


1100-11

ジンバブエ共和国マコンガ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第三編次

昭和7年8月

JICA LIBRARY



1123892 (0)

国際協力事業団
金属鉱業事業団

資源課
95-038



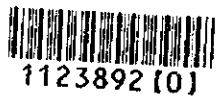


ジンバブエ共和国マコンデ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第3年次

平成7年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1123892 (0)

は し が き

日本国政府はジンバブエ共和国政府の要請にこたえ、同国の北部に位置するマコンデ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、既存データ解析、地質調査、物理探査、試錐調査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、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、平成4年度を第1年次とする第3年次にあたり、金属鉱業事業団は2名の調査団を編成して平成6年7月27日から平成6年12月28日まで現地に派遣した。

現地調査は、ジンバブエ共和国政府機関、鉱山省地質調査局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、本調査の実施に当たってご協力いただいたジンバブエ共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ジンバブエ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

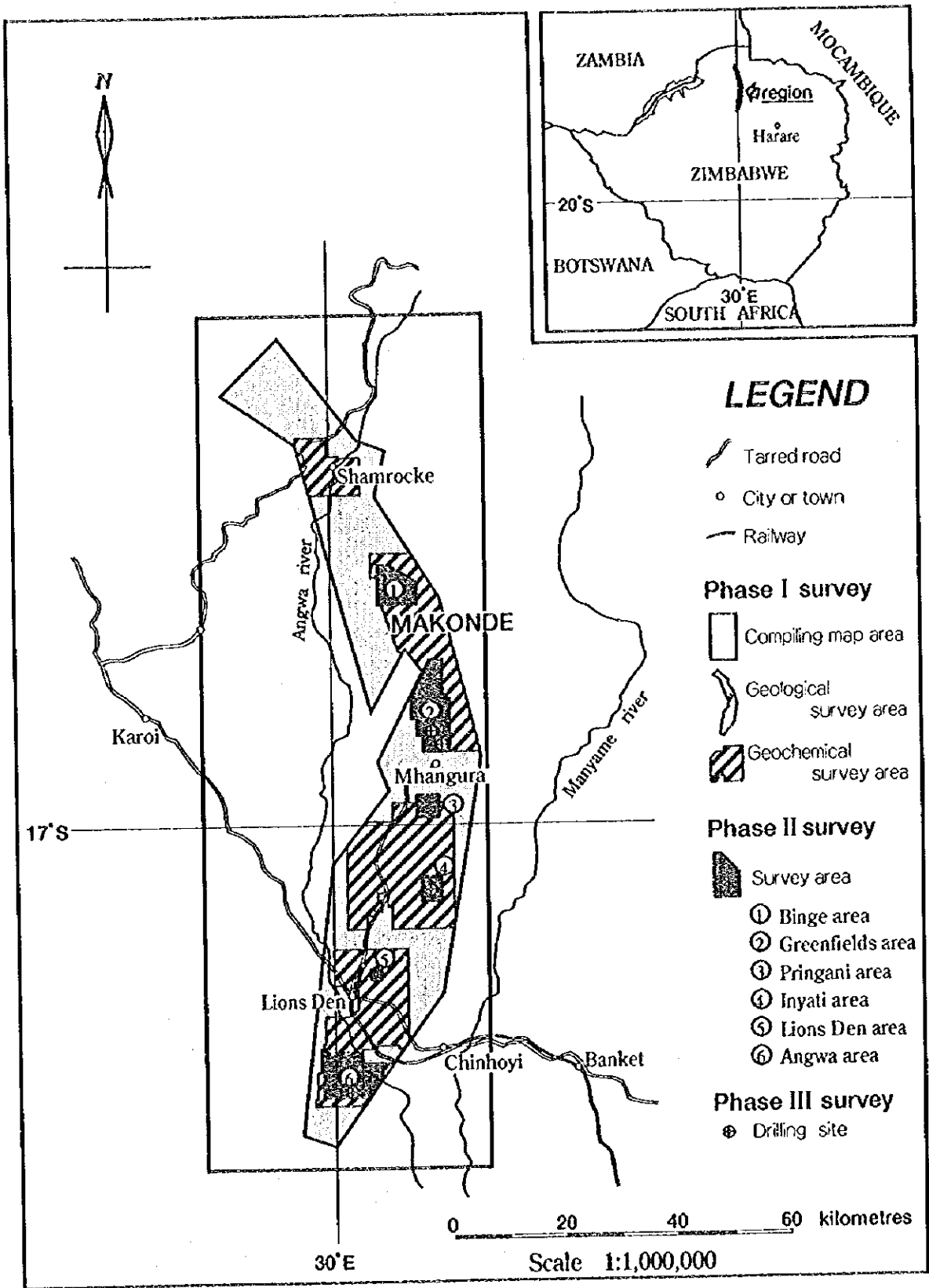
国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

金属鉱業事業団

理事長 石川 丘





図I-1-1 調査地域位置図

要 約

本調査は、ジンバブエ共和国マコンデ地域において、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を目的とし、併せて、相手国機関に対して技術移転を図ることを目的として実施した。

第3年次にあたる本年次は、試錐調査（3地区、10孔、4,057.5 m）を実施した。

ボーリング調査の概要は以下のとおりである。

地 区	試錐No.	掘削深度(m)
グリーンフィーリス地区 (イボツィファーム)	MJZM-1	202.60
グリーンフィーリス地区 (ブレディルファーム)	MJZM-2	400.60
	MJZM-3	400.60
	MJZM-4	301.70
イニャチ地区 (イニャチファーム)	MJZM-5	200.00
アングワ地区 (アラウットファーム)	MJZM-6	600.00
	MJZM-7	600.00
	MJZM-8	500.00
	MJZM-9	452.00
	MJZM-10	400.00
計	10孔	4,057.50

ボーリング調査の結果は以下のとおりである。

MJZM-5号では主として黄鉄鉱、黄銅鉱で構成される細脈状～鉱染状硫化物鉱化帯を捕捉した。

MJZM-7号及び10号では微弱ながら黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱及び黄鉄鉱の鉱染帯を把握した。

これら分析結果では最大銀4.7g/t、銅0.45%の品位しか得ることができず、当地域での開発を期待し得る鉱床を捕捉することはできなかった。

ボーリングコア試験の結果、本地域の塩基性岩類の中には弱い鉱化帯と同程度のIP効果を示すものもあり、物理探査により把握されたIP異常は主に塩基性岩類の潜在によると考えられる。

採掘可能な鉱石が潜在していれば、塩基性岩類に起因するIP異常より、より強いIP異常を形成するものと思われる。得られたIP異常が主に塩基性岩類に起因していたことは、本地域において未発見の鉱床が潜在している可能性が低いことを示唆する。

主として塩基性岩類に起因するIP異常に対して実施したボーリングで低品位ながら銅の鉱徴を捕捉できたことは地化学異常の分布域を調査の対象に選定したことによる。MJZM-5号の結果では、鉱徴深度が100m前後までの場合、地化学探査により地下の鉱徴の存在が把握されることが判明した。

調査結果とその検討により、下記のことを将来への提言としたい。

1. 分析結果からは採掘対象となる鉱化帯の捕捉には至らなかったが、採用した調査手法、即ち、

①第1年次：衛星画像解析、既存データ解析、地質概査、GPSを用いた土地化学探査概査

②第2年次：既存地化学探査データ解析、物理探査（IP法）

③第3年次：ボーリング調査

の段階的調査法は露頭の見られない広大な地域においても硫化鉱物の鉱化帯を捕捉でき、調査法として有効である。特にGPSを用いた地化学探査は広大な地形を対象とした有望地区の抽出に極めて効率的である。

2. 物理探査（IP法）の実施に当たっては、事前に十分な岩石及び鉱石試料の収集と物性測定を行い、鉱石によるIP異常とIP効果を示す岩石によるIP異常を区別できるようにする必要がある。

目 次

はしがき
位置図
要 約

	頁
第I部 総論	1
第1章 序論	1
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2年次調査の結論	1
1-2-2 第2年次調査の提言	1
1-3 第3年次調査の概要	2
1-3-1 調査地域	2
1-3-2 調査目的	2
1-3-3 調査方法	2
1-3-4 調査団の編成	3
1-3-5 調査期間	3
第2章 調査地域の地理	4
2-1 地形及び水系	4
2-2 気候及び植生	4
第3章 一般地質	5
3-1 一般地質	5
3-2 地質構造	5
3-3 既知鉱床	10
第4章 調査結果の総合検討	11
4-1 地質構造, 鉱化作用の特性と鉱化規制	11
4-2 地化学異常と鉱化作用との関係	11
4-3 物理探査異常と鉱化作用との関係	11
4-4 ボーリング調査結果と鉱化作用, 土壌地化学探査異常及び物理探査結果との関係	11
第5章 結論及び提言	12
5-1 結論	12
5-2 将来への提言	12
第II部 各論	13
第1章 ボーリング調査	13
1-1 調査方法	13
1-1-1 調査目的及び概要	13
1-1-2 工法及び使用機材	13

1-1-3	ボーリング作業	15
1-1-4	掘進状況	16
1-2	調査結果	18
1-2-1	地質・鉱化	18
1	グリーンフィールズ地区	18
2	イニャチ地区	21
3	アングワ地区	22
1-2-2	コアによる地化学探査	28
1-2-3	コアによる岩石の物性試験	29
1-3	考察	45
第2章	総合解析	46
第III部	結論及び提言	49
第1章	結論	49
第2章	将来への提言	50
参考文献		51
付録		

図	頁
図 I-1-1 調査地域位置図	7
図 I-3-1 地質図	9
図 I-3-2 模式層序図	14
図 II-1-1 ボーリング位置図	A-22
図 II-1-2 ボーリング柱状図	19
図 II-1-3 ボーリング断面図 (MJ ZM-1号)	20
図 II-1-4 ボーリング断面図 (MJ ZM-2, 3, 4号)	22
図 II-1-5 ボーリング断面図 (MJ ZM-5号)	23
図 II-1-6 ボーリング断面図 (MJ ZM-6, 7号)	25
図 II-1-7 ボーリング断面図 (MJ ZM-6, 8, 9, 10号)	A-14
図 II-1-8 岩石及び鉱石の化学分析ダイアグラム	33
図 II-1-9 MJ ZM-1 物性値垂直分布図	33
図 II-1-10 MJ ZM-2 物性値垂直分布図	34
図 II-1-11 MJ ZM-5 物性値垂直分布図	34
図 II-1-12 MJ ZM-7 物性値垂直分布図	35
図 II-1-13 コア試料の見掛比抵抗と充電率の関係	35
図 II-1-14 コア試料の鉄品位と充電率の関係	36
図 II-1-15 コア試料の銅品位と充電率の関係	36
図 II-1-16 岩石及び鉱石試料の見掛比抵抗と充電率の関係	39
図 II-1-17 シミュレーション結果 (O s c 測線)	41
図 II-1-18 シミュレーション結果 (Z a 測線)	43
図 II-1-19 シミュレーション結果 (Y s 測線)	

表

表 I-1-1 調査内容及び数量	3
表 I-3-1 既知鉱床一覧表	10
表 II-1-1 使用機器一覧表	15
表 II-1-2 使用消耗品一覧表	15
表 II-1-3 ボーリング工事工程表	17
表 II-1-4 掘進状況一覧表	16
表 II-1-5 掘進実績表 (MJ ZM-1号)	A-1
表 II-1-6 掘進実績表 (MJ ZM-2号)	A-1
表 II-1-7 掘進実績表 (MJ ZM-3号)	A-2
表 II-1-8 掘進実績表 (MJ ZM-4号)	A-2
表 II-1-9 掘進実績表 (MJ ZM-5号)	A-3

表II-1-10	掘進実績表 (MJ ZM-6号)	.....	A-3
表II-1-11	掘進実績表 (MJ ZM-7号)	.....	A-4
表II-1-12	掘進実績表 (MJ ZM-8号)	.....	A-4
表II-1-13	掘進実績表 (MJ ZM-9号)	.....	A-5
表II-1-14	掘進実績表 (MJ ZM-10号)	.....	A-5
表II-1-15	岩石薄片鑑定結果一覧表	.....	26
表II-1-16	鉍石研磨片鑑定結果一覧表	.....	27
表II-1-17	鉍石分析結果一覧表	.....	A-6
表II-1-18	コアによる地化学探査採取試料一覧表	.....	28
表II-1-19	コアによる地化学探査分析結果一覧表	.....	A-10
表II-1-20	コアによる岩石物性試験採取試料一覧表	.....	30
表II-1-21	測定装置・機材一覧表	.....	30
表II-1-22	コアによる岩石物性試験測定結果一覧表	.....	31

写真

顕微鏡写真

第 I 部 總 論

第I部 総 論

第1章 序論

1-1 調査の経緯

本調査は平成4年度から3年間継続するもので、今年次はその第3年次にあたる。調査の対象となったマコンデ地域にはマンガラ鉱山、シャックルトン鉱山等ジンバブエ共和国における主要な銅・金・銀鉱床があり、同様の鉱床の賦存ポテンシャルの高い地域と考えられる。また、これらの鉱山は近年生産量が減少しており、これにかわる新鉱床の発見が急務とされている。したがって、ジンバブエ共和国政府は本地域における資源開発協力基礎調査を日本国政府に要請した。日本国政府はこの要請に応じて、今年次はボーリング調査を実施し、本地域での新鉱床発見に務めた。

1-2 第2年次調査の結論と提言

1-2-1 第2年次調査の結論

第2年次調査では、既存データ解析（5地区、110km²）、IP法物理探査（6地区、総測線長74.2 km）を実施した。調査結果の概要は次のとおりである。

既存データ解析：当地区に関する土壌地化学探査分析データ等をコンピューター解析し、第1年次調査結果と併せて検討し、以下の異常地を抽出した。

1. チェチェニニ～ピンジ～レドウィング 地区
2. ワイルデン～チムセンガ～グリーンフィールズ 地区
3. チロンボズィ～ブレンビル 地区
4. ピリンガニ 地区
5. イニャチ 地区
6. オールドアラスカ鉱山周辺 地区
7. アラスカ精錬所南部 地区
5. アングワ鉱山～ハンス鉱山 地区

物理探査：第1年次調査地化学探査異常地及び周辺に対し、硫化物鉱床帯捕捉を目的に概査IP探査、準精査IP探査及びこれらIP探査結果に基づくシミュレーション解析を実施した。この結果、有望探鉱候補地として次の地点を抽出した。

1. チロンボズィ（L Line No. 18～19 Station）
2. ブレンビル A（Za Line No. -3 Station）
3. ブレンビル B（Za Line No. 2 Station）
4. イニャチ（Os Line No. 9～Oss Line No. 9）
5. ブラックウッド A（Ys Line No. 9 Station）
6. ブラックウッド B（Y Line No. 13～14 Station）

1-2-2 第2年次調査の提言

第2年次調査結果に基づく提言は以下のとおりである。

第1年次及び第2年次の調査結果により、地化学異常域において有望な6箇所のIP異常体の存

在が把握された。これらのIP異常体が鉱床の存在によるものであることを確認するためのボーリング調査の実施が必要と判断される。この目的のために最低限必要と考えられるボーリング調査量及び優先順位は以下のとおりである。

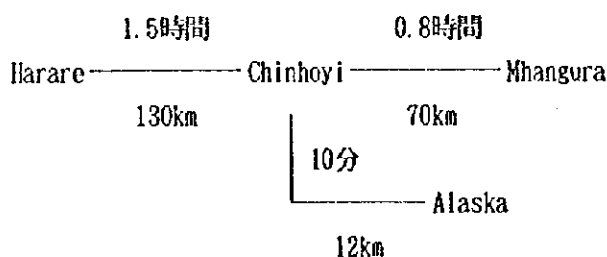
優先順位： 1) ブラックウッドA 600m, 2) ブラックウッドB 500m,
3) プレンビル A 300m, 4) プレンビル B 400m,
5) イニャチ 200m, 6) チロンボズィ 200m,

なお、上記ボーリング調査により有望な鉱床が捕捉された場合には、鉱量及び品位を把握するための精密ボーリング調査が必要である。

1-3 第3年次調査の概要

1-3-1 調査地域

マコンデ地域はジンバブエ共和国の北部に位置し、首都ハラレ(Harare)から車による距離及び所要時間は下記のとおりである。調査地域位置図を図I-1-1に示す。



首都から調査地までは国道(舗装)と地方道により、雨期(11月~3月)でも通行可能であり、交通事情は良好である。

本年次の調査地区は、第2年次調査によって選定された1. アングワ地区、2. イニャチ地区、3. グリーンフィールズ地区の3地区である。

現地調査中は日本人技術者はチノイに宿泊し、作業員は調査地域内で雇用した。カウンターパートはアラスカ鉱山内に宿舎を設置した。

1-3-2 調査目的

本調査は、ジンバブエ共和国マコンデ地域において、ボーリング調査を実施することにより新鉱床を発見することを目的とした。

1-3-3 調査方法

本年次は第2年次調査の結果選別された位置においてボーリング調査を実施した。

調査内容は表I-1-1に示すとおりである。

表I-1-1 調査内容及び数量

調査内容	調査数量		
ボーリング調査	グリーンフィールズ地区	MJZM-1	202.60 m
		MJZM-2	400.60 m
		MJZM-3	400.60 m
		MJZM-4	301.70 m
	イニャチ地区	MJZM-5	200.00 m
		MJZM-6	600.00 m
	アングワ地区	MJZM-7	600.00 m
		MJZM-8	500.00 m
		MJZM-9	452.00 m
		MJZM-10	400.00 m
	計	10孔	4,057.50 m
室内試験	①岩石薄片		23件
	②鉱石研磨片		11件
	③化学分析		
	鉱石 (Au, Ag, Cu, Fe, Ni, Co, Pt)	183件	1,281成分
	岩石 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Ni, Co, As, Hg)	228件	2,280成分
	④岩石及び鉱石の比抵抗及び分極率測定		122件

1-3-4 調査団の編成

本調査推進のため、調査計画及び現地調査に参加した調査団員は下記のとおりである。

調査計画及び現地指導監督

日本側		ジンバブエ共和国側	
高橋健一	国際協力事業団	SURRENDER MDUNYISWA NYAHWA KUCUBE	地質調査局
両角春寿	金属鉱業事業団	EDSON MUSHAYARASA	地質調査局
奥泉洋一	金属鉱業事業団	FADZANAI BORNWELL MUPAYA	地質調査局
		JAMESON RUSHWAYA	地質調査局

現地調査団

日本側		ジンバブエ共和国側	
西谷義興 (技術責任者)	同和工営(株)	FADZANAI BORNWELL MUPAYA	地質調査局
佐々木勝規 (試錐担当)	同和工営(株)		

1-3-5 調査期間

現地調査は下記の工程で実施された。

現地調査 : 1994年 7月27日～12月28日

第2章 調査地域の地理

2-1 地形及び水系

調査地域の地形は標高1,100m~1,250mの緩やかな起伏を呈する準平原である。

山系は北部のジェチエネネ (Jechenene : 標高1,478.5m) を最高峰とし、中部のナンガザ (Nangaza : 標高1,411m) , 地域南部のフニャニ山脈のウンボエ (Umboe : 標高1,378.3m) がこれに続く。これらの山系は地質構造に規制されて、南部ではNNE~SSW, 北部ではNNW~SSE方向に連なる。

調査地域内の各河川はいずれも西流, 北流し, 調査地域西側のアングワ川に合流する。アングワ川はさらに北上し, ジンバブエ共和国の北部国境を画するザンベジ川に合流する。

調査地域内の各河川は, 雨期にのみ水が流下し, 乾期にはところどころに水溜りを形成するのみとなる。

2-2 気候及び植生

調査地域の気候は雨期 (11月~3月) と乾期 (4月~10月) に区分される。最高気温は四季を通じて25°C~28°Cと一定である。最低気温は雨期 17°C, 乾期 5°C~10°Cを示し, 乾期は冷涼である。降雨量は雨期 180mm/月, 乾期 1~5mm/月を示し, 乾期の降雨は見られない。

主要な植生は地域により異なる。山岳地では樹高の低い柏類等の広葉樹が生育する。麓野及び平野部ではアカシヤ等豆科の喬木が多く認めらる。水系沿いには椰子, 蘇鉄類が繁茂する。針葉樹は牧場内, 植林地等にわずかに見られる。

調査地域の南からマンガラ鉱山北方に広がる平原はウンボエバレー, ドーマと呼ばれ, 大規模農場によって占有され, 小麦, トウモロコシ栽培, 牧草地, 放牧地等に利用されている。

第3章 一般地質

3-1 一般地質

本地域を構成する地質は、基盤を構成する始生代の片麻岩類、緑色岩類及び花崗岩類とこれらを被覆する原生代のマゴンディ累層群の堆積岩類、火山岩類である。地質図を図I-3-1に示す。模式層序図を図I-3-2に示す。

基盤岩類は、地域北部に分布する黒雲母・角閃石の顕著な片麻岩類と、地域南部に分布する主として苦鉄質岩及び珪長質砂岩よりなる緑色岩類、マンガラ鉱山東側～北部及び地域南部に分布する灰白色～桃色の有色鉱物に乏しい新規花崗岩がある。

