、鉍化作用が行われた当時の海岸線に沿う方向である。個々の鉍床の連続性は、上記海岸線方向では数 Km~10 数 Km と長いが、それに比べ、海岸線に直角の方向 (堆積盆の中心に向かう方向) では数百 m~数 Km と短い。

チャンビン南東地域における鉍床と母岩の関係をみると、鉍床は泥質岩及びドロマイト中に胚胎し、局部的には下盤珪岩中にも鉍化が存在する。このような母岩の構成岩石から、鉍床は Footwall Formation の礫岩の堆積に始まる海進の初期の段階で海岸線近くの浅海性の海盆ないしラグーンに堆積したものと推定される。母岩の泥質岩は有機炭素を多く含み、鉍床生成の場としてよどんだ還元的环境を示唆している。また、鉍化帯中の硫化鉍物が、基盤岩分布域から離れるにつれて、すなわち当時の海岸線から離れるにつれて、斑銅鉍→黄銅鉍→黄銅鉍・磁硫鉄鉍・黄鉄鉍→黄鉄鉍・磁硫鉄鉍という帯状分布を示すこと

から、鉱物沈殿の場、すなわち当時の海底の環境が沖合に向かって徐々に還元的になっていったことが考えられている (Fleischer et al., 1976)。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。

上述したチャンピシ南東地域における鉱床堆積の場は、これまで報告されていたことであり (Fleischer, 1983)、ほかのザンビアカッパーベルトの頁岩型鉱床と全く同様である。以下には、今回の調査によって明らかになった幾つかの知見を記す。

調査地域の全体的な地質構造を把握するために今回新たに地質断面図 (Fig. 1-7) を作成し、これに基づき基盤岩類上面等深度線図を作成した (Fig. 1-10)。基盤岩類上面等深度線図はこれまでも ZCCM で幾つか作成されているが、それらと比べて今回の図面では Northern Area Shoot が分布する NW-SE 方向に伸びる基盤凹部の南西側における基盤の盛り上がりが明瞭になり、この基盤の凹部が一層閉鎖的になっている。

探鉱上は、現在の基盤の凹凸が鉱床生成当時の基盤の凹凸を必ずしも反映していないことに留意する必要がある。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 (Fig. 1-7: G-G', H-H', I-I', J-J') と、Ore Shale 埋積以降の褶曲により見かけ上基盤が上昇したもの (Fig. 1-7: E-E', F-F', K-K') の2者が存在する。古丘陵の一部は、現在の基盤の凹部や凹部の翼部に相当している (Fig. 1-7: D-D', H-H')。また、古丘陵上の鉱床層準には、鉱床を含む泥質岩とドロマイトが重なっているものがあり、鉱床の堆積開始以降にも基盤の上下運動によって海の深さが変化したことが推定される。

重力コンター図から抽出した高重力異常域及び低重力異常域、地質図から抽出したハンレイ岩分布域及び褶曲軸を Fig. 1-10 に示した。

高重力異常域のうち、チャンピシ鉱山付近のものはハンレイ岩の分布と良い一致を示し、調査域の西方及び南西部のものは背斜軸部に一致する。調査域中央部の基盤の凸部には小規模な高重力異常域群が分布するが、ここにはまた、ハンレイ岩も分布している。Northern Area Shoot の北側に存在する高重力異常域は基盤の凹部に分布している。また、高重力異常域には鉱床富鉱部は分布しておらず、Northern Area Shoot の北側境界線は、その北側に存在する高重力異常域の南側境界線と見事な一致を示している。以上の現象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 高重力異常域の分布と鉱床富鉱部の分布には何らかの関係が存在する可能性がある。