マゴンディ累層群は下位よりデウェラス層群、ロマグンディ層群、及びピリウィリ層群に大別される。

デウェラス層群は、繰り返し堆積構造を示す堆積岩類を主とし、一部玄武岩溶岩を伴う。その一連の単位となるのは礫岩、斜交層理・級化層理を伴うアルコース、細粒砂岩、一部蒸発岩類を伴う泥質片岩等扇状地堆積物、及びプラヤ性堆積物である。玄武岩は杏仁状組織を示す。本層群は、調査地域中央を南北に連続して分布し、層準規制型銅鉱床を胚胎する。

ロマグンディ層群は、苦灰岩を主とする下位層と、粘板岩を主とする上位層とに分けられる。下位層は苦灰岩、珪岩等からなり、一部に鉄分の濃集するあばた状の珪岩を伴う特徴を持つほか、苦灰質砂岩、粘板岩、千枚岩の薄層を挟在する。本層には苦灰岩鉱床、小規模の層状鉄鉱層を伴う。上位層は剝離性の発達した白色～暗灰色の粘板岩を主体とする。本層群は主として調査地域中央部を山脈を形成し、南北に連続する。

ピリウィリ層群は主に千枚岩、グレーワッケ、石質粘板岩、珪岩等からなり、一部に火山岩、及び火山砕屑岩を伴い、ロマグンディ層群を整合的に覆って調査地域西方に広く分布する。

3-2 地質構造

マゴンディ累層群の堆積岩類は、グレートダイク構造に沿って移動した左横ずれ断層によって拡大した地溝帯に堆積したと考えられている。地溝帯拡大に伴い、基盤岩類を起源とする扇状地堆積物やプラヤ成堆積物からなるデウェラス層群を生成し、引き続いて炭酸塩岩や珪質岩等のラグーン堆積物からなるロマグンディ層群下部層によって覆われた。さらに泥質岩、降下火山灰互層起源の剝離性粘板岩からなるロマグンディ層群上部層、及び海進に伴う深海性の堆積物からなるピリウィリ層群が堆積した。

最初の構造運動は、地溝帯拡大に伴う走向断層と、これに伴う平行断層、及び地溝帯と斜交する背斜構造を形成した。この断層及び背斜構造はマゴンディ累層群が圧密固結する以前に生成し、層準規制型鉱染状銅鉱床の鉱液通路、胚胎の場を形成した。

第2回目の構造運動はマゴンディ変動であり、これに伴い調査地域は圧縮の場になり、N-S、NNE-SSW系の褶曲構造と衝上断層を形成した。この変動の年代は1,800Ma～2,000Ma (Pb-Pb法及びRb-Sr法)とされている (Master 1991)。

最終的な構造運動はザンベジ変動で、調査地域北部に顕著な変成作用を及ぼし、シャムロック鉱山地域の褶曲構造を規制した。



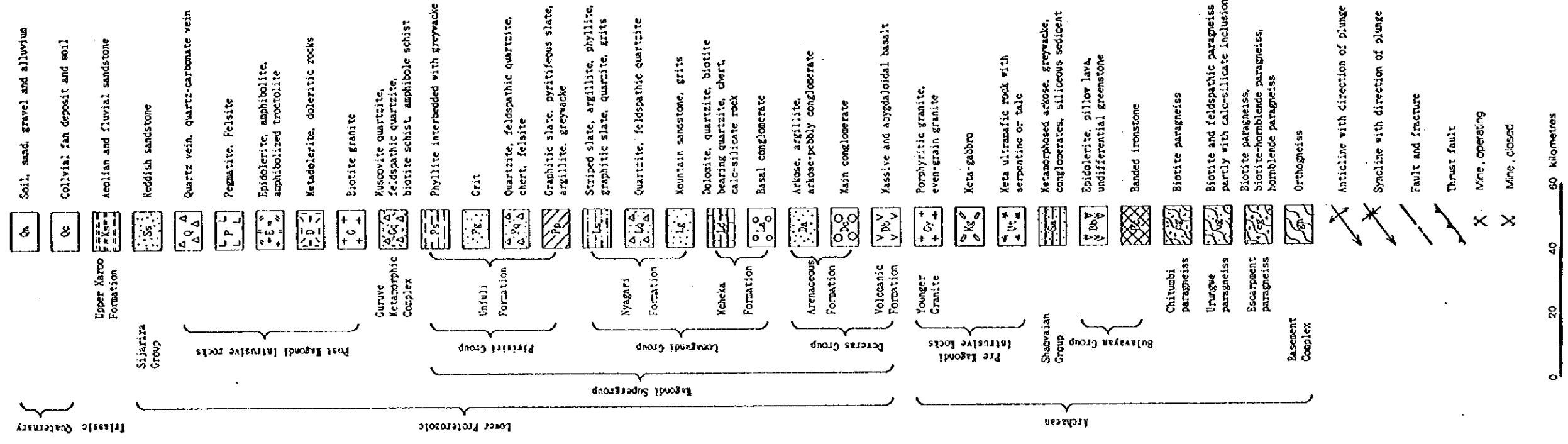
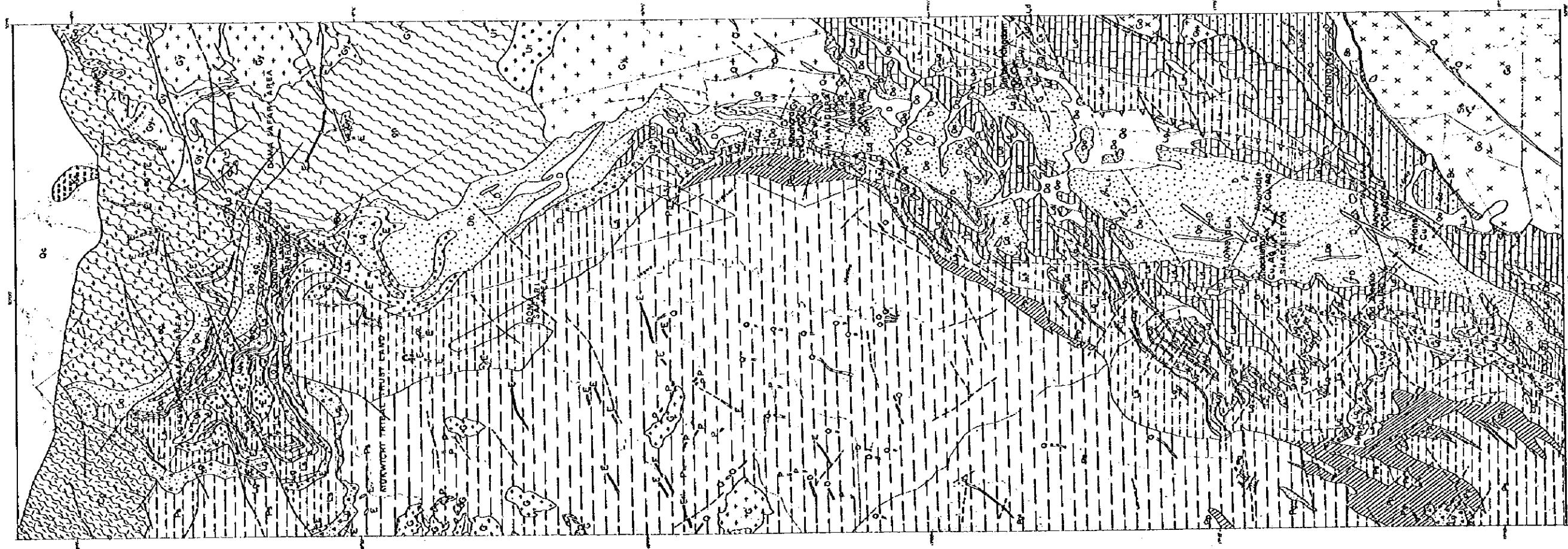


图 I-3-1 地质图

Geological time	Group	Formation	Geological column		Rock facies		
			Qa	Qc	Soil, Sand, gravel, alluvium	Colluvial fan deposit and soil	
Quaternary							
Lower Proterozoic		Upper Karoo Formation	Ks		Aeolian and fluvial sandstone		
	Sijarira Group		Ss		Reddish sandstone		
		Curruve Metamorphic Complex		Gq		Muscovite quartzite, feldspathic quartzite, biotite schist, amphibole schist	
	Piriviri Group	Unfuli Formation	Ps		Phyllite interbedded with greysacke		
			Pg		Grit		
	Kagondi Super-group	Nyangari Formation	Pp		Quartzite, feldspathic quartzite, chert, felsite		
			D		Graphitic slate, pyritifercous slate, argillite, greysacke		
	Lonagundi Group	Ncheka Formation	Ls		Striped slate, argillite, phyllite, graphitic slate, quartzite, grits		
			Lq		Quartzite, feldspathic quartzite		
	Deteras Group	Volcanic Formation	Lg		Mountain sandstone, grits		
			Ld		Dolomite, quartzite, biotite bearing quartzite, chert, calc-silicate rock		
			La		Basal conglomerate		
Archaean	Shanvian Group	Arenaceous Formation	Da		arkose, argillite, arkose-pebbly conglomerate		
			Dc		Conglomerate		
	Bulawayan Group	Volcanic Formation	Db		Massive and amygdaloidal basalt		
			Sa		Metamorphosed arkose, greysacke, conglomerates, siliceous sediment		
	Basement Complex	Chitumbi paragneiss	Escarpment paragneiss	Eb		Epidolerite, pillow lava, Undifferential greenstone	
				Bc		Banded ironstone	
Cg				Biotite paragneiss			
Vg				Biotite and feldspathic paragneiss partly with calc-silicate inclusion			
Basement Complex	Escarpment paragneiss	Basement Complex	Cy		Biotite, biotite-hornblende and hornblende paragneiss		
			Ug		Orthogneiss		

Post Kagondi Intrusive rocks

- Q : Quartz vein, quartz-carbonate vein
- P : Pegmatite, Felsite
- E : Epidolerite, amphibolite, amphibolized troctolite
- D : Metadolerite, doleritic rocks
- G : Biotite granite

Pre Kagondi Intrusive Rocks

- Cy: Porphyritic granite, even-grain granite (Younger Granite)
- Co: Fine granite, granodiorite, tonalite (Older Granite)
- Yg: Meta-gabbro
- Ut: Meta ultrabasic rock with serpentine or talc

图 I - 3 - 2 模式层序图

3-3 既知鉱床

調査地域内の既知鉱床一覧を表I-3-1に示す。

経済的な視点から採掘対象となる金属資源は銅鉱床であり、随伴するAg及びAuが回収されている。その他には、何カ所かで砕石用途の苦灰岩や建材用途の粘板岩が採掘されている。

調査地域内では、これまでに9カ所の鉱山及び鉱床が稼行され、アングワ鉱山、シャックルトン鉱山（アヴォンデル鉱床）、及びマンガラ鉱山（ミリアム鉱床）が現在も稼行中である。鉱床位置を図I-3-1に併記する。

これらの鉱床には、大別してデウエラス層群中に胚胎する鉱床群の他にロマグンディ層群中に胚胎する鉱床群がある。デウエラス層群中のアルコース中に胚胎する既知鉱床にはハンス、アングワ、シャックルトン、アヴォンデル、ノーラ及びマンガラ（ミリアム）の各鉱床がある。鉱床生成は、母岩の堆積環境及び地質構造に大きく規制されたと考えられている（Simpson, 1990）。既存鉱床・鉱床地の調査結果から鉱床生成の場合は、NE-SW 方向の背斜構造が重要であると考えられている。ロマグンディ層群中の既知鉱床には、地域南西部のオールド・アラスカ鉱山及び北部のシャムロック鉱山がある。この他、脈状鉱床のユナイテッドキングダム鉱床がある。

表I-3-1 既知鉱床一覧表

Name of Mine and Mineralized Area	Locality Coordinates	Situation	Type of deposits	Mineralized Metal	Ore reserve	Metal grade	Main ore minerals	Accessory minerals	Gangue minerals	Host rock	Present Production
(1)Hans	17°25'47"S 30°01'95"E	closed	Stratabound and disseminated ore	Cu, Ag	0.3million tons Cu 0%	AgMax93.5g/t CuMax3.71%	Mt, Bo, Cc	Ep	-	Arkose Conglomerate	
(2)Agwa	17°23'96"S 30°03'37"E	Operating	Stratabound and disseminated ore	Cu, Ag	4.5million tons Cu0.95%	AgMax82.6g/t CuMax1.59%	Po, Co, Cp	Py, Mt, Hea	-	Arkose Conglomerate	16,000t/a Cu0.6%
(3)Old Alaska	17°23'37"S 30°00'37"E	closed	Stratabound and disseminated ore	Cu, Ag	5million tons? Cu 1.5%	AgMax62.6g/t CuMax1.59%	Mt, Bo, Cc	Py, Py, Cv, Mt, Hea	-	Arkose Conglomerate	
(4)Shackleton	17°18'08"S 30°02'67"E	closed	Stratabound and disseminated ore	Cu, Ag	5million tons Cu 2%	-	Po, Cc	-	-	Arkose Conglomerate	
(5)Avondale	17°17'86"S 30°04'11"E	Operating	Stratabound and disseminated ore	Cu, Ag	4.4million tons Cu 0.9%	Ag 11.6g/t Cu 0.45%	Cc	Po, Cp	-	Arkose Conglomerate	16,000t/a Cu0.8%
(6)United Kingdom	17°04'67"S 30°11'24"E	closed	ex-cal Vein	Cu, Ag	-	AgMax45.9g/t CuMax2.69%	Mt, Cc	Cv	Qz, Cal, Hea	Arkose	
(7)William	16°53'31"S 30°09'59"E	Operating	Stratabound and disseminated ore	Cu, Ag, Au Pt, Pd, Sc	50million tons Cu 1.0%	AgMax33.2g/t CuMax13.0%	Po, Co, Cp	Py, Mt, Hea	-	Arkose Conglomerate	4,000t/d Cu0.7%
(8)Norah	16°56'21"S 30°09'16"E	Operating	Stratabound and disseminated ore	Cu, Ag, Au	5million tons Cu 2%	AgMax170g/t CuMax13.0%	Po, Po, Cc	Py, Cv, Sph, Mt, Hea	-	Arkose Conglomerate	
(9)Shanrocke	16°25'78"S 30°09'52"E	closed	Stratabound and disseminated ore	Cu, Ag, Au	5million tons Cu 1.0%	AgMax 8.1g/t CuMax3.47%	Po, Cp	Sub. Sph, Py, Fe, Mt	-	MetaArkose	
(10)Nyonaeyoko Hill	16°50'63"S 30°10'51"E	-	ex-cal Vein	Au, Ag?	Extension2km	Au0.03g/t Ag 5g/t	-	Hea, Mt	-	Granite	
(11)Livington	17°00'40"S 30°04'62"E	-	banded iron	Fe	-	-	Mt, Hea	-	-	slate	
(12)Zavi	17°18'68"S 30°01'58"E	-	Dolomite	Dolomite	-	-	Dolomite	-	-	Arkose Dolomite	
(13)Hilltop	17°18'01"S 30°07'74"E	-	Slate	slate	-	-	slate	-	-	Arkose Dolomite Conglomerate	

Abbreviations

Py:pyrite Fe:marcasite Po:pyrrhotite Cu:cubaneite Cp:chalcopyrite Bo:bornite Cc:chalcocite Cv:covellite Sph:sphalerite
Mt:magnetite Il:illconite Hea:heavite Mal:malachite Qz:quartz Cal:calcite Ot:other gangue minerals

第4章 調査結果の総合検討

4-1. 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制

調査地域内の主要鉱床はデウェラス層群中のアルコース中に胚胎する層準規制型鉱染状銅鉱床である。

鉱床生成は、母岩の堆積環境及び地質構造に大きく規制されていたと考えられている (Simpson, 1990)。既存鉱床・鉱微地の調査結果から鉱床生成の場合は、北部マンガラ鉱山地区では南北方向のデウェラス層群最下部と基盤岩類の境界部付近が重要であると考えられている。南部アラスカ地区ではNE-SW方向の背斜構造が重要であると考えられている。

4-2. 地化学異常と鉱化作用との関係

第1年次、第2年次調査の結果、新鉱床賦存の可能性の高い地区は、

- 1) デウェラス層群アルコースの分布域
- 2) Cu 単成分の高濃度帯
- 3) Cu, Pb, Zn, Fe, Co, Ni の6成分を用いた主成分分析の第4主成分が高得点となる場所を満たす地区と判明した。

4-3. 物理探査結果と鉱化作用との関係

第1年次調査室内試験結果から本地区の鉱化作用の内、酸化鉱帯では高IP異常を示さず、硫化鉱帯で高IP異常を示すことが判明した。このことから本地区では比較的地下深部を対象としたIP法物理探査が有効であることが示唆された。

4-4. ボーリング調査結果と鉱化作用、土地化学異常及び物理探査結果との関係

第1年次調査から既存データ解析、地質調査、既知鉱微地調査、土地化学探査、IP法物理探査、各種室内試験及びシミュレーション解析の段階を経て限定した探査候補地に対してボーリング調査を実施した結果、以下の成果を得た。

MJZM-5号では母岩の葉理に整合的な、主として黄鉄鉱、黄銅鉱で構成される細脈状～鉱染状を呈する硫化物の鉱化帯が捕捉できた。

MJZM-7号及びMJZM-10号では微弱ながら黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱、黄鉄鉱及び閃亜鉛鉱の鉱化帯を把握した。

これらの鉱化帯は既知鉱床 (ユナイテッドキングダム鉱山、ハンス鉱山) と同一層準にあり、また、類似の鉱物組成を示し、既知鉱床の延長上の鉱化帯を捕捉したものである。一方、これらの鉱化帯の分析結果では特に期待された銀、銅についても最大銀4.7g/t、銅0.45%の品位しか得ることができず、当地域での経済的採算品位を確保することはできなかった。

今回捕捉された鉱化帯と第1年次調査において捕捉されている地表おける銅地化学異常帯はよい対応を示場合と、やや離れて位置する場合がみられる。

物理探査IP異常体との関連については、コア試験の結果粗粒玄武岩及び玄武岩質火砕岩の中には弱い鉱化を受けたアルコースや花崗岩と同程度のIP効果を示すことが判明し、当地域でのIP探査では、30mV/v程度の弱く明瞭なIPパターンを示す異常帯が抽出されても粗粒玄武岩及び玄武岩質火砕岩の影響を考慮しなければならない。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

本年次調査としてボーリング調査（3地区，10孔 4,057.5 m）を実施した。

これらのボーリング調査の結果，MJZM-5号では母岩の葉理に整合的な主として黄鉄鉱，黄銅鉱で構成される細脈状～鉱染状を呈する硫化物の鉱化帯が捕捉できた。また，MJZM-7号及びMJZM-10号では微弱ながら黄銅鉱，斑銅鉱，輝銅鉱，黄鉄鉱及び閃亜鉛鉱の鉱染帯を把握した。

一方，これらの鉱化帯の分析結果では最大銀4.7g/t，銅0.45%の品位であり，開発を期待し得る有望な鉱徴を捕捉するには至らなかった。

第1～2年次に実施した岩石及び鉱石の物性試験の結果では10mV/V以上の充電率を示すものは鉱石であると考えられた。しかし，本年度調査のボーリングコア試験の結果，本地域の塩基性岩類の中には約5mV/Vの分極率を示すものもあり，弱い鉱化を受けたアルコースや花崗岩と同程度のIP効果を示した。この結果に基づいて行った再シミュレーションでは50mV/V程度の比較的低IPモデルでも現地測定結果に適合した結果が得られた。第2年次の物理探査により把握されたIP異常は主として塩基性岩類の潜在によるものと考えられる。

鉱石の物性測定結果より，採掘可能な鉱石が潜在していれば，塩基性岩類に起因するIP異常より，より強いIP異常を形成するものと思われる。得られたIP異常が主に塩基性岩類に起因していたことは，本地域において未発見の鉱床が潜在している可能性が低いことを示唆する。

主として塩基性岩類に起因するIP異常に対して実施したボーリングで低品位ながら銅の鉱徴を捕捉できたことは地化学異常の分布域を調査の対象に選定したことによる。MJZM-5号の結果では，鉱徴深度が100m前後までの場合，地化学探査により地下の鉱徴の存在が把握されることが判明した。

MJZM-7号及び10号の結果からは，地表地化学異常とボーリングで捕捉された鉱徴とはやや離れており，鉱徴深度が深い場合には物理探査IP法によりボーリング調査位置を限定する必要がある。

尚，本地域では弱い鉱化帯と類似のIP効果を示す塩基性岩類の存在が確認されたことにより，今後の課題として，IP法物理探査を行う場合，事前に十分な岩石及び鉱石試料の収集と物性測定を行い，鉱石によるIP異常とIP効果を示す岩石によるIP異常を区別できるようにする必要がある。

5-2 将来への提言

1. 本年次調査で捕捉された鉱化帯の分析結果からは経済的に採掘対象となる鉱化帯の捕捉には至らなかったが，地表ではほとんど露頭の見られない広大な地域においても硫化鉱物の鉱化帯を捕捉できたことは今後の鉱床探査に有効な手法を示唆するものとして評価される。

即ち，調査団の採用した手法として

①第1年次：衛星画像解析，既存データ解析，地質概査，GPSを用いた土壤地化学探査概査

②第2年次：既存地化学探査データ解析，物理探査（IP法）

③第3年次：ボーリング調査

の段階的調査法はジンバブエの様な広大な地形を対象とした調査法として有効である。今後同様の地域を対象に鉱床探査を行う場合，本地域で用いた調査手法を採用することを提言する。

2. 物理探査（IP法）の実施に当たっては，事前に十分な岩石及び鉱石試料の収集と物性測定を行い，鉱石によるIP異常とIP効果を示す岩石によるIP異常を区別できるようにする必要がある。

第Ⅱ部 各論

第II部 各論

第1章 ボーリング調査

1-1 調査方法

1-1-1 調査目的及び概要

本調査は、第1～2年次調査結果に基づき、地化学探査異常地において得られた物理探査IP異常源が銅鉱化作用に基づくものであることを確認し、併せてその鉱化状況を明らかにすることを目的として実施した。

この目的のため、試錐基地をマンガラ鉱山北方約2 kmのチロンボツィ農場地区(MJZM-1)、同じく北東約2 kmのプレンビル農場地区(MJZM-2, 3, 4)、マンガラ鉱山南方約20 kmのイニャチ農場地区(MJZM-5)、及びオールドアラスカ鉱山南東約4 kmのブラックウッド農場地区(MJZM-6, 7, 8, 9, 10)に設置した。ボーリング位置を図II-1-1に示す。これらのボーリング位置は昨年度の総合解析結果として地化学探査異常地での物理探査IP異常源が認められる地点にあたる。

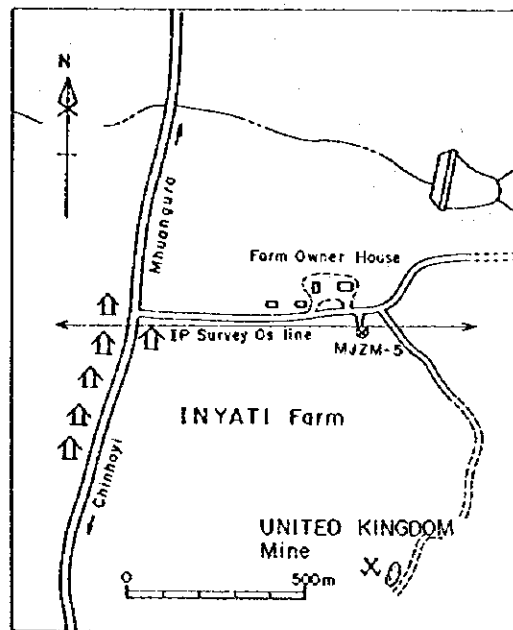
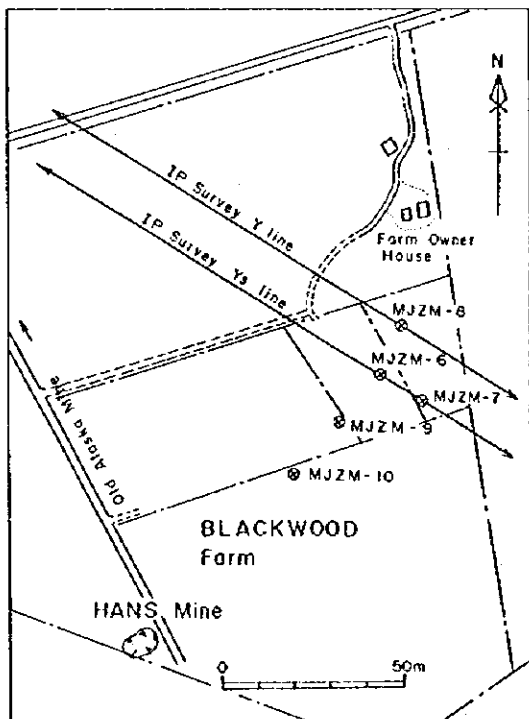
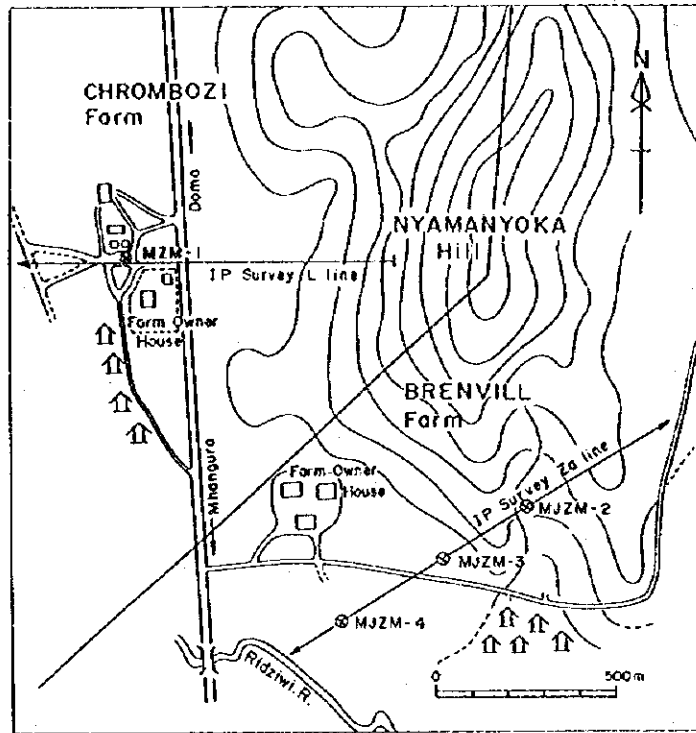
ボーリング作業はジンバブエの業者を用いて実施し、地質担当者がコア鑑定及び付近の地質調査などを実施した。これらのボーリング結果は、地表地質調査とともに総合検討した。コア鑑定は縮尺200分の1の柱状図にまとめ、鉱石着鉱部は原則として1 mごとにサンプリングを行い化学分析を行った。しかし、鉱石の産状に変化のみられる部分では、産状に応じたサンプリング間隔とした。また、代表的岩石は薄片を作成し、顕微鏡観察を行い、鉱化の認められる部分は鉱石研磨片を作成し、顕微鏡観察を行った。また、各地区の代表的ボーリングについては地化学探査分析、比抵抗及び分極率測定を行い、第1～2年次調査結果と対比検討することとした。なお、採取した全コアは、上下を明確にしてコア箱に収納し、コア箱の中及び外に採取深度を記載して、ハラレ市の地質調査局コア倉庫に保管した。

また、調査内容は表I-1-1に示したとおりである。

1-1-2 工法及び使用機材

本調査の掘削作業は、ジンバブエ国内のボーリング会社(R. A. Longstaff Pvt. Ltd 社)により実施された。ボーリング機械及び付帯設備、ビット、泥材、切削油、セメントなどの消耗品類は、すべてジンバブエ国内で調達された。

ボーリング調査はワイヤーライン工法(Wireline method)及び普通工法(Single core tube method)を採用した。調査にはボーリング機械計5台を使用した。破碎帯、逸水帯及び変質帯におけるボーリングコア採取率の向上を図るため、各種泥剤やケーシングパイプを適宜使用した。本調査に使用した主要機材及び消耗品などを表II-1-1～表II-1-2に示す。



図II-1-1 ボーリング位置図

表II-1-1 掘進使用機器一覧表

Item	Specification	Quantity	Comment
Drilling Machine	Sullivan 22	1	
	Longyear 44	3	
	Sullivan 36	1	
Drilling Pump	Royal Beans	5	
Bowser		2	
Shear Legs	12m Dereks	5	
Drill Pods	NQ	700 x 3m	
Drill Pods	B	80 x 3m	
Core Barrel	49/16	5	
Core Barrel	NQ	8	
Core Barrel	TBW	1	
Stand Pipe		10 x 6m	
Casing	NX	50 Lengths	
Casing	BX	7 Lengths	

表II-1-2 掘進使用消耗品一覧表

Item	Specification	Quantity	Comment
Metal Bit	49/16	5	
Diamond Bit	NQ	85	
Diamond Bit	1765 TBW	2	
Reaming Shells	NQ	5	
Reaming Shells	TBW	1	
Core Springs	NQ	86	
Basket	NQ	64	
Shackle	"D"	6	
Jaw	18"	10	
Jaw	24"	10	
Jaw	36"	4	
Heel	18"	10	
Heel	24"	10	
Heel	36"	4	
Dromus		345 Litres	
Diesel		10,400 Litres	
Hydraulic Oil		250 Litres	
Engine Oil		300 Litres	
Gear Oil		90 Litres	
Rod Grease		850 Kgs	
Lube grease		95 Kgs	

1-1-3 ボーリング作業

1. 用地造成

各試錐基地周辺はすべて平坦地あるいは緩傾斜地であり、基地及び作業道は簡単な作業で用地を確保した。

2. 設営作業

ボーリングに使用した機材は、すべてハラレ市から10トントラック1台で往復運搬した。各基地

間運搬も同様に10トントラック1台で往復運搬した。

作業員は各現場付近に仮設住宅を設置し、そこから作業現場へ通った。

設営作業及びボーリング作業は全て1方/日で行い、1方の作業時間は10時間であった。

3. 撤収作業

撤収作業も搬入時と同様すべて10トントラック1台でハラレ市へ往復運搬した。

ボーリングコアはすべてハラレ市の地質調査局コア倉庫に運搬収納した。

4. コアリング状況と泥水管理

本地域の地表風化帯深度は各試錐孔ともほぼ30m前後である。この間はNxで掘削した。コアリングは30.2%~68.9%であり平均的には54.2%である。その後新鮮な岩盤に到達した後はNQもしくはBQで孔底まで掘削した。この間のコアリングは100%であり、最低でも95.4%である。全体のコアリングは92.0%~98.6%であり平均的には95.2%である。

掘削用水には清水を使用し、岩盤の特性に応じて適宜ポリマーを添加して使用した。

5. ボーリング用水

用水は、ZMDC所属各鉱山の協力を得て、北部チロンボツィ、ブレンビル地区ではマンガラ鉱山から、また、南部ブラックウッド地区ではオールドアラスカ鉱山から6トン給水タンク車により運搬給水した。イニャチ地区では農場主の協力を得て灌漑用給水ポンプより直接パイプにより給水した。

1-1-4 掘進状況

作業全体の工程表を表II-1-3に示す。また、各孔ごとの掘進実績を表II-1-5~表II-1-14(付録)に示す。

各孔ごとに3mのスタンドパイプ及び岩石の状態に応じてケーシングパイプを約30m前後挿入した。MJZM-2号でロッド切断及び再掘削作業などがあった以外は作業は順調に行われた。作業態勢は1方/1日、10時間/1方である。

各孔の掘進状況は次のとおりである。

表II-1-4 掘進状況一覧表

No.	期 間			掘 削			ケーシング			能 率 (m)				
	開始	終了	延日数	実働日	休業日	深度 (m)	採取率 (%)	サイズ (mm)	深度 (m)	回収率 (%)	深度/延日数	深度/実働日	深度/延日数	深度/実働日
MJZM-1	94/09/22	94/10/07	16	13	3	202.60	94.47	86	21.40	86.0	12.66	15.58	18.42	25.33
MJZM-2	94/08/08	94/11/18	103	84	19	400.60	94.86	86	27.00	88.9	3.89	4.77	4.31	5.14
MJZM-3	94/10/30	94/12/05	37	32	5	400.60	96.58	86	30.00	80.0	10.88	12.52	12.92	15.41
MJZM-4	94/08/18	94/09/21	35	28	7	301.70	94.33	86	24.20	87.6	8.62	10.78	10.78	13.71
MJZM-5	94/08/26	94/09/14	20	17	3	200.00	92.00	86	12.00	75.0	10.00	11.76	11.11	13.33
MJZM-6	94/07/31	94/09/07	39	29	10	600.00	98.60	86	27.00	100.0	15.38	20.69	23.08	30.00
MJZM-7	94/09/08	94/10/11	34	27	7	600.00	98.25	86	33.20	91.0	17.65	22.22	22.22	28.57
MJZM-8	94/07/31	94/09/13	45	36	9	500.00	96.64	86	27.80	89.2	11.11	13.89	13.89	17.86
MJZM-9	94/12/01	94/12/20	20	20	0	452.00	96.90	86	30.00	80.0	22.60	22.60	30.13	30.13
MJZM-10	94/12/06	94/12/22	17	17	0	400.00	95.93	86	27.00	88.9	23.53	23.53	30.77	30.77

表II-1-3 ボーリング工事工程表

	平成6年7月		平成6年8月		平成6年9月		平成6年10月		平成6年11月		平成6年12月		備考			
	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	方位	傾斜	掘進長	BT採取率
MJZN-1 掘削作業 掘削作業					22-23 24	4 5-7							-	-90°	202.60m	94.47%
MJZN-2 掘削作業 掘削作業			8-14 15						15 16-18				-	-90°	400.60m	94.86%
MJZN-3 掘削作業 掘削作業							30-31 2						-	-90°	400.60m	96.58%
MJZN-4 掘削作業 掘削作業			18-22 23		19 20-21								-	-90°	301.70m	94.33%
MJZN-5 掘削作業 掘削作業			26-27 27		13 14-14								-	-90°	200.00m	92.00%
MJZN-6 掘削作業 掘削作業			31-4 5		30-31 7								-	-90°	600.00m	98.60%
MJZN-7 掘削作業 掘削作業					8-10 11		7 8-11						-	-90°	600.00m	98.25%
MJZN-8 掘削作業 掘削作業			31-4 5		9 10-13								-	-90°	500.00m	96.64%
MJZN-9 掘削作業 掘削作業										1-2 3	17 18-20		-	-90°	452.00m	96.90%
MJZN-10 掘削作業 掘削作業										6-7 8	20 21-22		-	-90°	400.00m	95.93%

1-2 調査結果

1-2-1 地質・鉱化

ボーリング位置図を図Ⅱ-1-1, ボーリング柱状図を図Ⅱ-1-2(付録), 地質断面図を図Ⅱ-1-3~図Ⅱ-1-7に示す。また, 岩石薄片鑑定結果は表Ⅱ-1-15, 鉱石研磨片鑑定結果は表Ⅱ-1-16, 鉱石分析結果は表Ⅱ-1-17(付録)に示す。

各孔の地質概要は次のとおりである。

1. グリーンフィールズ地区

(1) MJZM-1 (202.60m)

・0~15.20m 風化帯であり, 赤色~白色土壌, 白雲母片岩, アルコースなどの礫から構成される。
・15.20~202.63m 孔底までアルコースが卓越する。この間浅部では30.5~44.0m, 51.4~61.0m, 65.3~79.8mに細粒玄武岩質凝灰岩を伴う。深部には156.8~164.5m, 170.7~174.0m, 187.3~191.5mに苦灰岩~苦灰質砂岩を伴う。細粒玄武岩質凝灰岩部及びその周辺では強い褶曲, 変成を受け, 白雲母片岩となっている。地層傾斜は全体的に急傾斜(50°~70°)を示す。

岩石薄片の顕微鏡観察結果は以下のとおりである。

- ・55m では原岩は細粒玄武岩質凝灰岩であるが検鏡的には方解石-白雲母-石英片岩であり, 多量の方解石, 白雲母, 石英の他少量の斜長石, 不透明鉱物及び微量の電気石を伴う。
- ・100m では原岩は級化構造を伴うアルコースの最上部細粒部であるが変成を受け方解石-白雲母-石英片岩となっている。本岩は多量の白雲母, 石英の他中量の斜長石, 方解石, 少量のカリ長石, 不透明鉱物及び微量の磷灰石, ジルコンを伴う。
- ・118m では級化構造を伴うアルコースの最下部粗粒部で雲母質アルコースである。本岩は多量の白雲母, 石英, 斜長石の他中量のカリ長石, 方解石, 少量の不透明鉱物(黄鉄鉱?)及び微量の磷灰石, ジルコンを伴う。

鉱化は44.0~64.0m, 196.8~199.8mのアルコース中に弱い磁鉄鉱が認められる。

鉱石研磨片の顕微鏡観察結果は以下のとおりである。

・44.30m, 64.46m, 198.70m ではいずれも少量の自形あるいは不規則外形磁鉄鉱及びその風化変質物である磁赤鉄鉱, 赤鉄鉱, の他微量の柱状黄鉄鉱, 外形不定の閃亜鉛鉱がみられる。

鉱石の分析結果は以下のとおりである。

金は検出限界値(0.01ppm)付近又は未満である。銀はいずれも1ppm未満である。銅は全て10ppm未満, ニッケルは最大120ppm, マルムは最大17ppm, 鉄は1~3%で鉱石要件を満たさない。白金は1試料(49m~50m)で1221ppbを示し特筆される。

(2) MJZM-2 (400.60m)

本孔は孔底まで花崗岩が連続する。この間74.87m~77.80mに石英脈, 112.77m~113.77m, 252.40m~254.30m, 255.60m~257.77m, 268.61m~306.00m, 350.10m~352.40mに粗粒玄武岩質岩脈が分布する。また, 特徴的に160~342mでは強い破碎帯であり, 特に240~333m間には強い珪化(縞状石英脈~網状脈)を伴う。

珪化~破碎帯中には多量の赤鉄鉱, 緑泥石及び少量~微量の黄鉄鉱を伴う鉱化が認められる。

210.10mの鉱石研磨片は縞状石英脈であり, 顕微鏡観察結果では赤鉄鉱化を伴う中量の自形磁鉄鉱, 少量の柱状赤鉄鉱及び微量の自形黄鉄鉱が認められる。

鉱石の分析結果は以下のとおりである。

金は最大0.12ppmである。銅は珪化帯でやや高い傾向を示すがいずれも1ppm未満である。銅は最大55ppm、ニッケルは最大89ppm、カドミウムは最大15ppm、鉄は0.6~8.73%、白金は最大878ppbで鉱石要件を満たさないが珪化帯~石英脈でやや品位が比較的高い傾向がある。

(3) MJZM-3 (400.60m)

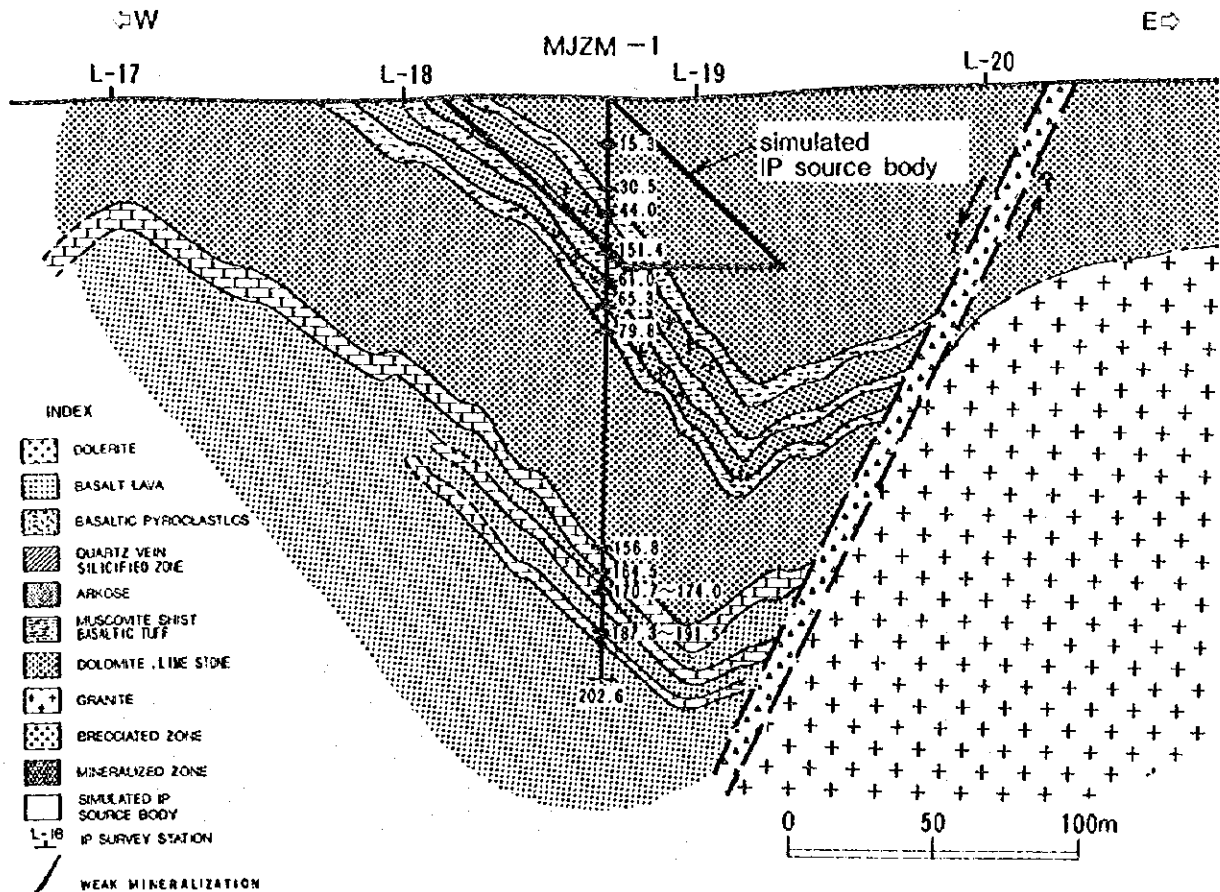
0m~6.00mまで赤色土壌である。6.00m~孔底までは花崗岩が連続する。この間72.30m, 132.55m, 133.80m~138.60m, 178.48m, 187.50m, 198.09m, 211.90m, 214.10m, 336.70m~338.00m, 387.00m~394.00m等の各所に石英脈~石英細脈帯、及び22.28m~22.58m, 27.00m~42.90m, 82.84m~91.30m, 251.70m~252.10m, 287.90m~291.55m, 342.90m~351.10m, 374.30m~383.00mには粗粒玄武岩質岩脈が認められる。破碎帯は49.00m~82.84mにやや顕著である他岩脈付近に弱い破碎帯がみられる。