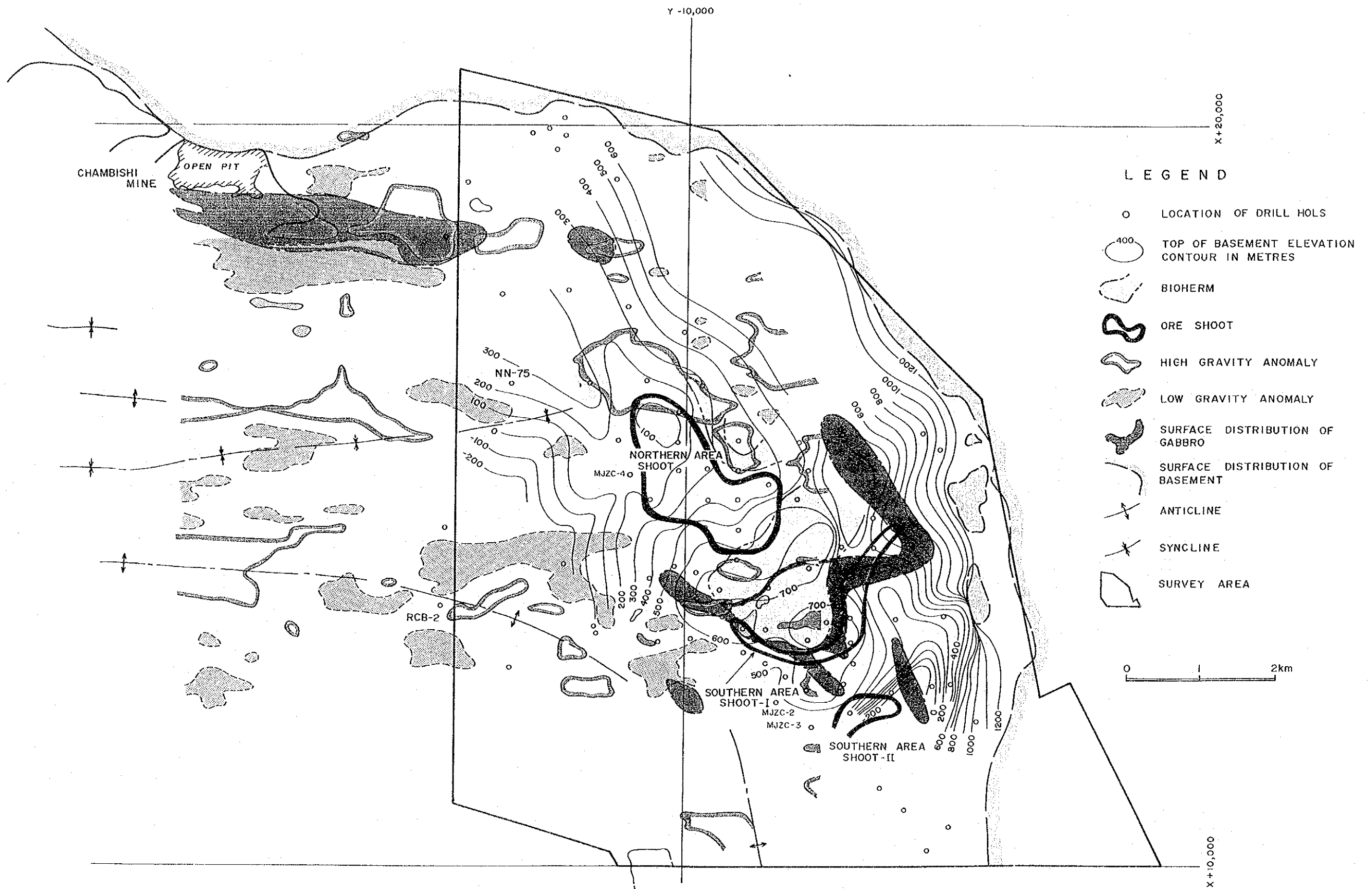


Fig.1-10 Integrated Interpretation Map

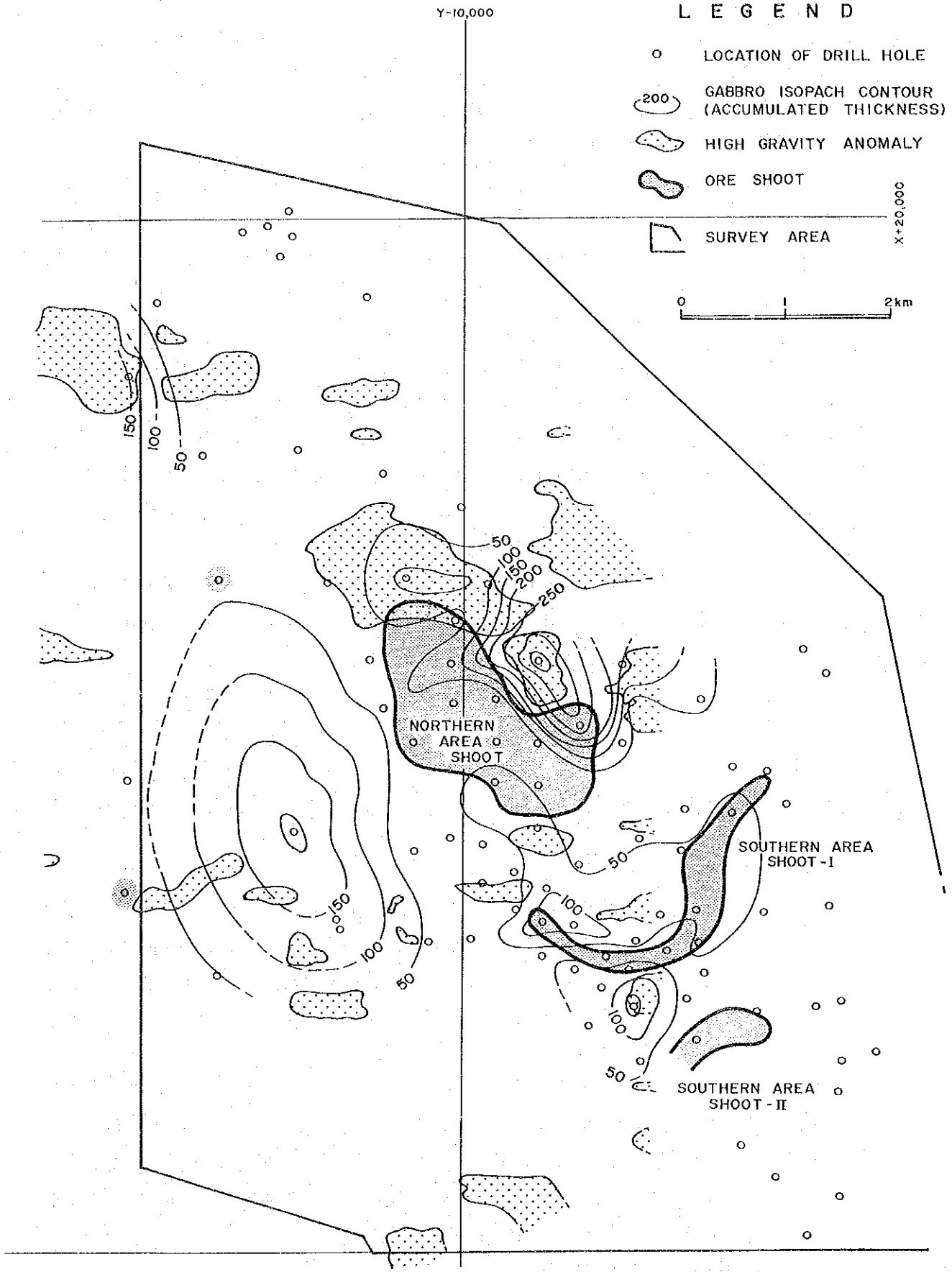


Fig.1-11 Supplementary Interpretation Map

Fig. 1-11 には、試錐により把握された地下のハンレイ岩岩体の等層厚線図（岩体が数枚ある場合は累積厚さを使用）と高重力異常域及び鉱床富鉱部の位置関係を示した。これによれば、Northern Area Shoot の北側に存在する高重力異常域はハンレイ岩の厚層部と見事に一致すること、Northern Area Shoot と Southern Area Shoot-I との間に分布する小規模高重力異常域群の一部はハンレイ岩の厚層部とは一致せず、基盤の凸部に一致していること、鉱床富鉱部は Southern Area Shoot-I の東部を除きハンレイ岩の薄層部に発達していること等が読み取れる。ハンレイ岩の分布と鉱床富鉱部の分布との成因的關係は必ずしも定かではないが、一つの可能性としては次のように考えられる。

ハンレイ岩の厚層部に鉱床富鉱部が存在しない理由としては、ハンレイ岩の高荷重圧によって鉱石成分が側方の相対的な低荷重圧域に移動したとするのが考えやすい。この場合、緻密堅固な基盤岩類が浅い所ほど側方への移動効果は一層大きかったと推定される。Southern Area Shoot-I の東部がハンレイ岩分布域の下に残されているのは、この部分の基盤が深くなっていたせいかも知れない。本来は古丘陵の頂部付近や翼部に比較的薄く堆積した鉱床でも上に述べた機構によって、ハンレイ岩の相対的薄層部に富鉱部が形成され得ることを Southern Area Shoot-I は示しているのかもしれない。

鉱床富鉱部の産状は、第II部2-3で述べたとおり、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。また、鉱床タイプは異なるが新第三紀に海底に堆積した黒鉱鉱床形成過程における続成作用の重要性は既に報告されている（菅原ほか、1982）。本地域の鉱石中にも黒鉱鉱石（硫化鉱物）中に認められた水抜け構造（Water escape structure: D. R. Lowe et al., 1974）と同様のものが認められることから、鉱床堆積時には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。また、本地域の岩石は広域変成作用を受けており、岩石や鉱石を形成していた初生的な物質は全て再結晶作用を生じている。