鉱化は岩脈中及び境界部に微量黄鉄鉱が認められる他は顕著なものはなく、また、破碎帯においても微弱な石英-緑泥石脈を認めるのみである。

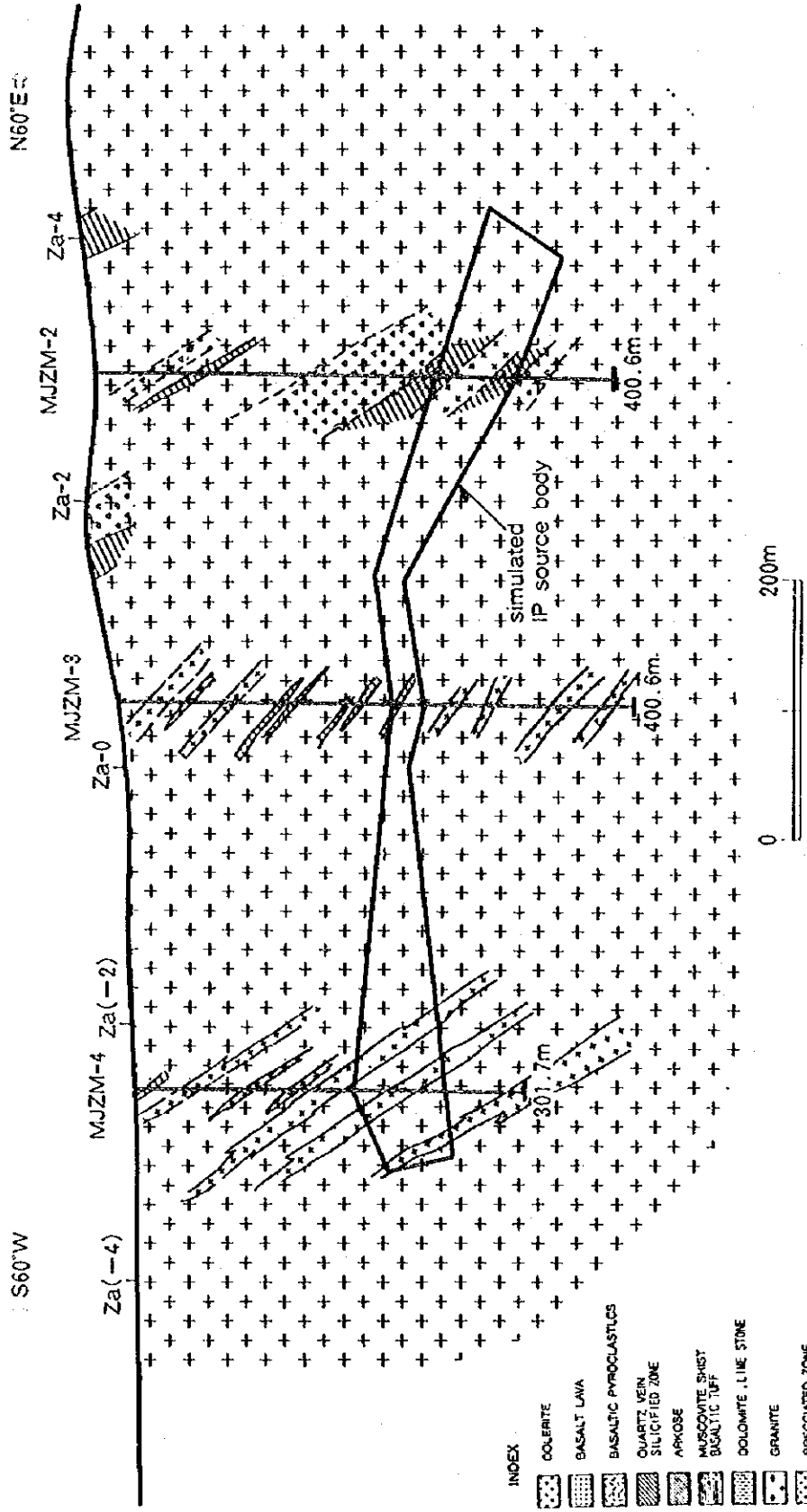
(4) MJZM-4 (301.70m)

本孔も孔底までは花崗岩が連続する。この間1.78m~3.39m, 116.30m(W=30cm)に石英脈が認められる他、27.20m~47.75m, 86.10m~89.00m, 103.30m~154.30m, 192.10m~209.60m, 293.40m~296.70m, 299.700m~孔底には粗粒玄武岩質小岩脈帯が認められる。破碎帯はほとんど見られず、79.88m~115.00mにかけて微弱な石英-緑泥石脈を認めるのみである。

鉱化は岩脈中及び境界部に微量黄鉄鉱が認められるのみである。



図II-1-3 ポーリング断面図 (MJZM-1号)



図II-1-4 ボーリング断面図 (MJZM-2, 3, 4号)

2. イニャチ地区

(1) MJZM-5 (200.00m)

- ・0m~7.55m は風化帯であり、赤褐色土壤に珪岩~苦灰岩~石灰岩の岩片が混在する。
- ・7.55m~17.95m では石灰岩であり、白色~乳白色で緻密堅硬無層理の岩石である。
- ・17.95m~25.00mでは玄武岩質凝灰岩~白雲母片岩であり、緑色を呈する。本岩は強い変成及び褶曲を受け、微褶曲構造を伴う他、石英脈(分結脈?)を多く伴う。
- ・25.00m~43.12mでは粗粒玄武岩貫入岩であり、暗緑色を呈し、塊状緻密堅硬である。本岩には部分的に石英、方解石、磁鉄鉱、赤鉄鉱等の細脈を伴う。
- ・43.12m~48.40mでは緑色を呈する玄武岩質凝灰岩~白雲母片岩である。
- ・48.40m~88.30mでは暗緑色、緻密堅硬な粗粒玄武岩貫入岩であり、石英、方解石、磁鉄鉱、電気石等の脈を伴う。また、一部には方解石、緑泥石に充填された杏仁状部もみられる。
- ・88.30m~90.70mでは玄武岩質凝灰岩~白雲母片岩であり、緑色を呈する。本岩は微褶曲構造を伴う他特徴的に葉理に沿って石英脈及び黄鉄鉱、黄銅鉱脈をやや多く伴う。
- ・90.70m~94.50m礫岩であり、花崗岩、アルコース、泥岩、粗粒玄武岩など雑多な重円礫を伴う。
- ・94.50m~孔底まではアルコースが分布する。この間95.60m~99.50m, 128.53m, 166.20m, 188.50m, 196.00m~197.20mでは石英脈を伴う他、赤鉄鉱に富む赤色部分、緑泥石に富む緑色部分、及び級化構造を示す部分等種々の岩相を呈する。

岩石薄片の顕微鏡観察結果は以下のとおりである。

- ・15m では石灰岩であり、検鏡的には多量の方解石、少量の石英からなる。方解石は一般に細粒糖状であるが一部大型方解石からなる部分もある。
- ・19.50mでは方解石、緑泥石岩である。方解石、緑泥石は大型でパッチ状に存在する。緑泥石は中~少量の石英、微量の斜長石と共に石基部の主要構成鉱物である。この他小~微量の電気石、絹雲母、不透明鉱物を伴う。
- ・30m, 40m, 50m, 70m は変質粗粒玄武岩である。これらはオフィチック組織を示し、多量の斜長石を伴う他、多量の透角閃石、中量のスフェーンを含む場合があり、また、変質を受け緑泥石、緑廉石、方解石、石英を生じている。
- ・45mでは方解石、石英、斜長石、緑泥石準片岩であり、多量の斜長石、葉片状緑泥石、中量の石英、細脈状方解石、鉄鉱物、及び少量の透角閃石、緑廉石、スフェーンを伴う。
- ・90mでは石英、方解石、緑泥石片岩である。これには多量の石英、葉片状緑泥石、細脈状方解石の他、少量の斜長石、葉片状絹雲母、及び黄銅鉱、黄鉄鉱を伴う。

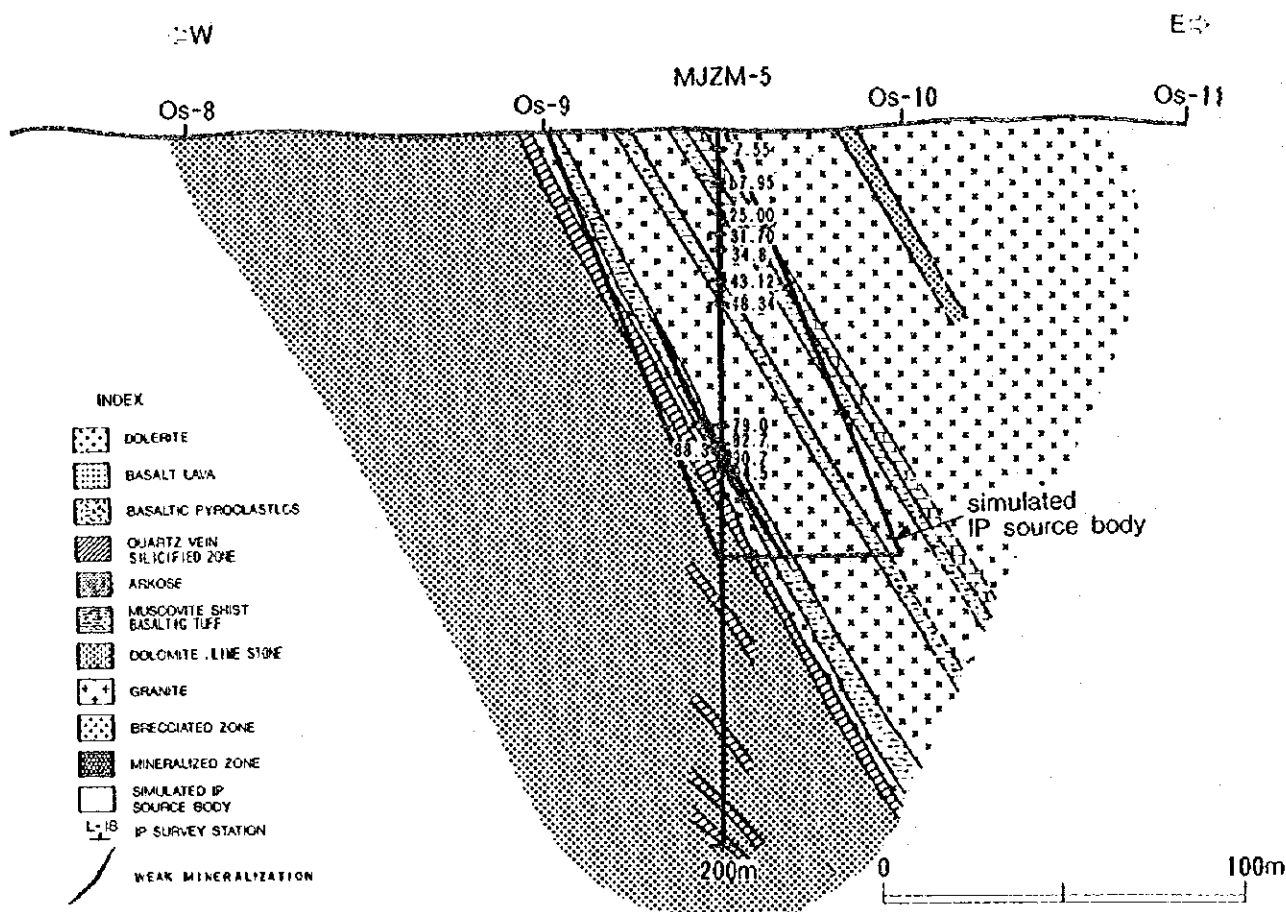
鉱石研磨片の顕微鏡観察結果は以下のとおりである。

- ・89.30m では方解石、石英を伴う脈石中に少量の外形不定の黄銅鉱、微量の閃亜鉛鉱、及び極微量の斑銅鉱が認められる。

- ・54.95mは粗粒玄武岩中の脈であり、主として磁鉄鉱より構成される。

鉱石の分析結果は以下のとおりである。

本孔は肉眼的にも観察できる鉱化帯で、銀は最大4.7ppm、銅は最大4490ppm(0.45%)が認められる。その他の元素については特筆すべき品位は示さない。



図II-1-5 ボーリング断面図 (MJZM-5号)

3. アングワ地区

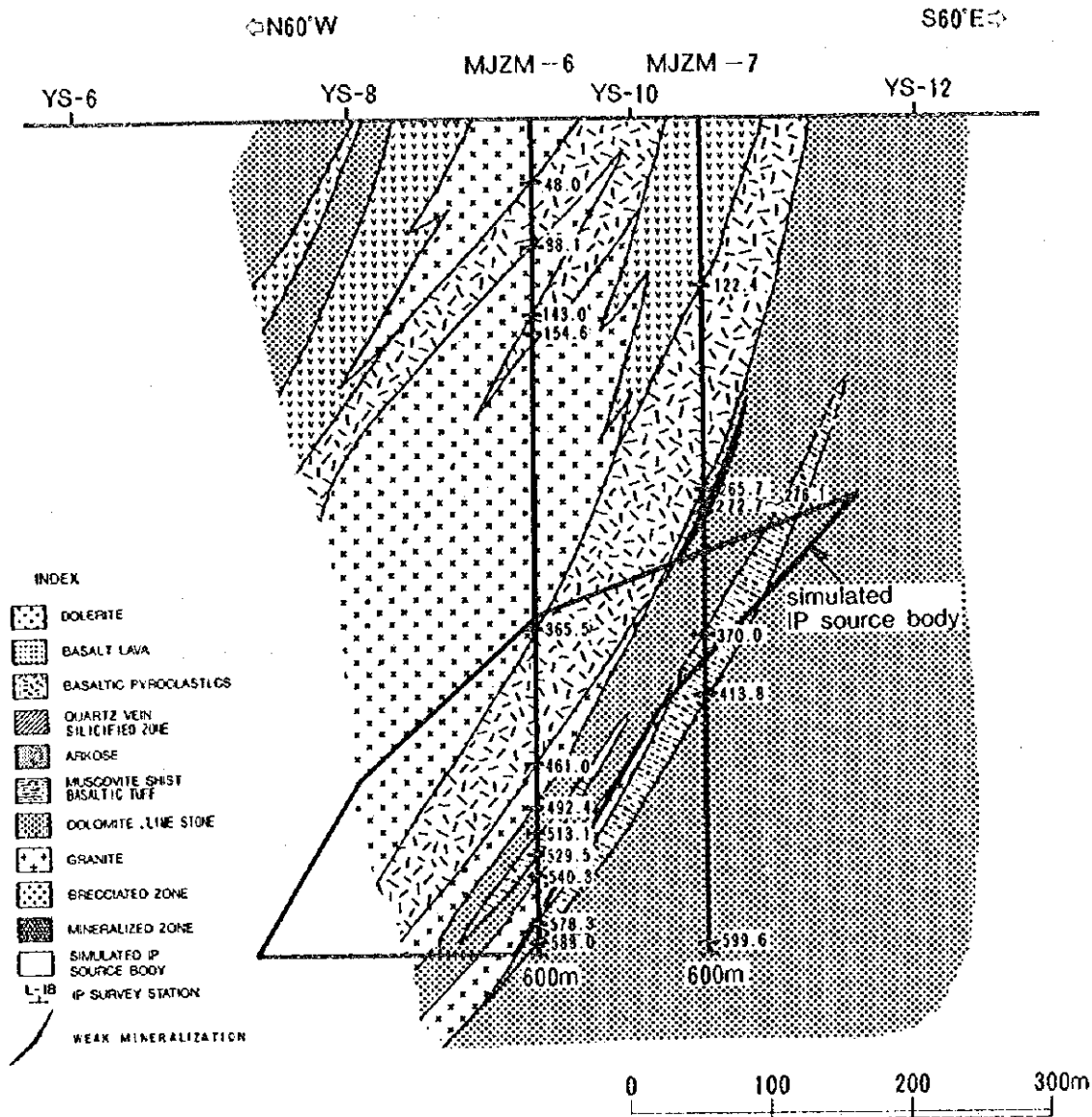
(1) MJZM-6 (600.00m)

- ・0m~7.15mは風化帯の褐色土壌であり、粗粒玄武岩岩片を多く伴う。
- ・7.15m~493.00mは粗粒玄武岩貫入岩である。この間48.00m~78.08m, 83.89m~88.18m, 143.00m~154.60m, 365.50m~461.70mには玄武岩質火砕岩を挟み、また、120.70m付近には溶岩状部分も認められ、本岩は繰り返して貫入活動を行ったシート状貫入岩と判断される。
- ・493.00m~513.10mは中粒のアルコースであり、赤鉄鉱を伴う淡赤色を示し、緑泥石のスポットを伴う。
- ・513.10m~529.50mは玄武岩質細粒緑色凝灰岩であり、一部に淡赤色の砂質部分を伴う。
- ・529.50m~540.53mは淡赤色アルコース及び玄武岩質細粒緑色凝灰岩互層帯である。
- ・540.53m~578.30mは本孔浅部のものと同質の粗粒玄武岩貫入岩である。
- ・578.30m~588.00mは玄武岩質細粒緑色凝灰岩であり、淡緑色~濃緑色を示し、一部に淡赤色の赤鉄鉱部分を伴う。
- ・588.00m~孔底までは中粒~細粒のアルコースであり、一部に細粒緑色凝灰岩を伴う他、明瞭な斜交層理を示す。

鉱化はアルコース中の上部に赤鉄鉱、磁鉄鉱が認められるが顕著な銅鉱化は捕捉できなかった。

鉱石の分析結果は以下のとおりである。

金は検出限界値付近または未満である。銀はいずれも1ppm未満である。銅は最大81ppm、ニッケルは最大141ppm、コバルトは最大42ppm、鉄は約1~9%、白金は最大530ppbで鉱石要件を満たさない。また、銅、コバルト、鉄、白金の品位については母岩による差異がみられる。



図II-1-6 ボーリング断面図 (MJZM-6, 7号)

(2) MJZM-7 (600.00m)

- ・0m~122.35mは玄武岩溶岩である。この間自破砕状構造、石英、方解石で充填された杏仁状組織、及び石英小脈に伴う白色化、黄鉄鉱染帯が認められる。
- ・122.35m~265.74mは玄武岩質火砕岩が連続する。本岩は緑色~暗緑色の基質部に大小各種の亜円礫状本質礫を大量に伴い、稀には異質礫として少量の花崗岩、アルコース、泥質岩礫を含んでいる。また、一部には細粒凝灰岩を伴っている。
- ・265.74m以降孔底までは一部に玄武岩質凝灰岩 (370.00m~413.80m) を伴いながらアルコースが連続する。アルコースの上層部 (266~320m) では多数の石英、黄鉄鉱、黄銅鉱脈を伴い、一部には黄鉄鉱

の巨晶 ($\phi=5\text{cm}$) を伴う他、脈周辺に白色化及び黄鉄鉱、黄銅鉱の鉱染状鉱化を及ぼしている。アルコースの下層部では410m~480mにかけて繰り返し級化構造がみられる他、480m~497mにかけて明瞭な斜交層理が認められる。497m以降も不明瞭ながら級化構造及び斜交層理が各所にみられる。なお、アルコースの下層部では微細な石英脈はみられるものの顕著な鉱化は見られない。

岩石薄片の顕微鏡観察結果は以下のとおりである。

- ・40m, 65mは変質玄武岩である。中量の斜長石、黒雲母を伴い塊状組織を呈する。また変質を受け多量の緑泥石、中量の方解石、及び少量の緑帘石、石英、自形黄鉄鉱を生成している。
- ・150m, 160mは玄武岩質火砕岩である。石基部には多量の方解石の他中量~少量の石英、斜長石、カリ長石、柱状黒雲母、針状白雲、葉片状緑泥石、微量の燐灰石、不透明鉱物を伴う。
- ・245m, 275m, 300m, 375m, 390m, 410m, 440m, 450mはいずれもアルコースであり、場所により色調、粒径等諸岩相を呈するが大局的には多量の石英、多量~中量の斜長石、方解石、中量~少量のカリ長石、白雲母、緑泥石、及び場所によっては微量の黒雲母、電気石、スフェーン、燐灰石、ジルコンを伴う。

鉱石研磨片の顕微鏡観察結果は以下のとおりである。

- ・48.50mは玄武岩溶岩中の鉱化である。ここでは少量の自形~不規則外形の黄鉄鉱、微量の外形不定微粒の閃亜鉛鉱が認められる。
- ・272.9mはアルコース中の石英細脈に伴う鉱化である。ここでは多量の石英、少量の方解石、珪酸塩鉱物に伴って中量の外形不定の黄銅鉱、及びその二次鉱物である斑銅鉱、輝銅鉱、少量の自形黄鉄鉱、外形不定の閃亜鉛鉱、その他中量の磁赤鉄鉱が認められる。
- ・285.9m, 301.0m, 314.1mは同様にアルコース中の石英細脈に伴う鉱化である。ここでは少量の自形~不規則外形の黄鉄鉱、微量の外形不定微粒の閃亜鉛鉱が認められる。

鉱石の分析結果は以下のとおりである。

金は検出限界値付近または未満である。銀は最大1.2ppmである。銅は玄武岩質火砕岩直下のアルコース中に周辺に比較してやや高い含有量(366ppm & 117ppm)がみられる。この層準は既知鉱床(ハンス鉱山)の層準に対応し、鉱化帯の末端~延長部に相当するものと思われる。白金は最大942ppbを示すが全体的には低い。その他の元素は特筆すべき品位を持たない。

(3) MJZM-8 (500.00m)

- ・0~159.00mまでは玄武岩質火砕岩である。この間緑色~暗緑色の基質部に大量の本質礫を伴い深部の量、径ともに増加する。
- ・159.00m~364.00mはアルコースである。上層部ではカリ長石、赤鉄鉱に富み、淡赤色を呈し、比較的均質である。下層部は緑泥石を伴い淡赤色部、緑色部が不規則交互に出現する他、230m~305mでは繰り返し級化構造、305m~350mでは明瞭な斜交層理が認められる。
- ・364.00m~413.70mは再度玄武岩質火砕岩が出現する。この間暗緑色~オリーブ緑色を呈し、一部に変質に伴う緑帘石を生成する。
- ・413.70m~孔底は粗粒玄武岩貫入岩である。この間一部に赤鉄鉱、緑帘石小脈を伴う他、境界部に微量の黄鉄鉱鉱染を伴う。

鉱化はアルコース上層部に赤鉄鉱、磁鉄鉱、極微量の黄鉄鉱が認められる他は顕著な銅鉱化は見られない。

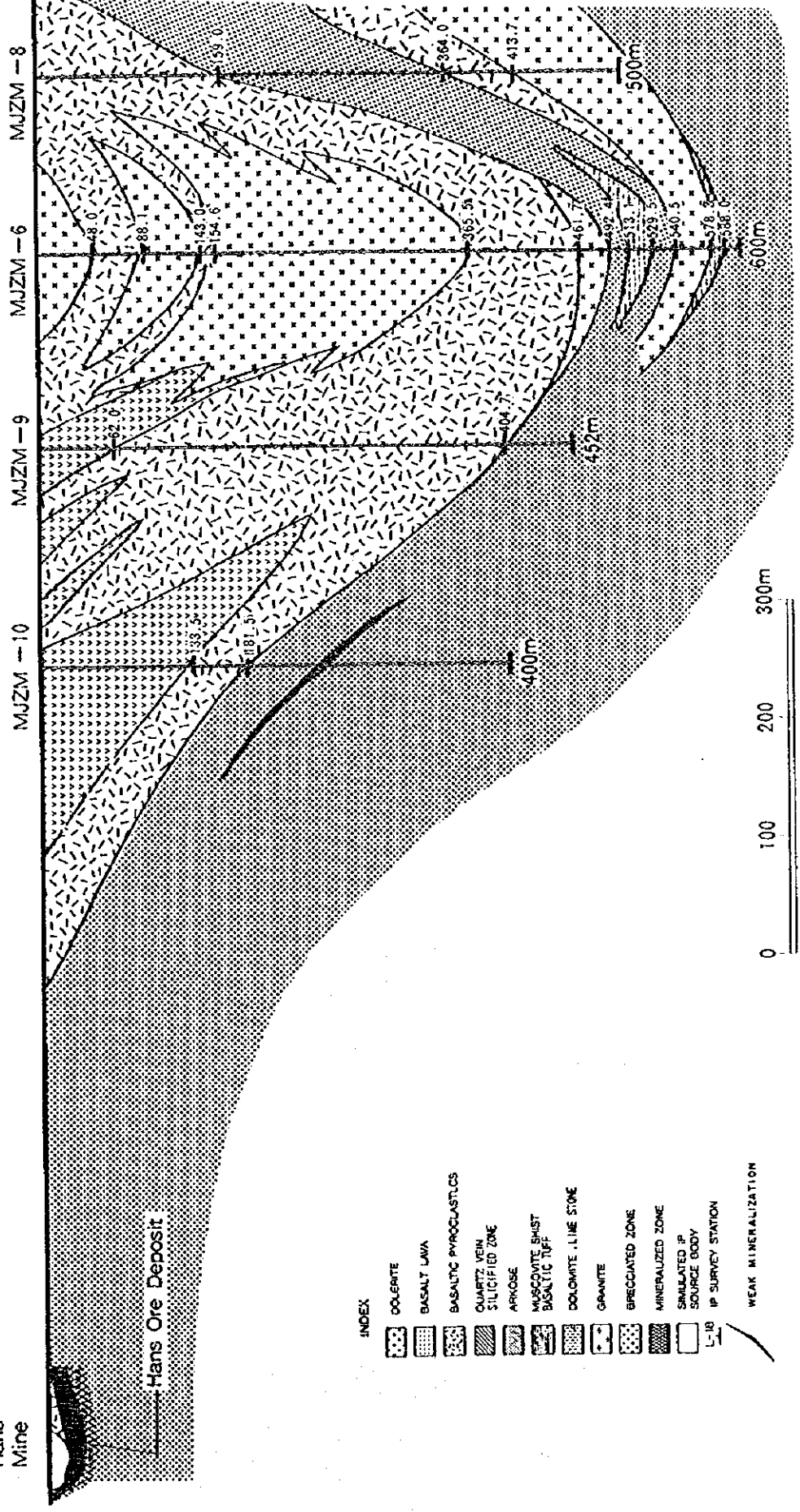
本孔の分析結果は特筆すべき品位を持たない。

N38°E

S38°W

Hans Mine

Hans Ore Deposit



- INDEX
- DOLERITE
 - BASALTIC LAVA
 - BASALTIC PYROCLASTICS
 - QUARTZ VEIN SILICIFIED ZONE
 - ARKOSE
 - MUSCOVITE SHIST BASALTIC TUFF
 - DOLOMITE LIMESTONE
 - GRANITE
 - BRECCIATED ZONE
 - MINERALIZED ZONE
 - SIMULATED IP
 - SOURCE BODY
 - IP SURVEY STATION
 - WEAK MINERALIZATION

図II-1-7 ボーリング断面図 (MJZM-6, 8, 9, 10号)

表II-1-15 岩石薄片鑑定結果一覽表

No.	Rock name defined by microscopic observation	Lithology	Locality	Latitude	Longitude	Mineral assemblages											Texture	Remarks						
						Qtz	Ab	Kfs	Ms	Pl	Hbl	Tr	Ep	Py	Chl	Prp			Cr	Di	St	Gr	Sp	Zn	Ap	Py
NS-1	Altered basalt	Basaltic lava	Beveras	N27°-7' 40m E	25° 11'	S30	2.16	Δ															interstitial	
NS-2	Altered basalt	Basaltic lava	Beveras	N27°-7' 65m E	25° 11'	S30	2.16	Δ															interstitial	
NS-3	Cal. rubble conglomerate	Basaltic pyroclastic tuff	Beveras	N27°-7' 160m E	25° 11'	S30	2.16	Δ															epidoblastic	
NS-4	Cal. rubble conglomerate	Basaltic pyroclastic tuff	Beveras	N27°-7' 160m E	25° 11'	S30	2.16	Δ															epidoblastic	
NS-5	Limestone	Basaltic tuff	Beveras	N27°-5' 15m E	4.36	S30	11.11	Δ															saccharoidal	with fossils
NS-6	Cal-Chl rock	Basaltic tuff	Beveras	N27°-5' 19.5m E	4.36	S30	11.11	Δ															ophitic	with augite
NS-7	Dolerite(altered)	Dolerite	Beveras	N27°-5' 30m E	4.36	S30	11.11	Δ															ophitic	with augite
NS-8	Dolerite(altered)	Dolerite	Beveras	N27°-5' 40m E	4.36	S30	11.11	Δ															epidoblastic	Schistose
NS-9	Cal-Qtz-Chl semischist	Basaltic tuff	Beveras	N27°-5' 45m E	4.36	S30	11.11	Δ															intergranular	
NS-10	Dolerite(altered)	Basaltic lava	Beveras	N27°-5' 50m E	4.36	S30	11.11	Δ															ophitic?	
NS-11	Dolerite(altered)	Dolerite	Beveras	N27°-5' 10m E	4.36	S30	11.11	Δ															epidoblastic	with Gr, Py
NS-12	Qtz-Chl schist	Basaltic tuff	Beveras	N27°-5' 9m E	4.36	S30	11.11	Δ															with Py	
NS-13	Calcareous arkose	Basaltic tuff	Beveras	N27°-7' 25m E	25° 11'	S30	2.16	Δ																
NS-14	Calcareous arkose	Basaltic pyroclastic tuff	Beveras	N27°-7' 25m E	25° 11'	S30	2.16	Δ																
NS-15	red Calcareous arkose	Arkose	Beveras	N27°-7' 30m E	25° 11'	S30	2.16	Δ																
NS-16	Calcareous lithic sandstone	Basaltic tuff	Beveras	N27°-7' 33m E	25° 11'	S30	2.16	Δ																
NS-17	Calcareous and siliceous arkose arenite	Basaltic tuff	Beveras	N27°-7' 35m E	25° 11'	S30	2.16	Δ																
NS-18	Micaceous(dolite)arkose arenite	Basaltic tuff	Beveras	N27°-7' 35m E	25° 11'	S30	2.16	Δ																
NS-19	Cal-Mus-Qtz schist	Basaltic tuff	Beveras	N27°-1' 35m E	31.63	S30	9.94	Δ																
NS-20	Cal-Mus-Qtz semischist	Shale-fine sandstone	Beveras	N27°-1' 100m E	31.63	S30	9.94	Δ																
NS-21	Micaceous arkose	Shale - sandstone	Beveras	N27°-1' 100m E	31.63	S30	9.94	Δ																
NS-22	Arkose	Arkose	Beveras	N27°-7' 40m E	25° 11'	S30	2.16	Δ																
NS-23	Arkose	Arkose	Beveras	N27°-7' 45m E	25° 11'	S30	2.16	Δ																

* common, Δ rare

Abbreviation of mineral names

Qtz: quartzite Pl: plagioclase Ab: albite Kfs: potassium feldspar St: stibite Ms: muscovite Pl: phloppite Hbl: hornblende Tr: tremolite Pmp: pumpellyite Ep: epidote Cr: clinzoisite

Di: diopside Gr: garnet St: staurolite Chl: chlorite Cld: chloritoid Tol: tourmaline Cal: calcite Dol: dolomite Gr: graphite Ir: iron oxides Sp: sphene Ru: rutile Ap: apatite Zn: zircon

(4) MJZM-9 (452.00m)

- ・0m~15.00mは風化帯であり、黄褐色土壌に玄武岩、緑色凝灰岩、珪岩礫を伴う。
- ・15.00m~62.00mは玄武岩溶岩である。この間オリーブ緑色~暗緑色を示し塊状で一部に方解石に満たされた杏仁状組織を伴う他、方解石小脈を多く伴う。
- ・62.00m~404.70mは玄武岩質火砕岩が卓越する。
- ・404.70m以降はアルコースである。本岩は淡赤色~淡緑色を示し細粒部中粒部が交互に出現する縞状構造を伴う。孔底付近には微褶曲構造、斜交層理も部分的に観察される。
鉱化は413~423m付近に磁鉄鉱、磁硫鉄鉱が認められるのみで銅鉱化は認められない。
本孔の分析結果は特筆すべき品位を持たない。

(5) MJZM-10 (400.00m)

MJZM-10号 (400m)

- ・0m~19.30mは風化帯の赤褐色~淡緑色の土壌に玄武岩礫を伴う。
- ・19.30m~132.30mは玄武岩溶岩である。緑色~暗緑色を示し、杏仁状組織を伴う他、典型的な自破碎構造を示す。
- ・132.30m~181.50mは玄武岩質火砕岩がである。
- ・181.50m以降孔底まではアルコースが連続する。上層部は細粒均質であり、淡赤色部分、紫色部分、緑泥石~緑簾石を伴う緑色部分が交互に出現する。289.00m~333.50m、及び375.30m以降では明瞭な繰り返し級化構造を示し、333.50m~375.30mでは斜交層理を示す。
鉱化はアルコース中の201.73~207.73m、215~226m、255~267mに磁鉄鉱、磁硫鉄鉱、赤鉄鉱、及び微弱な斑銅鉱が認められる。銅鉱化の程度は微弱と思われる。

鉱石の分析結果は以下のとおりである。

銀は204.73m~206.23mで最大5.13ppmである。銅はほぼ同じ層準(201.73m~209.23m)でアルコース中に比較的高い含有量(最大1867ppm)がみられる。この層準も既知鉱床(ハンス鉱山)の層準に対応し、鉱化帯の末端~延長部に相当するものと思われる。その他の元素は特筆すべき品位を持たない。

1-2-2 コアによる地化学探査

当地域では土壤地化学探査を契機としてノーラ鉱山、シャックルトン鉱山、アボンダール鉱山、アングワ鉱山が発見された。第1年次、第2年次調査においても明瞭な銅異常地を捕捉した。本調査は地表地化学異常と地下深部の状況との関連を検討する目的をもって実施した。

本調査では各地区の代表的試錐について実施することとし、対象とした試錐及び採取試料数は以下のとおりである。

表II-1-18 コアによる地化学探査採取試料一覧表

地 区	試錐No.	採取試料数
グリーンフィーリス地区 (ロンボヅファーム)	MJZM-1	21
グリーンフィーリス地区 (グレイブファーム)	MJZM-2	74
イニャチ地区 (イニャチファーム)	MJZM-5	25
アングワ地区 (ブラックホットファーム)	MJZM-7	108
計	4孔	228

指示元素は第1年次調査同様に金、銀、銅、鉛、亜鉛、鉄、コバルト、ニッケル、ヒ素、水銀の10成分について分析を行った。分析結果は表Ⅱ-1-19及び図Ⅱ-1-8(付録)に示す。

岩種によるバラツキがみられ、その概要は次のとおりである。

- ・銅は玄武岩溶岩部で高く30ppm~60ppmの値を示す。玄武岩質火砕岩中ではやや低く10ppm前後である。アルコース、花崗岩中では更に低く、5ppm前後であり10ppmを越えることはまれである。
- ・亜鉛は玄武岩質火砕岩~凝灰岩で高く150ppm~400ppm前後の値をとる。玄武岩溶岩ではやや低く、60ppm~90ppmを示す。アルコース中では一般に30ppm~80ppmであるが300ppm前後を示す場合もあり変化に富む。花崗岩中では2ppm~8ppmで10ppmを越えることは稀である。
- ・鉛は玄武岩溶岩及び玄武岩質火砕岩~凝灰岩で30ppm~50ppm前後の値をとり、アルコース及び花崗岩中では10ppm~30ppmを示し、全体的に大差は認められない。
- ・ニッケルは玄武岩及び玄武岩質火砕岩で高く100ppm~200ppm前後の値をとる。玄武岩質凝灰岩及びアルコース中では一般に20ppm~50ppmである。花崗岩中では更に低く5ppm~30ppmである。
- ・コバルトは玄武岩及び玄武岩質火砕岩で高く30ppm~50ppm前後の値をとる。玄武岩質凝灰岩及びアルコース中では一般に5ppm~20ppmである。花崗岩中では更に低く検出限界値(1ppm)前後である。
- ・鉄は玄武岩及び玄武岩質火砕岩で高く3~5%の値をとる。玄武岩質凝灰岩及びアルコース中では一般に1%前後である。花崗岩中では更に低く0.5%前後である。
- ・金、銀、ヒ素、水銀については銀が玄武岩及び玄武岩質火砕岩で若干高くなる以外はいずれも検出限界値前後を示し、岩種による差異は認められない。

以上の全般的傾向に対し第1年次調査、第2年次調査ではそれぞれ銅73.3ppm、70.1ppm以上を銅地化学異常と判断している。各孔毎の特徴は以下のとおりである。

- ・MJZM-1号は銅地化学異常値を示さない。
- ・MJZM-2号は256.70m、260.00m、270.00mで銅高濃度帯を捕捉した。また、270.00mでは同時に水銀高濃度帯を捕捉した。しかし、これは粗粒玄武岩質岩脈またはその近傍に対応しており、本地区の銅鉱化とは性格が異なるものと思われる。
- ・MJZM-5号は55.00m~90.00mに銅高濃度帯及び金銀高濃度帯を捕捉した。本孔で捕捉された石英脈帯延長部は地表においても確認される。第1年次、第2年次調査で捕捉した銅地化学異常は本孔鉱化帯延長部を捕捉したものと思われる。
- ・MJZM-7号は玄武岩溶岩中の10.00m、29.90m、40.00m、115.00mに銅高濃度帯を捕捉した。これらは石英、方解石小脈及び周辺の白色化変質、微粒黄鉄鉱鉱染帯に該当し、玄武岩溶岩活動に伴って鉱化を受けたものと思われる。アルコース中では275.00m、280.00mに銅高濃度帯を捕捉した。この層準はハンス鉱山の層準に対応し、鉱化帯の末端~延長部に相当するものと思われる。一方、地表で捕捉されている銅地化学異常帯はこれら鉱化帯とやや離れた位置にある。土地化学探査異常域におけるポーリング位置選定のためには適切な物理探査法(IP法)を併用し、硫化物鉱化帯の示徴を確認の上計画を策定する必要がある。

1-2-3 コアによる岩石物性試験

1. 試料

ポーリングコアの電気的特性データを収集することを目的として代表的な試料を各地区毎に採取して、岩石物性測定を行った。対象とした試錐及び採取試料数は以下のとおりである。

表II-1-20 コアによる岩石物性試験採取試料一覧表

地 区	試錐No.	採取試料数
グリーンフィーリス地区 (グリーンフィールド)	MJZM-1	11
グリーンフィーリス地区 (グリーンフィールド)	MJZM-2	37
イニャチ地区 (イニャチ)	MJZM-5	13
アングワ地区 (アングワ)	MJZM-7	55
計	4孔	116

2. 測定

試料は1日水道水に浸してからタイム・ドメイン法でIPと比抵抗の測定を行った。電流電極と電位電極は白金線を使用し、電気分解の影響を避けるため電流密度約 $1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 以下で測定を行った。

採取した岩石試料は一般的に均質な岩石が多く、砂質～泥質片岩などの縞目模様の試料は一部である。使用した装置・機材は次のとおりである。

表II-1-21 測定装置・機材一覧表

機 器	メーカー	型式	仕様・性能	数量
送信機	IRIS インストルメント	IP-L	出力: $1\mu\text{A}\sim 100\mu\text{A}$ max 10V	1式
受信機	SCINTREX	IPR-12	8チャンネル, 14ビット Input Range: $50\mu\text{V}\sim 14\text{V}$	1式
電 極		Pt線		1式

3. 測定結果

測定結果を表II-1-22に示す。

各ボーリングの物性値の垂直分布を図II-1-9～12, 試料の見掛け比抵抗と充電率の関係を図II-1-13, 鉄品位と充電率の関係を図II-1-14, 銅品位と充電率の関係を図II-1-15に示す。充電率は935msecの値である。

測定結果の概要は以下のとおりである。

- ・見掛け比抵抗と充電率には、明瞭な関係が認められない。
- ・見掛け比抵抗は、 $20\sim 6,500\Omega\cdot\text{m}$ を示す。また、充電率は $0.5\sim 55\text{mV}/\text{V}$ である。
- ・充電率と鉄品位および銅品位の分布には、明瞭な関係が認められない。
- ・各ボーリングにおいて、約 $200\Omega\cdot\text{m}$ 以下の低比抵抗を示すコア試料は、強い褶曲、空隙、細脈などに発達する細かい割れ目を反映している。
- ・ $10\text{mV}/\text{V}$ 以上の充電率は、MJZM-1で深度30m以浅、MJZM-7で深度140～260m付近に認められる。
- ・物性値から明らかなように充電率の値は全体に低く、最大約 $50\text{mV}/\text{V}$ である。見掛け比抵抗は $20\sim 6,500\Omega\cdot\text{m}$ と変化が大きい。
- ・ $10\text{mV}/\text{V}$ 以上の充電率と $30\sim 1,000\Omega\cdot\text{m}$ の見掛け比抵抗を示す試料は黄鉄鉱鉱染を伴うアルコース、粗粒玄武岩及び玄武岩質火砕岩であった。

4. 解析

図II-1-16に示すように前年度の地表採取試料と鉱石試料では約 $10\text{mV}/\text{V}$ で鉱石と岩石の充電率分布が明瞭に分かれた。一方、コア試料による測定では粗粒玄武岩及び玄武岩質火砕岩で約 $60\text{mV}/\text{V}$ を