ところで、興味深いことに、本地域のハンレイ岩の成因には、従来、貫入マグマ説と変成論説の2者があり、前者が主流であるが後者も完全には捨て切れないと言われている（Mendelsohn, 1961）。後者の説の寄り所は、ドロマイトと泥質岩の混合物が化学成分的にハンレイ岩に似ていること、ハンレイ岩の粒度及び組織が急激かつ不規則に変化すること、ハンレイ岩がドロマイトに漸移すること、ハンレイ岩の周辺に典型的なスカルン鉱物が存在しないこと、及び泥質ドロマイトから生じた角閃岩は、苦鉄質岩が変質して生じた角閃岩と似ていることである。本地域のハンレイ岩が貫入マグマであるとする、それに引き続く熱水活動と変成作用が鉱石成分の移動に関与したと推定されるが、当時既に鉱床は固結しておりどのような機構によって移動したのか不明である。また、本地域のハンレイ岩が変成起源であるとする、元のドロマイト質岩と鉱床との距離は高々500m程度であるから、ドロマイト質岩堆積時には鉱床はまだ続成段階にあり、ドロマイト質岩の荷重によって側方への移動は比較的容易だったと思われる。いずれにしても本地域の岩石生成年代は

極めて古く、続成、変成、火成の各作用がどのように係わりあったか、その境界部を解明することは現在の変質した再結晶岩からは困難である。

4-2 鉱床賦存のポテンシャルについて

本地域の鉱床は、鉱床堆積当時の古丘陵の翼部、特に古海岸線に平行な基盤の局地的盆状構造に発達しているが、Ore Shale 埋積以降の褶曲により見かけ上基盤が上昇した所では現在の基盤頂部の上位にも富鉱部が存在する。また、鉱床層準の上位にハンレイ岩が厚く分布する所及び高重力異常域では富鉱部は形成されていない。以上の観点から本地域の探鉱余地をながめると、次のようになる。

Northern Area Shoot の南西側を境する基盤凸部は鉱床埋積後に形成されたものであるから、この基盤凸部の周辺には富鉱部が存在する可能性がある。したがって、Northern Area Shoot は、NN-48、NN-55 の西部へ拡大する可能性があり、また、NN-52 と NN-60 の間を通して既着鉱試錐である NN-75 に連続し、さらに、チャンピオン鉱山方面へと延びる可能性がある。

また、Southern Area Shoot-II は今回の調査により MJZC-2 まで拡大する可能性がでてきたが、さらにその西方及び南方へと連続する可能性がある。この地域は基盤深度が比較的浅く、高重力異常域の空白域となっており、注目される。

調査域西部の NN-66 及び NN-72 は硫化鉱物の帯状分布では黄鉄鉱-磁硫鉄鉱帯であるため、これらの試錐の付近には銅富鉱部は期待できない。今回、著しく磁硫鉄鉱に富み黄銅鉱に乏しい鉱石を把握した MJZC-4 と NN-66 との間も銅富鉱部は期待できない。また、上記黄鉄鉱-磁硫鉄鉱帯のさらに西方で着鉱している RCB-2 試錐の富鉱部は本地域の中央部の富鉱部とは別の供給源からもたらされたものと考えられる。

Northern Area Shoot の北側については、ハンレイ岩及び高重力異常域が分布すること、Lower Roan Group が地下深部で基盤にアバットし、鉱床層準が発達していない可能性があることから探鉱順位は下がる。

第5章 結論及び提言

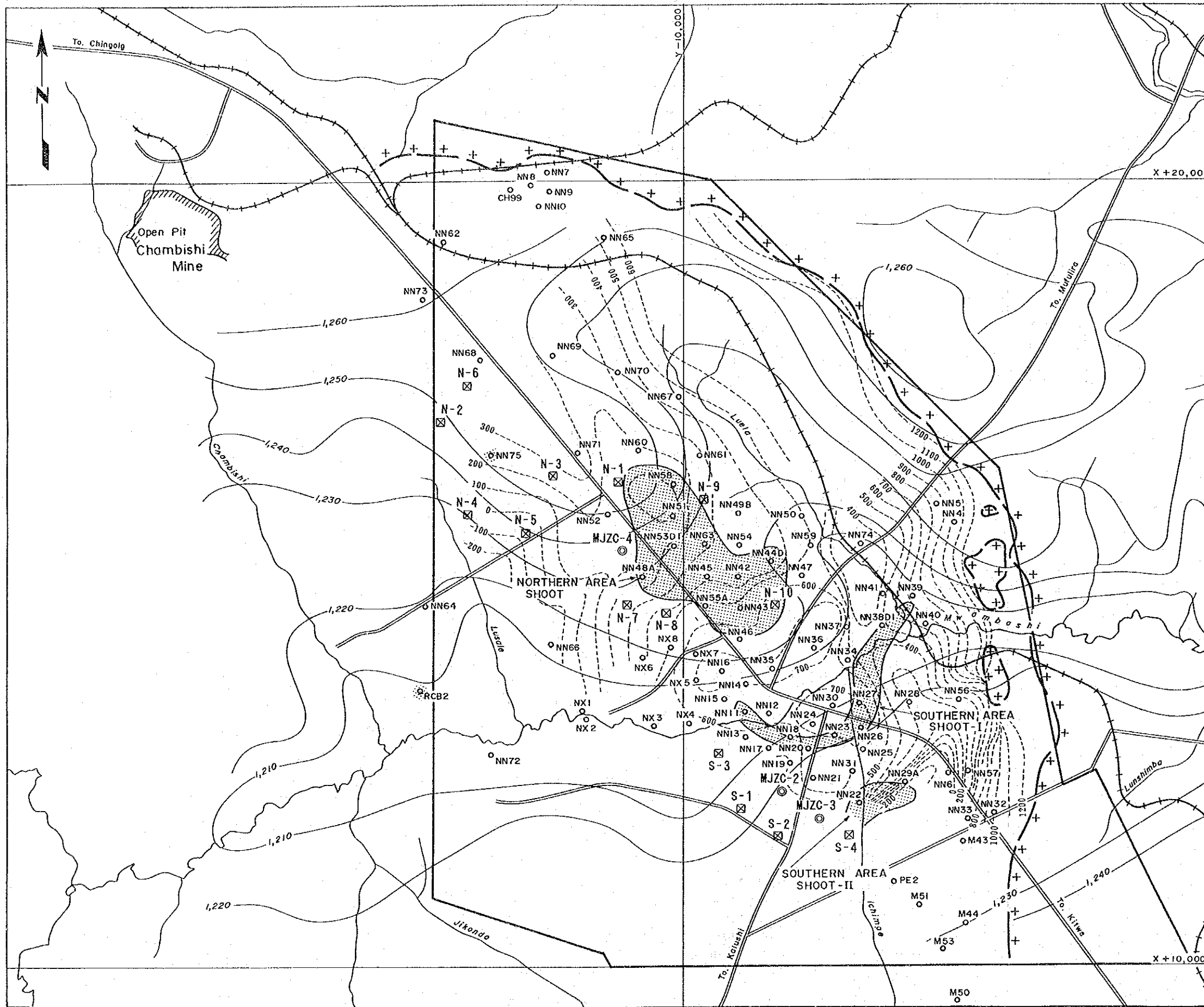
5-1 結論

チャンピオン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. 本年度実施された3孔のボーリングは、いずれも銅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まで掘削され、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、パイオホームや 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よ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 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。
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（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。

5-2 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上記2地区である。



Northwestern Area

Priority	Drill Hole No	Inclination	Drilling Length(m)
1	N-1	-90	1,100(F)
2	N-2	-90	1,100(B)
3	N-3	-90	1,050(B)
4	N-4	-90	1,350(B)
5	N-5	-90	1,350(B)
6	N-6	-90	950(B)
7	N-7	-90	800(F)
8	N-8	-90	800(B)
9	N-9	-90	1,000(F)
10	N-10	-90	600(B)
Total			10,100

Southern Area

Priority	Drill Hole No	Inclination	Drilling Length(m)
1	S-1	-90	1,100(B)
2	S-2	-90	1,100(B)
3	S-3	-90	750(B)
4	S-4	-90	1,400(B)
Total			4,350

B: To the Basement

F: To the footwall of the ore horizon

L E G E N D

- ⊗ LOCATION OF DRILLHOLES RECOMMENDED
- LOCATION OF EXISTING DRILL HOLES
- TOPOGRAPHIC ELEVATION CONTOUR IN METRES
- TOP OF BASEMENT ELEVATION CONTOUR IN METRES
- ORE SHOOT
- ++ SURFACE DISTRIBUTION OF BASEMENT
- SURVEY AREA