表II-1-22 コアの物性試験結果一覧表(1)

M12:935nsec														
Dep(m)	Remark	VP(mv)	RHO(ohm-m)	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
23.00	Arkose	21.30	56.3	52.15	45.85	40.17	34.48	29.25	24.60	20.41	16.83	13.64	10.84	8.66
40.50	Bstf	13.42	49.5	26.60	22.29	18.92	15.50	12.86	10.95	9.37	7.94	6.73	5.77	5.26
55.00	Bstf	37.79	102.9	25.53	20.73	17.12	14.14	11.47	9.33	7.56	6.12	4.83	3.77	2.81
70.70	Bstf	22.35	77.7	27.78	23.60	20.34	17.17	14.28	11.77	9.58	7.58	5.70	4.35	3.07
86.80	Ark-Sand	35.35	97.6	21.15	17.65	14.84	12.25	9.89	7.91	6.37	4.99	4.02	3.17	2.62
92.50	QtzCalvein	25.04	64.6	26.82	22.50	18.67	15.18	12.55	10.10	8.25	6.59	5.47	4.24	3.12
105.40	Md>Ss-band	27.48	70.7	19.04	15.75	13.15	10.71	8.59	6.84	5.78	4.68	3.78	2.97	2.36
118.00	Md>Ss	81.10	206.9	28.08	24.20	20.88	17.78	15.01	12.44	10.34	8.46	6.81	5.47	4.41
143.50	Arkose	67.30	163.3	24.03	20.11	16.98	13.90	11.33	9.09	7.32	5.62	4.41	3.37	2.60
157.00	Dolomite	50.64	141.6	28.23	23.57	20.03	16.73	12.94	10.05	8.01	7.92	6.00	4.87	3.55
198.00	ArcCebo?	97.11	243.3	12.76	10.86	9.35	7.98	6.56	5.44	4.45	3.61	2.98	2.19	1.66

Dep(m)	Remark	VP(mv)	RHO(ohm-m)	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
20.00	Granite	38.11	242.7	30.25	25.85	22.30	18.79	15.65	12.99	10.74	8.79	7.17	5.92	4.87
30.00	Granite	58.46	424.8	30.71	26.55	22.93	19.44	0.00	16.32	13.55	11.15	9.08	7.38	5.80
40.00	Granite	132.95	342.0	8.73	7.27	6.16	5.10	4.13	3.34	2.68	2.19	1.83	1.40	1.37
51.00	Granite	84.63	208.8	17.80	15.27	13.09	11.01	9.13	7.53	6.08	4.83	3.80	2.94	2.31
60.00	Granite	210.56	501.8	14.32	12.29	10.57	8.96	7.51	6.22	5.07	4.08	3.25	2.63	2.09
70.00	Granite	136.54	294.0	22.40	19.30	16.65	14.14	11.95	9.91	8.19	6.72	5.43	4.35	3.45
80.00	Granite	69.72	175.4	19.14	16.18	13.72	11.45	9.51	7.77	6.29	5.11	4.03	3.15	2.36
89.50	Granite	67.19	170.5	21.18	18.11	15.61	13.14	10.91	8.87	7.20	5.76	4.55	3.56	2.65
100.00	Granite	48.37	123.3	20.03	17.26	14.91	12.65	10.61	8.82	7.27	5.94	4.86	3.97	3.29
110.00	Granite	178.77	531.7	21.40	18.48	15.98	13.56	11.38	9.43	7.77	6.33	5.10	4.07	3.21
120.00	Granite	390.95	808.2	19.94	17.15	14.76	12.50	10.48	8.69	7.10	6.01	4.82	3.56	2.52
130.00	Granite	437.36	1080.3	18.29	15.75	13.60	11.52	9.64	7.98	6.54	5.30	4.26	3.38	2.67
140.00	Granite	8.56	20.5	6.56	10.97	8.19	6.23	4.51	3.63	3.18	2.76	2.57	2.60	2.15
150.00	Granite	217.33	556.9	4.19	3.41	2.85	2.30	1.79	1.38	1.05	0.80	0.57	0.46	0.27
160.00	Granite	15.08	46.4	25.59	21.93	18.82	15.87	13.22	10.92	9.03	7.40	5.99	4.70	3.67
169.00	Granite	85.01	198.0	29.91	25.91	22.44	19.07	16.10	13.40	11.12	9.15	7.65	6.25	5.44
180.00	Granite	532.38	1382.1	19.92	16.98	14.51	12.16	10.09	8.24	6.67	5.34	4.24	3.34	2.57
190.00	Granite	219.74	670.9	26.45	23.03	20.04	17.11	14.44	12.03	9.94	8.09	6.62	5.29	4.30
199.00	Granite	22.36	53.2	23.61	20.57	18.00	15.53	13.29	11.22	9.46	7.93	6.56	5.44	4.43
210.00	Granite	202.50	512.4	16.12	13.91	12.06	10.27	8.63	7.15	5.88	4.76	3.81	3.02	2.32
220.00	Granite	72.64	188.4	17.98	15.47	13.36	11.30	9.43	7.79	6.28	4.93	3.92	3.24	2.57
230.00	Granite	47.09	159.0	18.84	14.67	11.53	9.00	7.06	5.59	4.47	3.54	2.72	2.03	1.48
240.00	Granite	16.75	45.7	18.90	15.19	12.34	9.93	8.01	6.54	5.52	4.86	4.60	3.90	2.12
250.00	Granite	63.28	147.9	16.80	14.24	12.13	10.17	8.44	6.91	5.64	4.53	3.64	2.84	2.20
256.70	amphiphyre	18.80	35.7	10.1	8.8	7.3	5.8	5.2	5.1	4.7	4.3	1.6	1.1	1.0
265.00	brcGranite			Impossible to measurement by break										
275.00	basic dyke	15.15	38.4	11.41	9.28	7.69	6.26	5.16	4.17	3.27	2.58	2.16	2.04	2.18
285.00	basic dyke	189.21	554.8	26.12	22.47	19.42	16.48	13.88	11.55	9.56	7.85	6.39	5.13	4.10
295.00	basic dyke	84.65	224.7	23.63	20.23	17.38	14.68	12.29	10.16	8.35	6.79	5.48	4.38	3.56
305.00	basic dyke	304.09	743.9	14.81	12.55	11.66	10.05	8.68	7.80	6.46	5.37	4.88	2.63	3.35
315.00	QtzGranite	490.83	1380.8	17.07	14.62	12.57	10.61	8.86	7.33	6.03	4.91	3.95	3.16	2.52
323.00	QtzGranite	1070.90	2797.5	5.02	3.96	3.20	2.53	1.96	1.47	1.07	0.74	0.56	0.40	0.24
329.20	QtzGranite	16.51	41.7	68.99	58.18	48.85	40.15	32.59	25.95	20.47	15.71	11.60	7.86	4.77
340.00	Basic tf	107.39	275.2	10.76	9.14	7.92	6.71	5.54	2.90	3.58	3.05	2.62	2.28	1.79
350.00	Basic dyke	412.02	1100.3	19.00	15.89	13.40	11.10	9.12	7.40	5.97	4.75	3.77	2.93	2.28
370.00	Granite	530.71	819.7	18.08	15.51	13.36	11.32	9.51	7.82	6.36	5.17	4.17	3.32	2.58
390.00	Granite	566.40	1105.4	24.02	20.69	17.87	15.19	12.80	10.66	8.80	7.17	5.84	4.70	3.73

Dep(m)	Remark	VP(mv)	RHO(ohm-m)	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
15.00	Qtzite	103.97	536.7	14.07	12.02	10.31	8.70	7.23	5.94	4.82	3.84	3.06	2.39	1.85
30.00	Bstf-ly	23.34	46.6	11.33	9.23	7.74	6.46	5.39	4.53	3.92	3.40	3.04	2.46	1.62
40.00	Dol?	74.18	167.6	21.47	17.12	13.77	10.51	8.58	6.76	5.31	4.15	3.29	2.47	1.85
50.00	Bslv	9.54	21.0	9.33	8.77	7.85	6.98	6.06	5.03	3.97	3.10	2.52	2.00	1.10
60.00	Dol	78.10	174.8	16.49	13.02	10.32	7.98	6.06	4.54	3.37	2.49	1.85	1.32	0.88
79.50	Dol	165.86	374.0	12.94	10.69	8.83	7.15	5.72	4.50	3.50	2.70	2.04	1.52	1.11
93.00	Bsconglo	85.28	196.7	21.65	18.72	16.24	13.82	11.62	9.68	7.97	6.48	5.21	4.16	3.34
100.00	Arkose	1444.29	3321.2	16.17	13.86	11.97	10.15	8.56	7.18	5.94	4.89	3.99	3.23	2.60
120.00	Arkose	181.69	416.5	8.90	7.22	5.94	4.78	3.80	3.00	2.33	1.79	1.40	1.07	0.85
140.00	Arkose	207.83	454.4	14.43	12.12	10.23	8.48	6.97	5.65	4.55	3.63	2.89	2.34	1.79
160.00	Arkose	211.88	509.1	22.15	19.34	16.90	14.53	12.37	10.40	8.67	7.16	5.85	4.73	3.81
180.20	Arkose	90.92	272.7	8.64	6.99	5.77	4.71	3.81	3.07	2.47	2.02	1.65	1.35	1.14
200.00	Arkose	277.75	664.1	17.34	14.04	11.43	9.13	7.23	5.68	4.44	3.41	2.61	1.97	1.46

Bs:Basaltic
 tf:Tuff
 lv:Lava
 brc:brecciate
 Qtz:Quartz
 Md:Mud stone
 Ss:Sand stone
 Cal:Calcite
 Ark:Arkose
 Pydis:Pyrite disseminate
 Dol:Dolerite
 Bo:Bornite
 Cc:Chalcocite
 Rea:Rematite
 Gra:Granite
 pyroclas:Pyroclastics
 Py:Pyrite
 w:White
 r:Red

表II-1-22 コアの物性試験結果一覧表(2)

M12M-7				M12:935nsec										
Dep(m)	Remark	VP(av)	RHO(oha-m)	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
10.00	Bslv	111.15	551.2	8.94	7.11	6.99	6.31	5.98	5.33	4.90	3.31	1.90	1.60	1.10
20.00	Bslv	1134.08	6513.5	22.16	15.97	11.16	8.23	4.23	3.01	2.42	1.68	1.42	0.87	0.66
29.90	Bslv	91.05	235.3	12.04	10.20	8.72	7.29	6.02	4.94	4.02	3.17	2.43	1.78	1.20
40.00	Bslv	399.94	955.3	18.51	15.73	13.42	11.22	9.28	7.59	6.13	4.89	3.85	2.99	2.31
50.00	Bslv,Pydis	597.80	1531.5	43.71	38.92	34.56	30.05	25.83	22.04	18.63	15.54	12.86	10.52	8.55
60.00	Bslv	326.28	837.0	16.70	14.10	11.94	9.89	8.13	6.64	5.23	4.09	3.16	2.37	1.75
70.00	Bslv	369.91	971.6	14.19	11.87	10.05	8.39	6.90	5.57	4.37	3.48	2.71	2.07	1.52
80.00	Bslv	410.29	1020.7	17.02	14.62	12.61	10.68	8.94	7.39	6.05	4.89	3.94	3.11	2.40
90.00	Bslv	333.11	878.9	7.93	6.48	5.38	4.38	3.55	2.81	2.22	1.76	1.31	0.95	0.81
100.00	Bslv	339.17	900.1	15.33	12.81	10.74	8.80	7.09	5.62	4.40	3.48	2.68	1.97	1.40
110.00	Bslv	229.12	925.4	11.37	9.46	7.95	6.56	5.35	4.29	3.43	2.70	2.12	1.62	1.22
120.00	Bslv,Pydis	347.44	849.8	6.20	5.14	4.33	3.59	2.94	2.39	1.90	1.49	1.15	0.86	0.63
130.00	Bspsyroclas	344.64	894.1	23.43	19.73	16.64	13.76	11.24	9.08	7.26	5.76	4.52	3.54	2.76
140.00	Bspsyroclas	230.58	590.9	59.16	50.88	43.66	36.74	30.58	25.19	20.55	16.59	13.28	10.54	8.27
150.00	Bspsyroclas	245.46	630.7	49.87	37.88	32.83	27.99	23.62	19.81	16.52	13.79	11.07	8.94	7.13
160.00	Bspsyroclas	151.01	380.4	85.86	75.06	65.40	55.93	47.42	39.73	33.03	27.19	22.20	17.94	14.42
170.00	Bspsyroclas	83.17	212.5	40.30	33.86	28.44	23.45	19.13	15.44	12.37	9.83	7.71	5.95	4.53
180.00	Bspsyroclas	293.59	740.6	57.67	48.44	40.69	33.54	27.61	22.36	17.74	14.15	11.21	8.82	6.95
190.00	Bspsyroclas	649.07	1699.2	47.66	40.46	34.35	28.67	23.72	19.42	15.82	12.75	10.21	8.12	6.41
200.00	Bspsyroclas	259.16	628.1	58.10	48.85	40.98	33.74	27.52	22.19	17.79	14.12	11.12	8.68	6.72
210.00	Bspsyroclas	114.87	276.2	35.41	30.06	25.58	21.37	17.72	14.51	11.79	9.47	7.50	5.88	4.51
220.00	Bspsyroclas	473.66	1218.7	279.10	241.62	205.63	169.13	135.83	106.35	81.69	61.38	45.32	32.88	23.51
230.00	Bspsyroclas	283.52	734.7	36.84	30.95	26.00	21.47	17.56	14.22	11.44	9.11	7.21	5.65	4.41
240.00	Bspsyroclas	223.14	546.8	96.13	82.83	71.07	59.74	49.63	40.71	33.09	26.60	21.18	16.69	13.03
250.00	Bspsyroclas	19.89	59.0	27.82	22.33	18.11	14.49	11.53	9.17	7.29	5.75	4.56	3.51	2.51
260.00	Dol?	129.75	340.7	158.36	134.67	113.10	92.28	73.86	58.00	44.91	34.20	25.72	19.12	14.06
270.00	Arkose.w	151.74	385.5	16.76	14.19	12.09	10.10	8.35	6.82	5.52	4.43	3.51	2.76	2.15
280.00	Arkose.r	1189.53	3347.6	14.60	12.52	10.80	9.14	7.64	6.31	5.19	4.20	3.38	2.67	2.10
290.00	Arkose.r	71.12	223.8	11.59	9.77	8.30	6.93	5.72	4.69	3.81	3.01	2.37	1.83	1.37
300.00	Arkose.r	168.50	455.0	12.93	10.36	9.34	7.86	6.54	5.38	4.38	3.53	2.81	2.21	1.69
310.00	Arkose.r	117.29	331.3	30.34	26.54	23.21	19.98	17.04	14.37	12.05	10.03	8.30	6.83	5.57
320.00	Arkose.r	25.75	67.3	19.77	16.84	14.11	11.81	9.85	8.15	6.69	5.42	4.34	3.48	2.70
329.65	Arkose.r	78.89	191.4	29.33	25.57	22.30	19.12	16.25	13.66	11.43	9.47	7.80	6.42	5.25
340.00	Arkose.r	110.10	292.3	42.48	37.89	33.78	29.58	25.64	22.00	18.71	15.74	13.17	10.89	9.00
350.10	Arkose.r	45.86	122.1	13.13	10.85	9.07	7.48	6.11	4.94	3.96	3.13	2.45	1.90	1.41
360.30	Arkose	146.87	369.5	32.93	29.01	25.58	22.15	19.04	16.21	13.73	11.51	9.57	7.95	6.51
370.00	Bstf	595.05	1599.8	39.85	33.78	28.65	23.85	19.71	16.13	13.10	10.57	8.47	6.73	5.34
380.00	Arkose	222.75	611.9	25.00	21.72	18.86	16.06	13.58	11.33	9.36	7.66	6.19	5.00	3.98
390.00	Bstf	846.43	2053.3	24.63	20.51	17.13	14.04	11.41	9.16	7.28	5.71	4.48	3.44	2.62
400.00	Bstf	323.71	860.9	26.70	23.10	19.98	16.98	14.26	11.80	9.68	7.83	6.28	4.95	3.89
410.10	Bstf	325.33	1006.6	28.07	23.87	20.23	16.77	13.66	11.02	8.97	7.86	5.31	3.86	2.97
420.50	Arkose	176.59	455.3	22.36	19.66	17.29	14.97	12.75	10.75	8.98	7.32	6.00	5.09	4.04
430.00	Arkose	159.63	442.7	22.52	18.21	14.82	11.81	9.32	7.33	5.66	4.35	3.30	2.50	1.84
440.10	Arkose	403.05	1043.9	26.99	23.51	20.48	17.50	14.83	12.38	10.23	8.36	6.78	5.45	4.34
450.00	Arkose	742.16	1776.3	29.96	25.77	22.16	18.68	15.61	12.85	10.51	8.49	6.80	5.38	4.30
460.00	Arkose	557.51	1424.9	27.87	24.05	20.80	17.69	14.92	12.32	10.15	8.23	6.67	5.31	4.21
470.00	Arkose	718.29	1789.4	33.61	28.64	24.40	20.41	16.96	13.84	11.32	9.11	7.26	5.70	4.75
480.00	Arkose	123.40	304.8	34.62	30.49	26.83	23.14	19.84	16.75	14.10	11.88	9.58	7.86	6.50
490.00	Arkose	1081.67	2829.8	22.79	19.70	17.09	14.60	12.33	10.36	8.60	7.11	5.83	4.75	3.84
500.00	Arkose	681.31	1716.5	28.06	24.29	21.05	17.98	15.22	12.70	10.58	8.73	7.14	5.77	4.67
520.00	Arkose	237.57	683.1	30.31	25.42	21.34	17.56	14.38	11.65	9.35	7.50	5.94	4.67	3.65
540.00	Arkose	378.97	974.1	18.89	15.69	12.55	10.13	8.28	7.18	5.79	4.86	3.74	3.11	1.84
560.00	Arkose	189.65	493.9	36.58	31.82	27.79	23.85	19.92	16.79	13.66	11.45	9.23	7.44	5.95
580.00	Arkose	334.98	1037.8	23.56	20.01	17.09	14.34	11.82	9.61	7.75	5.97	4.65	4.28	3.25
590.00	Arkose	135.94	380.2	38.90	32.94	27.80	22.99	18.77	15.14	12.00	9.44	7.22	5.71	4.33

Other special samples

M12M-7				M12:935nsec										
Dep(m)	Remark	VP(av)	RHO(oha-m)	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
286.00	Arkose,Py	79.60	122.70	159.20	140.80	123.30	105.50	88.90	73.70	60.40	48.70	38.80	30.60	23.80
310.00	QtzVein,Py	501.00	742.60	16.30	14.00	12.10	10.30	8.70	7.20	5.90	4.90	4.00	3.20	2.60
310.50	Py	2.60	4.80	887.60	856.40	821.10	779.50	734.20	685.80	637.40	587.40	538.00	488.70	441.30
311.52	Py	225.30	378.40	478.40	440.90	404.60	364.70	324.90	285.50	248.60	213.70	182.00	153.40	128.30

M12M-6				M12:935nsec										
Dep(m)	Remark	VP(av)	RHO(oha-m)	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
351.00	Dol	408.30	1362.60	177.00	158.30	140.90	123.10	106.40	90.80	76.80	64.20	53.20	43.70	35.60
557.30	Dol	324.00	1128.00	126.40	112.60	99.80	86.80	74.70	63.50	53.50	44.50	36.70	29.90	24.20

Bs:Basaltic
 ff:Tyff
 lv:Lava
 bre:brecciate
 Qtz:Quartz
 Md:Mud stone
 Ss:Sand stone
 Cal:Calcite
 Ark:Arkose
 Pydis:Pyrite disseminate
 Dol:Dolerite
 Bo:Bornite
 Cc:Chalcocite
 Hem:Hematite
 Grn:Granite
 pyroclas:Pyroclastics
 Py:Pyrite
 w:White
 r:Red