Fig.1-12

Drill Holes Recommended for 2nd and 3rd phase exploration

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、Fig. 1-12 に示すように第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する。

第 II 部 各 論

第 II 部 各 論

第 1 章 MJZC-2

1-1 ボーリング掘進状況

孔井の位置及び孔口標高は次のとおりである。

Latitude	Longitude	Co-ordinates		Collar Elevation	Drilling Length	Incli- nation
		X	Y			
12°43'28"S	28°07'03"E	+12,199.51	-8,775.17	1,212.5m	810.00m	-90°

掘進実績表は Table 2-1-1 に、工程表は Table 2-1-2 に、また、掘進工程図は Fig. 2-1-1 に示した。

本孔は、深度 35.00m まで 200mm パーカッションビットでノンコア掘り後 200mm ケーシングパイプを 35.00m 挿入、深度 153.00m まで 150mm パーカッションビットでノンコア掘り後 HW ケーシングパイプ及び NW ケーシングパイプをそれぞれ 153.00m 挿入し、その後 NQ ビットで孔底 (810.00m) までコア掘りした。ノンコア掘りでは 1m ごとにカッティングス採取した。

本孔は、大きな逸水箇所もなく比較的順調に掘削された。

本孔の孔曲がり測定は、ほぼ 100m ごとに実施されたが (巻末資料)、結果は周辺の既実施孔井と同様、北西方向への偏りを示した。

1-2 ボーリング孔の地質及び鉱化・変質作用

孔井地質柱状図は巻末資料に付した。本孔の地質は、第 I 部 3-2 で述べた本地域の地質層序に一致し、各地層の深度及び岩相は次のとおりである。

基盤岩類：深度 797.20~810.00m。上部は白色の強珪化変質岩で、石英及び雲母からなり、下部の花崗岩に漸移する。花崗岩は白色ないし灰色を呈する再結晶完晶質岩で、石英及び黒雲母からなり、石英に交代された長石の仮像を含む。花崗岩中には硬石膏細脈が散在する。

Lower Roan Group

“基底礫岩”：深度 791.10~797.20m。ピンクがかった灰色の中礫 (pebble) 礫岩中に部

Table 2-1-1 Summary of the Drilling Operation on MJZC-2

Operation	Survey Period				Total man day	
	Period	Days	Work day	Off day	Engineer	Worker
			days	days	man	man
Preparation	27. 12. 1993~27. 12. 1993		0.5			
	18. 01. 1994~21. 01. 1994	4.5	4.0	0	10	28
Drilling	27. 12. 1993~29. 12. 1993		Drilling 21	3	60	168
	22. 01. 1994~10. 02. 1994	24	Recovering 0	0	0	0
Dismantling	11. 02. 1994~12. 02. 1994	2	2	0	8	24
Total	27. 12. 1993~12. 02. 1994	30.5	27.5	3	78	220
Drilling length				Core recovery of 100 m hole		
Length planed	810.00 m	Overburden	12.00 m	Depth of hole	Core recovery	Core recovery cumulated
Increase or Decrease in length	- m	Core length	652.02 m	(m)	(%)	(%)
Length drilled	810.00 m	Core recovery	99.2 % 652.02 /657.00	0.00 ~ 100.00	N/C	-
				100.00 ~ 200.00	96.2	96.2
				200.00 ~ 300.00	98.6	98.3
				300.00 ~ 400.00	98.2	98.3
				400.00 ~ 500.00	99.9	98.7
				500.00 ~ 600.00	100.0	99.0
				600.00 ~ 700.00	99.9	99.2
Working hours		h	%	%		
Drilling		198°00'	39.2	26.1	700.00 ~ 800.00	99.5
Other working		238°00'	47.1	31.4	800.00 ~ 900.00	100.0
Recovering		69°00'	13.7	9.1		
Total		505°00'	100.0	66.6	Efficiency of Drilling	
Reassemblage		106°00'		14.0	Total m/work period(m/day)	810.00 m/ 24 days (33.75 m/day)
Dismantlement		52°00'		6.9	Total m/work shift(m/shift)	810.00m/ 37 shift (21.89 m/shift)
Water transportation		42°00'		5.5	Drilling length/bit (each sized bit)	
Road construction and transportation		53°00'		7.0	Bit size	200mm 150mm NQ BQ
G. Total		758.00		100.0	Drilled length	35.00m 118.00m 657.00m - m
Casing pipe inserted					Core length	0.00m 0.00m 652.02m - m
Size	Meterage	Meterage/ drilling length × 100	Recovery			
	(m)	(%)	(%)			
200mm	35.00	4.3	0			
HW	153.00	18.9	100			
NW	153.00	18.9	100			