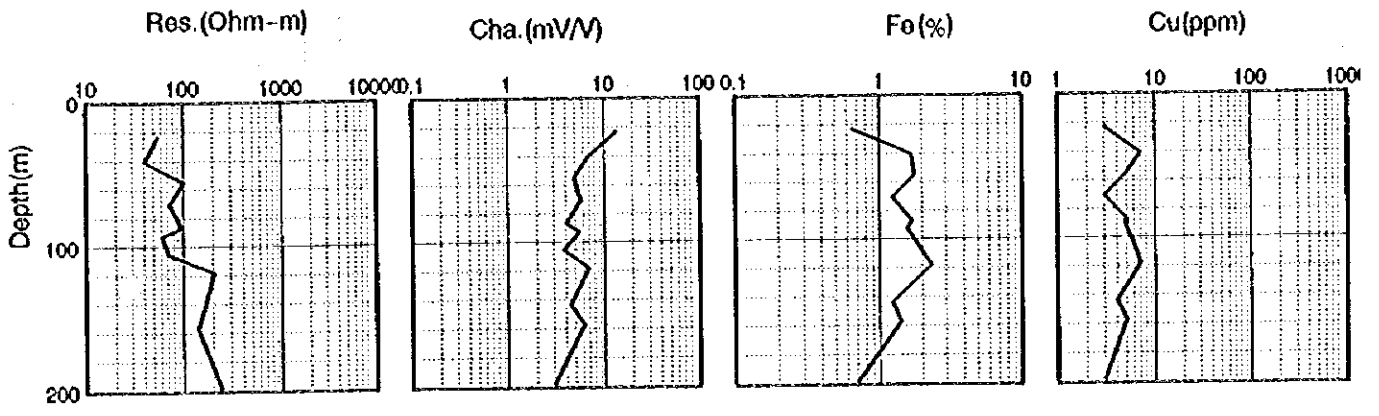


图 11-1-9 MJZM-1 物性值垂直分布

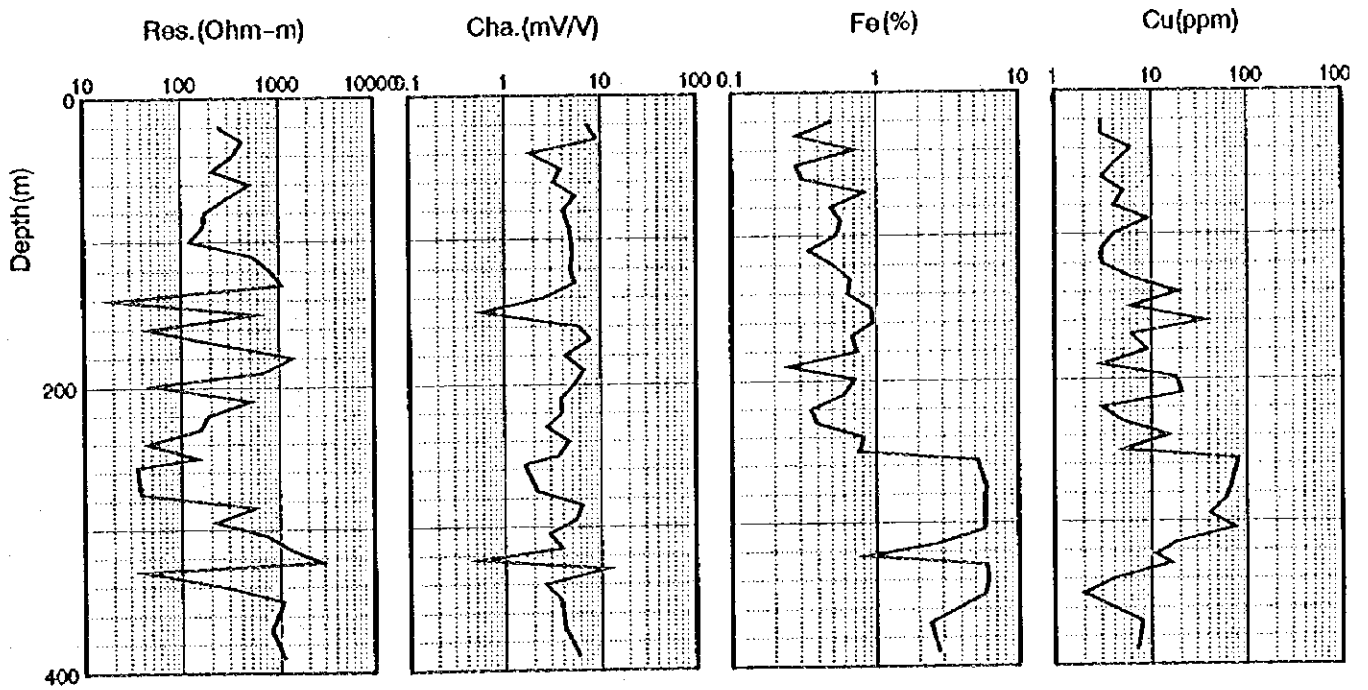


图 11-1-10 MJZM-2 物性值垂直分布

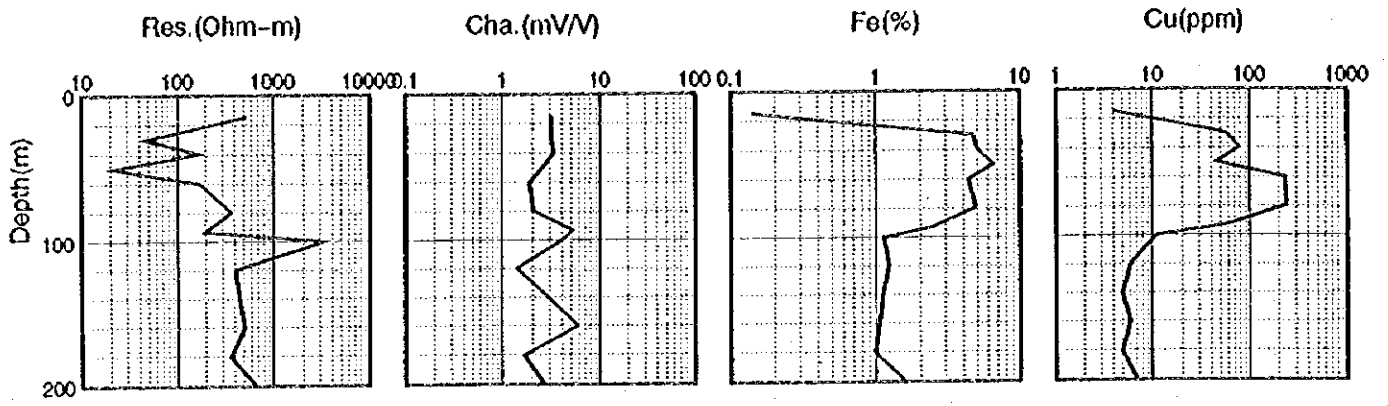


图 11-1-11 MJZM-5 物性值垂直分布

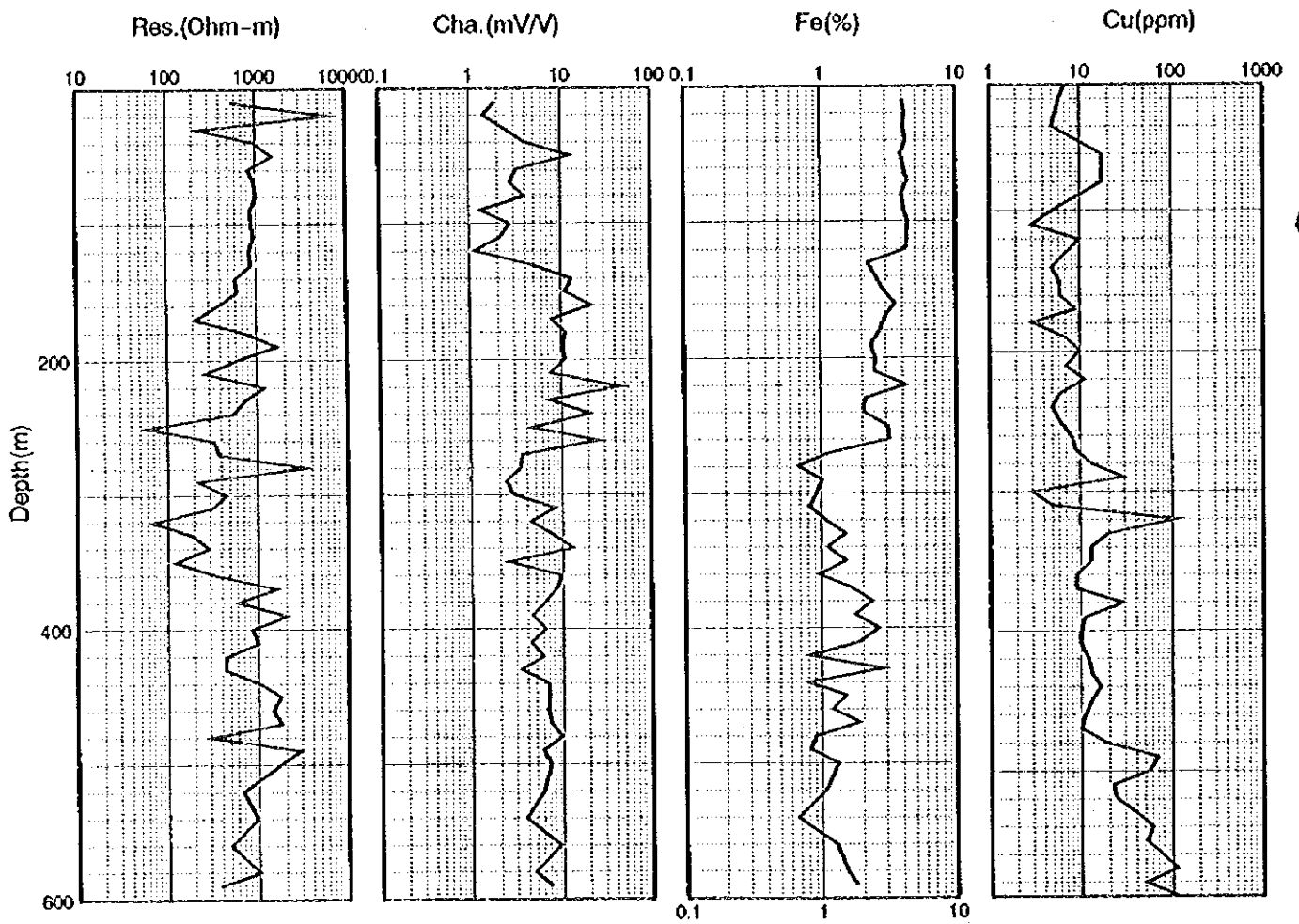


图 11-1-12 MJZM-7 物性值垂直分布

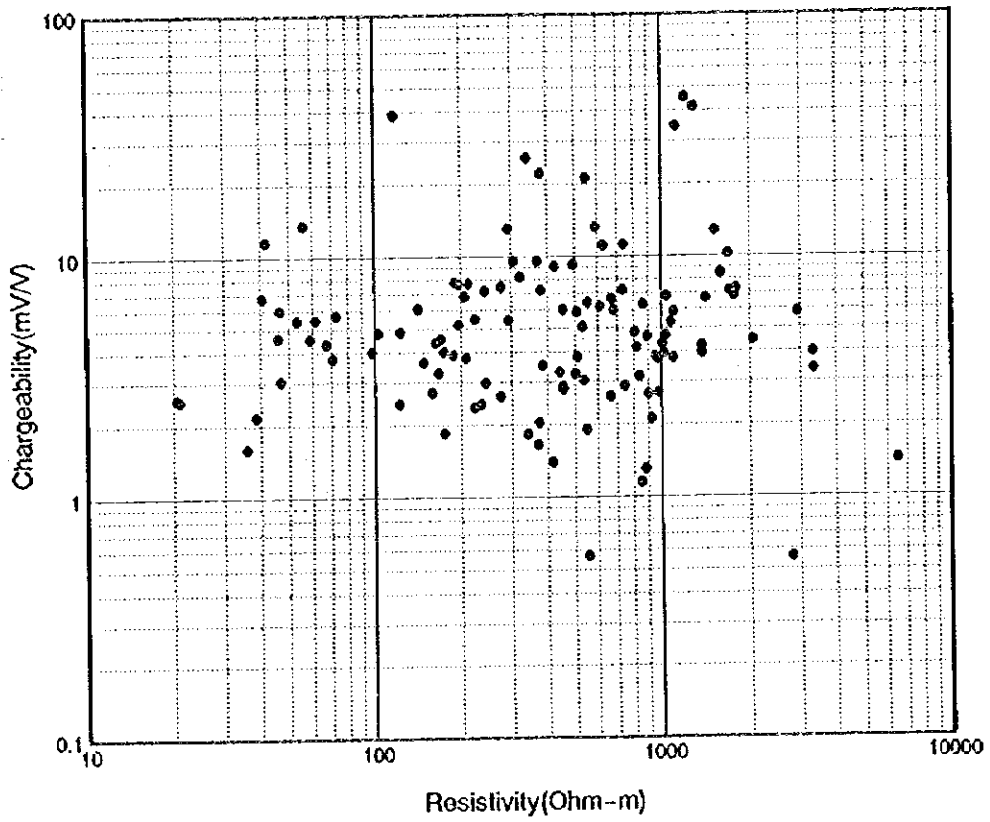


図 II - 1 - 1 3 コア試料の見掛比抵抗と充電率の関係

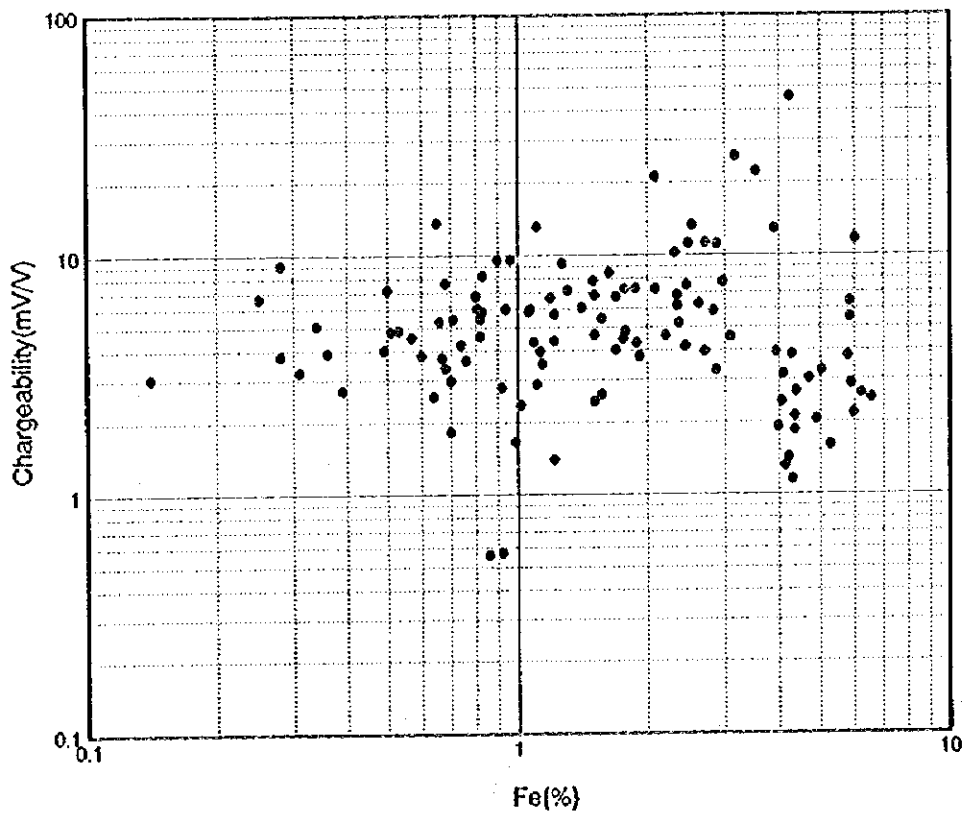


図 II - 1 - 1 4 コア試料の鉄品位と充電率の関係

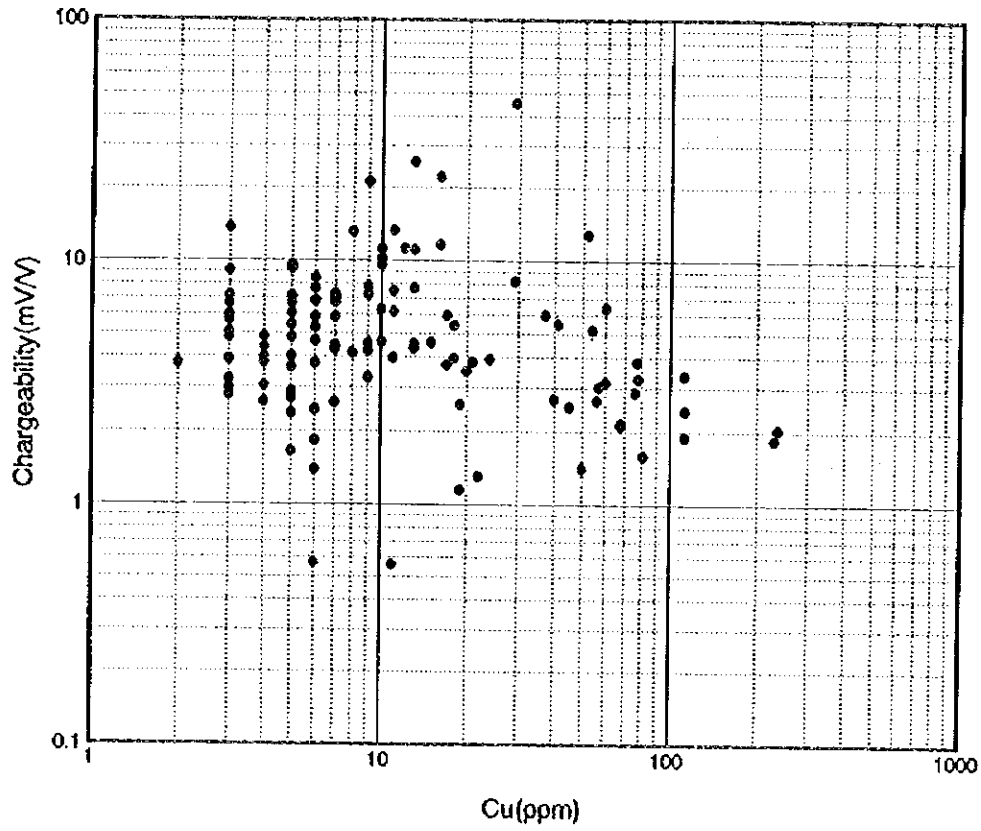


図 11 - 1 - 1 5 コア試料の銅品位と充電率の関係

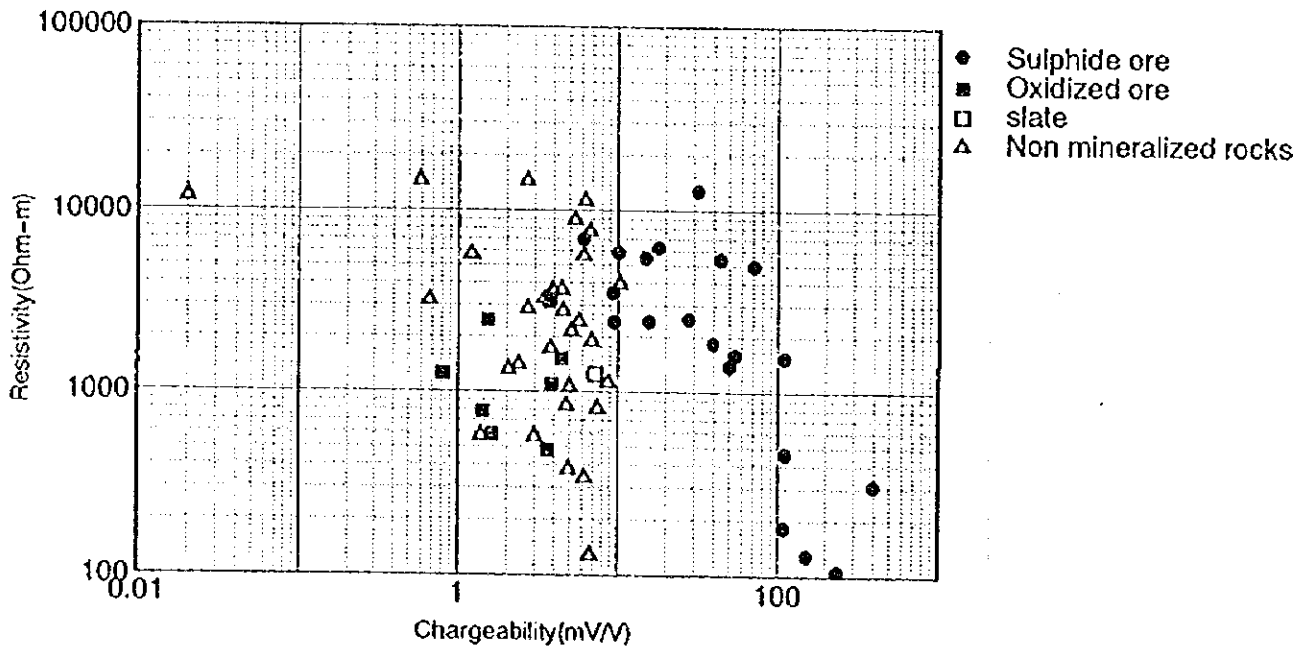


図 11 - 1 - 1 6 岩石及び鉱石試料の充電率と見掛け抵抗の関係

示す。これらの測定結果に基づき、Osc、Ys及びZa測線について再シミュレーションを行った。その結果、低比抵抗・低分極率モデルでも十分、測定値にはほぼ適合した結果が得られた。モデルの分極率の最大値は、60mV/Vである。

再シミュレーションの結果を図II-1-17~19に示し、その概要は以下のとおりである。

Osc測線

- ・ZJZM-5の試験結果では、全体に10mV/V以下の低充電率を示す。
- ・試料は粗粒玄武岩、一部に黄銅鉱、黄鉄鉱の細脈を伴う玄武岩質火砕岩～凝灰岩及びアルコースである。
- ・シミュレーションは30mV/V程度の非常に弱いIPモデルで測定結果にはほぼ適合した。
- ・No8~9付近の浅部のIP異常源は充電率の変化が大きい粗粒玄武岩及び黄銅鉱、黄鉄鉱の細脈を伴う玄武岩質火砕岩～凝灰岩の反映と推定される。