Table 2-1-2 Record of the Drilling Operation on MJZC-2

	Drilling length			Daily Total		Number of Shift		Number of Person	
	shift 1	shift 2	Total Cumulated	Drilling	Core length	Drilling	Total	Engineer	Worker
	m	m	m	m	m	shift	shift	man	man
December									
26	Day off	Day off	Day off	Day off	Day off	0	0	0	0
27	Tra-Reas	35.00	35.00	35.00	0.00	1	2	2	8
28	60.00	41.00	136.00	101.00	0.00	2	2	2	8
29	17.00	Dismant	153.00	17.00	0.00	1	2	2	8
30	Pds	Day off	153.00	0.00	0.00	0	1	1	4
31	Supension		153.00	0.00	0.00	0	0	0	0
January									
17	Day off	Day off	153.00	0.00	0.00	0	0	0	0
18	Trans	Trans	153.00	0.00	0.00	0	2	1	4
19	Trans	Trans	153.00	0.00	0.00	0	2	1	4
20	Reas	Reas	153.00	0.00	0.00	0	2	3	8
21	Reas	Reas	153.00	0.00	0.00	0	2	3	8
22	Ins C.P	Ins C.P	153.00	0.00	0.00	2	2	3	8
23	Day off	Ins C.P	153.00	0.00	0.00	0	1	2	8
24	19.17	24.60	196.77	43.77	42.75	2	2	3	8
25	38.80	6.50	242.07	45.30	44.54	2	2	3	8
26	32.90	31.57	306.54	64.47	63.84	2	2	3	8
27	33.56	36.87	376.97	70.43	68.62	2	2	3	8
28	52.44	23.80	453.21	76.24	76.18	2	2	3	8
29	34.76	30.00	517.97	64.76	64.70	2	2	3	8
30	Day off	45.25	563.22	45.25	45.25	1	1	2	4
31	17.09	10.54	590.85	27.63	27.63	2	2	3	8
February									
1	19.82	10.20	620.87	30.02	30.02	2	2	3	8
2	9.64	19.56	650.07	29.20	29.09	2	2	3	8
3	35.90	11.10	697.07	47.00	47.00	2	2	3	8
4	12.20	5.00	714.27	17.20	17.20	2	2	3	8
5	3.80	18.90	736.97	22.70	22.70	2	2	3	8
6	Day off	12.00	748.97	12.00	12.00	1	1	2	4
7	4.55	0.00	753.52	4.55	4.55	1	2	3	8
8	27.58	0.00	781.10	27.58	27.30	1	2	3	8
9	9.90	0.00	791.00	9.90	9.65	1	2	3	8
10	18.00	1.00	810.00	19.00	19.00	2	2	3	8
11	Out C.P	Day off	-	-	-	-	1	3	8
12	Dismant	Day off	-	-	-	-	1	3	8
Total	447.11	362.89	810.00	810.00	652.02	37	54	78	220

Abbreviation

Pds : Preparation for drilling site Ins-C.P : Inserting casing pipe
 Trans : Transportation Out-C.P : Taking out casing pipe
 Tra-Reas : Transportation and Reassemblage Road-con : Road construction
 Reassemb : Reassemblage Repair : Repair work on a road
 Dismant : Dismantlement Tra-pack : Transportation and packing of equipment
 Main-mac : Maintenance of machines

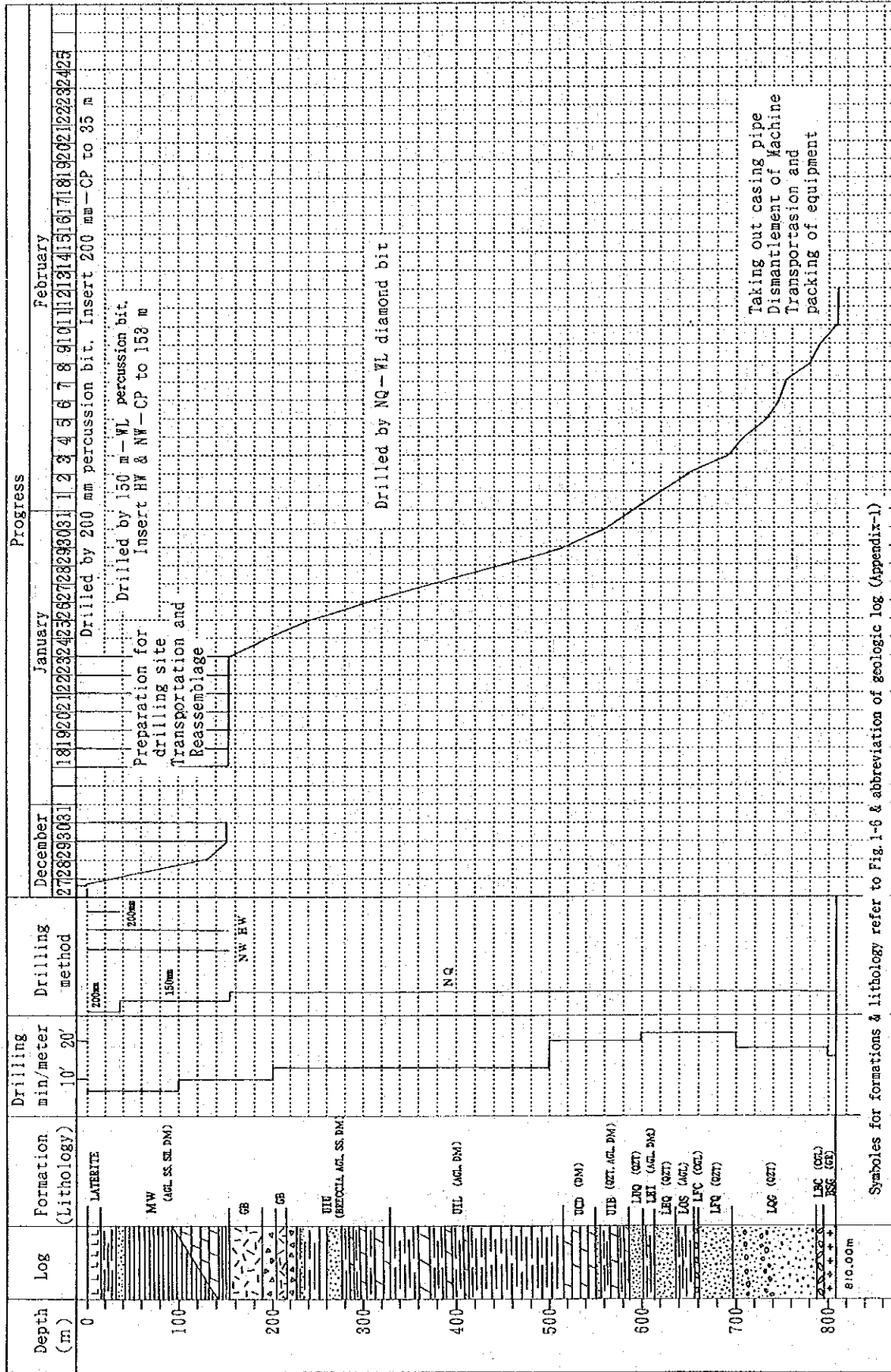


Fig. 2-1-1 Drilling Progress of MJZC-2

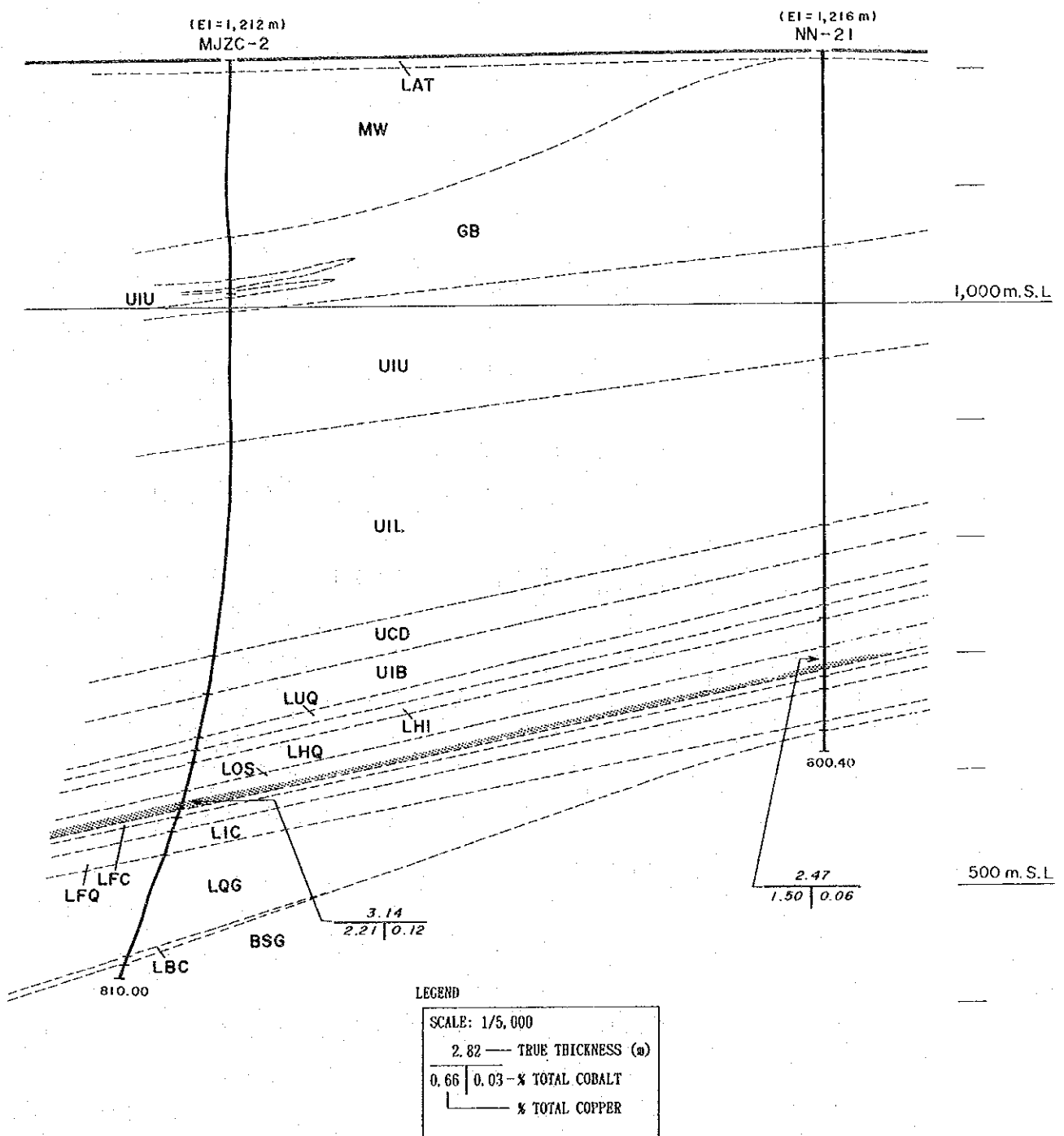


Fig.2-1-2 Geological Profile of Drilling Hole (MJZC-2)

分的に花崗岩巨礫 (boulder) を含む。礫は大部分、垂角礫状の珪化変質した花崗岩で、まれにチャート角礫も認められる。膠結物は主として黒雲母及び石英からなり、ピンクないし白色の珪化した結晶片 (長石?) を多く含む。

“長石質珪岩・グリット”：深度698.00～791.10m。灰白色ないしピンクがかった灰色を呈する珪岩中に、礫岩薄層、含礫珪岩及び泥質ラミナを挟む。全般に強く珪化し、硬石膏化及び黒雲母化を伴う。

“中間礫岩”：深度676.30～698.00m。灰色の強珪化礫岩で、硬石膏パッチを含む。礫の粒度は中礫 (pebble) で、礫の種類は、チャート、花崗岩、珪岩、片麻岩及び黒雲母化岩である。

“下盤珪岩”：深度660.70～676.30m。暗灰色ないしピンク色の泥質珪岩で、黒雲母に富み泥質薄層を多く挟む。

“下盤礫岩”：深度658.60～660.70m。灰色の珪化礫岩で黒雲母に富む。礫の粒度は中礫 (pebble) で、礫の種類は、チャート、黒色砂質岩及び花崗岩である。礫間は硬石膏によって膠結されている。

“Ore Shale 層準”：深度638.20～658.60m。主として暗灰色ないし黒色の極薄 (1～5mm) の葉理を伴う砂質及びドロマイト質の泥質岩からなり、基底部は泥質ドロマイトからなる。深度642.90～658.60mが銅を含む硫化鉱物の鉱化帯であり、銅富鉱部は、深度649.20～658.60m間で、黄銅鉱及び磁硫鉄鉱が鉱染または層理に平行な薄レンズ状に濃集し、石英-黄銅鉱-黄鉄鉱-磁硫鉄鉱の不規則な細脈も存在する。深度642.90～645.60m間には、ドロマイト質の小斑状コンクリーションが含まれ、その縁は黄鉄鉱からなる。また、深度648.10～649.30m間には珪質ドロマイトのコンクリーションの中及び縁に黄銅鉱及び磁硫鉄鉱が生成している。鉱石分析結果はTable 2-4-4 に示した。

“上盤珪岩・泥質岩”：深度614.90～638.20m。暗灰色の泥質珪岩で、泥質岩薄層を多く含み、また、硬石膏質ドロマイト及び珪質ドロマイトの薄層を挟む。硬石膏のレンズ及び鉱染が存在する。

“泥質岩・珪岩互層”：深度602.30～614.90m。緑色の砂質泥質岩を主体とし、珪質及び雲母質ドロマイト薄層を伴う。硬石膏の鉱染、小パッチ及びレンズが認められる。

“上部珪岩”：深度587.70～602.30m。ピンクないし褐色がかった灰色を呈する珪岩で、泥質縞及び雲母縞を多く含む。

Upper Roan Group

“泥質岩・ドロマイト・珪岩互層”：深度552.00～587.70m。上部は灰色珪岩、灰色ドロマイト質珪岩等の砂質岩を主体に、暗黄灰色の雲母質泥質岩、白色硬石膏質ドロマイト、砂質ドロマイト、緑色ドロマイト質泥質岩等の薄層を挟み、下部は白色の雲母質ドロマイト及び珪質ドロマイトを主体に、珪岩、砂岩、砂質泥質岩等の薄層を挟む。

“チャート質ドロマイト”：深度517.70～552.00m。主体は白色の塊状ドロマイトで局部的に珪質斑状部を伴う。上部には暗緑色の雲母質及び砂質泥質岩（Marker Shale）を挟み、下部には暗灰色の泥質ドロマイト及び雲母質泥質岩薄層を挟む。全般に、硬石膏の斑状部を含み、深度539.80～541.10m間には銅の鉱化が認められ、ドロマイト及び硬石膏中に黄銅鉱微粒子が鉱染している。

“硬石膏を伴うアレナイト・泥質岩・ドロマイト”：深度329.90～517.70m。上部は緑色ないし暗黄色の雲母質及びシルト質泥質岩を主体にドロマイト薄層を多く挟む。下部は緑色の砂質な泥質岩（sandy argillite）及び泥質岩・砂岩薄互層を主体とし珪岩薄層を挟む。泥質岩中に砂岩薄層が互層状に発達する所では、皿構造、ピラー構造、液状化による砂岩脈及びコンボルト葉理が発達している。深度333m付近より下部では、全般に強い硬石膏化（レンズ、細脈、斑状）が認められ、深度453～500m間には石英細脈が散在する。

“構造角礫を伴う泥質岩・ドロマイト互層”：深度189.50～329.90m。上部は珪化・ドロマイト化・雲母化した角礫岩、中部は白色珪岩質砂岩を主体に淡緑色泥質岩・暗灰色珪質頁岩・白色ドロマイトを挟み、下部は緑色砂質泥質岩及び白色珪質ないし雲母質ドロマイトからなる。深度274m～293m間のドロマイト中にはスティロライトが認められる。ドロマイト中に広く認められる小晶洞には褐鉄鉱が付着している。また、深度225.80～232.20m間の泥質岩中には褐鉄鉱-ドロマイトの晶洞質細脈群が発達している。

Mwashia Group：深度12.00～153.00m。黒色頁岩を主体に、灰色ドロマイト、暗緑色千枚岩質の泥質岩、アルコース砂岩からなる。黒色頁岩中には強い黄鉄鉱鉱染帯が発達している。

ハンレイ岩：深度153.00～216.00m間の各所に薄く発達する。暗緑色ないし灰色の変質した黒雲母に富む塊状岩で、灰色の強珪化変質岩を伴っている。岩体中にはシリカードロマイト-雲母の網状脈が発達している。

1-3 考察

本孔の地質状況は、断面図（Fig. 2-1-2）に示すように、東方の NN-21 孔に比べて基盤岩類が落ち込んでおり、Lower Roan Group の“長石質珪岩・グリット”の層厚が厚くなっている。本孔は上述した点及びハンレイ岩の厚さが薄い点を除けば NN-21 孔と極めて調和的である。本孔で把握した Ore Shale 中の鉱化帯は、N-S 方向に伸びる基盤凸部の西側翼部に位置するが（Fig. 1-10）、鉱況は比較的良好であり、Southern Area Shoot-II が基盤翼部に沿って南側に張り出した円弧状に湾曲しながら MJZC-3 の南側を経て西方に伸び本孔まで連続している可能性がある。