Za測線

- ・ZJZM-2のコアの試験結果では全体に10mV/V以下の低充電率を示す。
- ・試料は花崗岩、珪化、石英脈を伴う花崗岩及び粗粒玄武岩岩脈である。329m付近の石英脈は12V/Vを示し、多量の赤鉄鉱及び微量の黄鉄鉱を伴う。
- ・シミュレーションは2枚の水平板状のモデルで測定結果にはほぼ適合した。
- ・このモデルは複数の粗粒玄武岩岩脈で代表され、現地測定結果は、複数の薄層状の粗粒玄武岩岩脈が反映したと考えられる。

Ys

測線

- ・ZJZM-7のコア試験結果では深度140~260mの玄武岩質火砕岩や弱い鉱化を受けたアルコースで50mV/V前後の充電率を示す。また、深度300m付近の黄鉄鉱脈は最大540mV/Vを示す。
- ・ZJZM-6の粗粒玄武岩貫入岩は約55mV/Vを示す。
- ・粗粒玄武岩及び玄武岩質火砕岩は充電率が比較的大きく変化する。
- ・シミュレーションは分極率が10~60mV/V前後の複数の傾斜板状モデルで測定結果にはほぼ適合した。
- ・試験結果は弱い鉱化を受けたアルコースと粗粒玄武岩及び玄武岩質火砕岩の一部ともほぼ同じIP効果を示すことから現地測定結果は両者のIP効果が複雑に反映したと考えられる。

5. 考察

既知鉱床（アボンデール鉱床、出鉱品位銅0.8%）直上での予備IP調査では最大8mV/Vの比較的明瞭なIP異常パターンを得た。

L、Os、Za及びYs測線では最大25mV/Vの明瞭なIP異常パターンを得た。

一方、コア試験結果では、粗粒玄武岩及び玄武岩質火砕岩の中には約55mV/Vの分極率を示し、弱い鉱化を受けたアルコースや花崗岩と同程度のIP効果を示した。

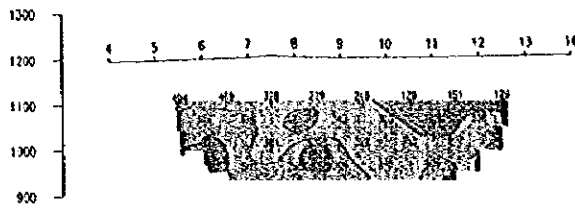
再シミュレーションでは50mV/V程度の比較的lowモデルでも現地測定結果に適合した結果が得られた。

これらの検討を通じて今回のIP探査手法は比較的low IP効果を示す異常源でも明瞭の把握できると同時に本地域の粗粒玄武岩及び玄武岩質火砕岩も抽出することが判明した。

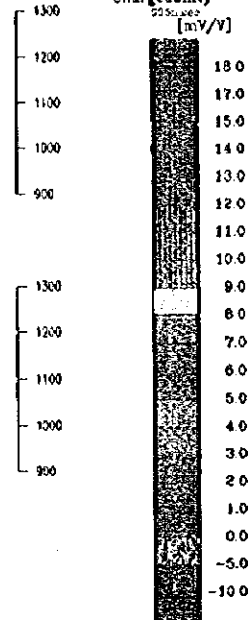
従って、当地域でのIP探査では、30mV/V程度の弱く明瞭なIPパターンを示す異常帯が抽出されても



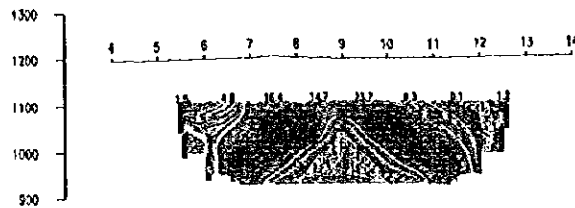
Apparent Resistivity (Observed)



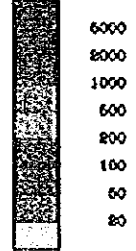
Chargeability $935\mu\text{sec}$ [mV/V]



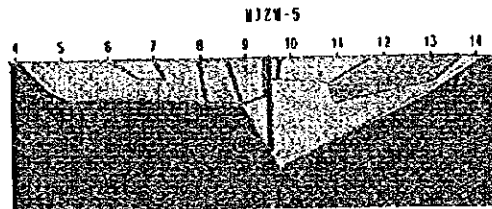
Chargeability (Observed)



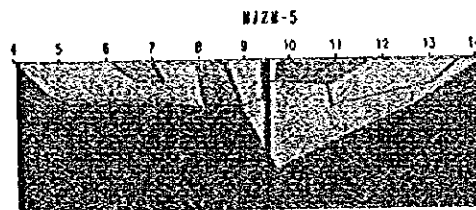
Apparent Resistivity (Ohm-m)



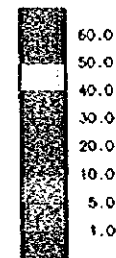
Finite Element Model Resistivity



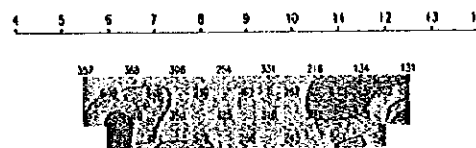
Chargeability



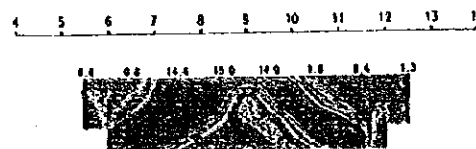
Chargeability (Model) $935\mu\text{sec}$ [mV/V]



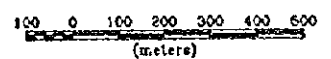
Apparent Resistivity (Calculated)



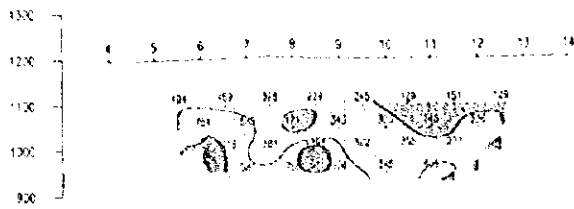
Chargeability (Calculated)



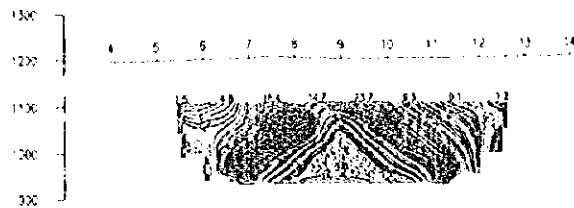
図II-1-17 シミュレーション結果 (O s c 測線)



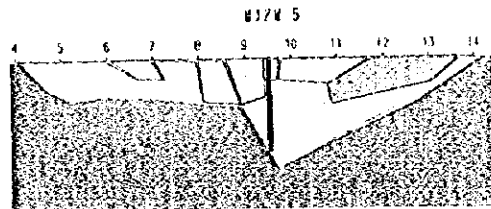
Apparent Resistivity (Observed)



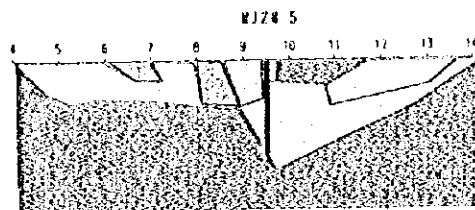
Chargeability (Observed)



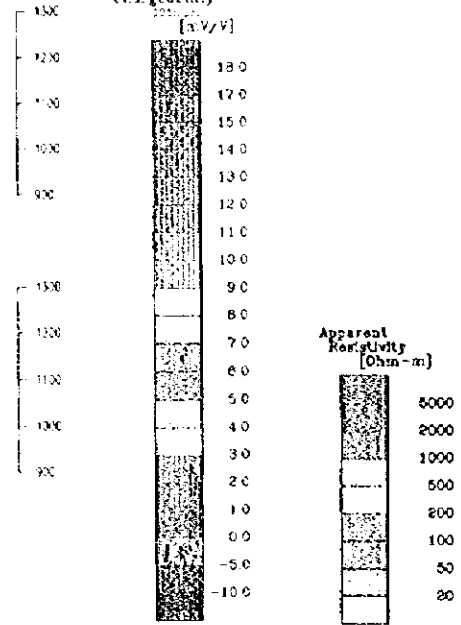
Finite Element Model Resistivity



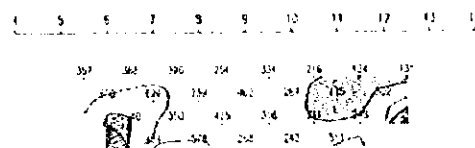
Chargeability



Chargeability



Apparent Resistivity (Calculated)



Chargeability (Calculated)

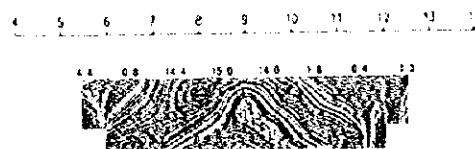
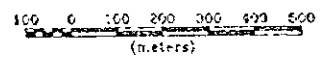
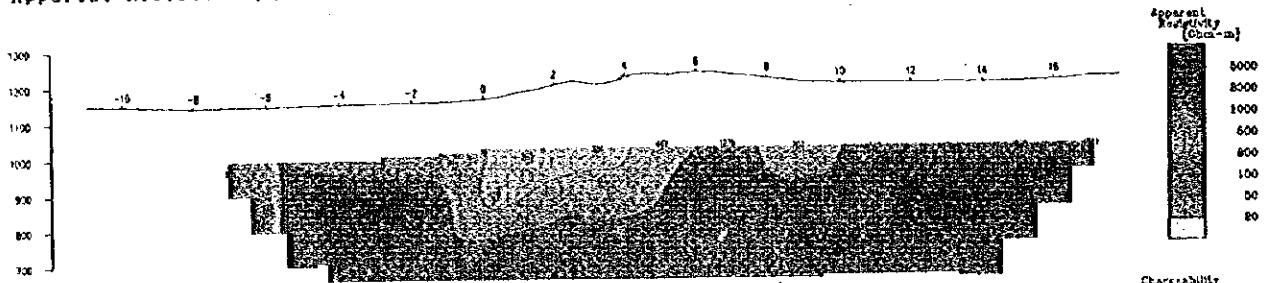


図17 シミュレーション結果 (O s c 測線)

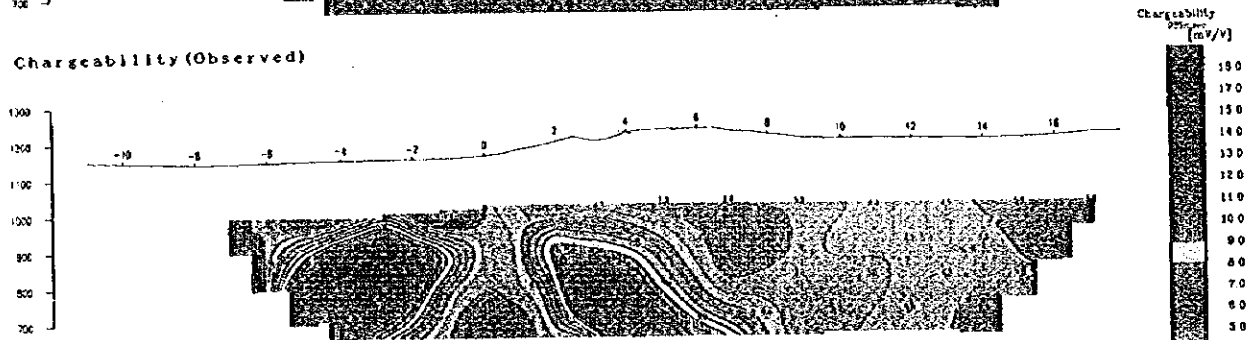




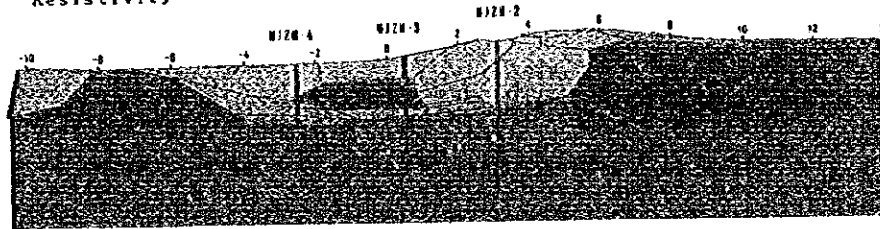
Apparent Resistivity (Observed)



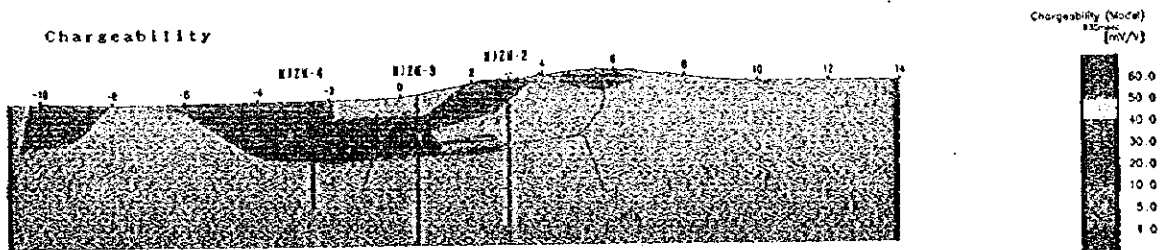
Chargeability (Observed)



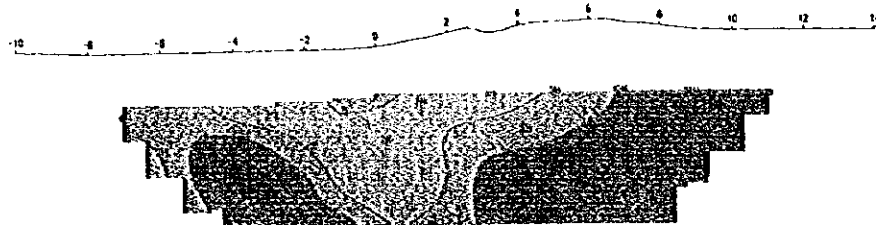
Finite Element Model Resistivity



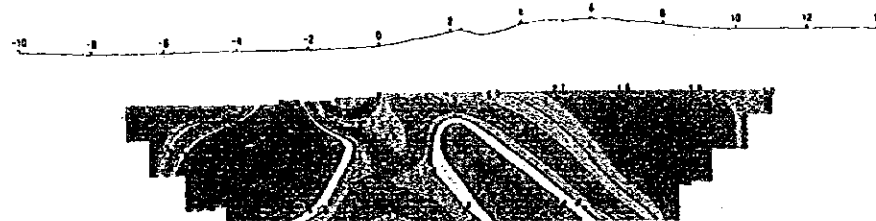
Chargeability



Apparent Resistivity (Calculated)



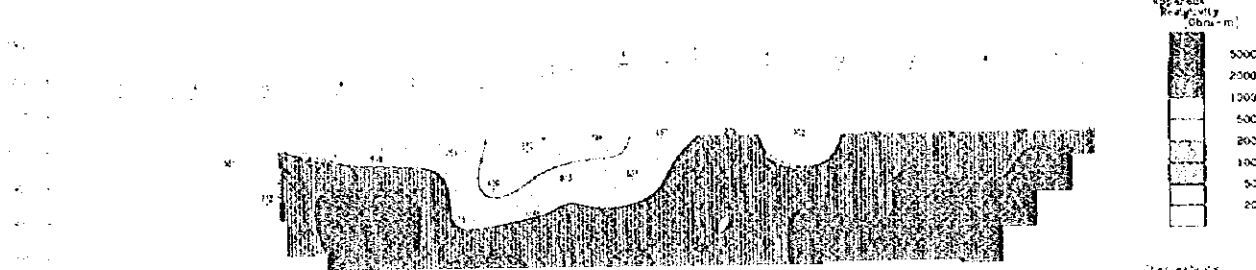
Chargeability (Calculated)



図II-1-18 シミュレーション結果 (Za 測線)

0 100 200 300 400 500
(meters)

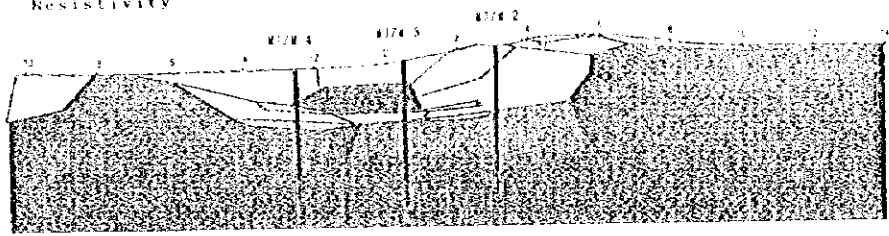
Apparent Resistivity (Observed)



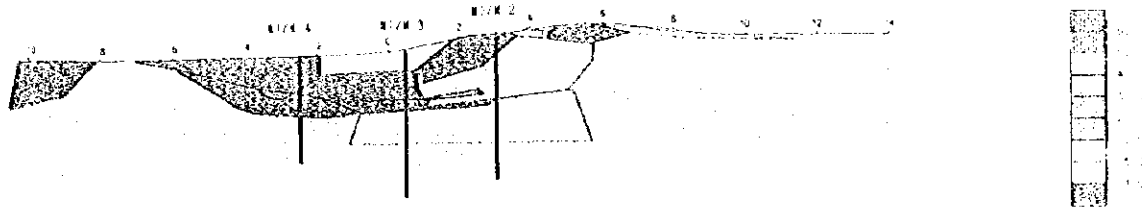
Chargeability (Observed)



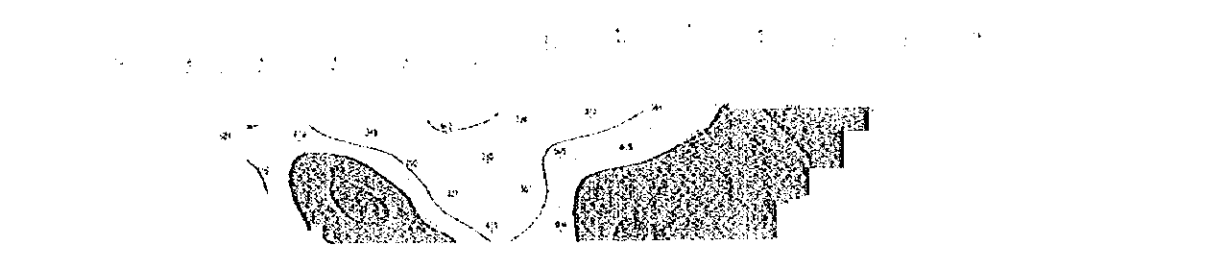
Finite Element Model Resistivity



Chargeability



Apparent Resistivity (Calculated)



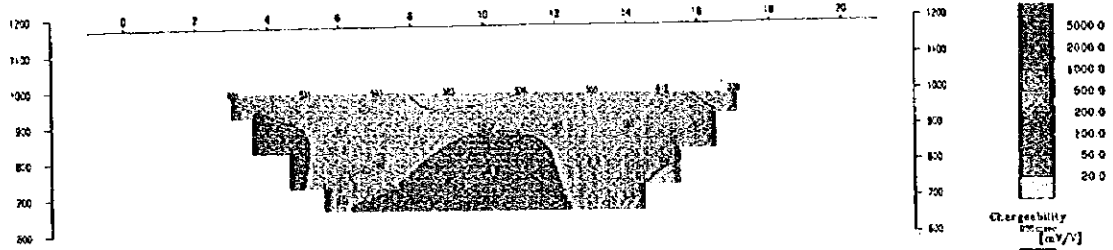
Chargeability (Calculated)



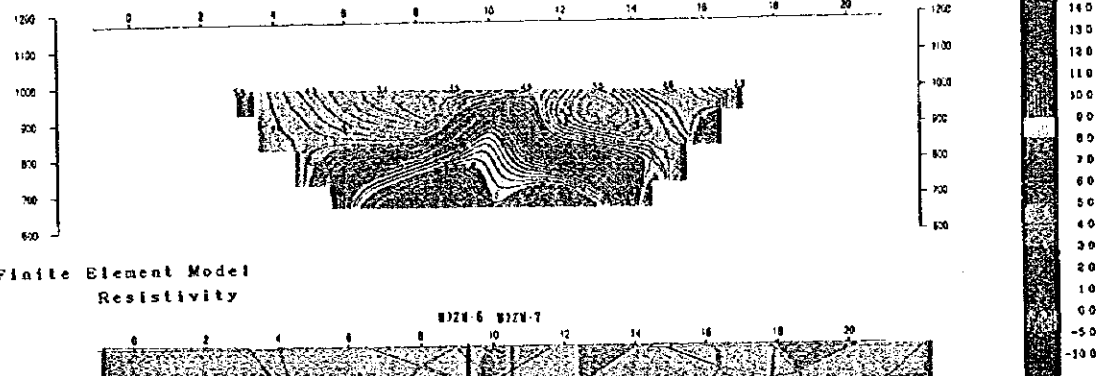
図II-1 18 シミュレーション結果 (Za 測線)



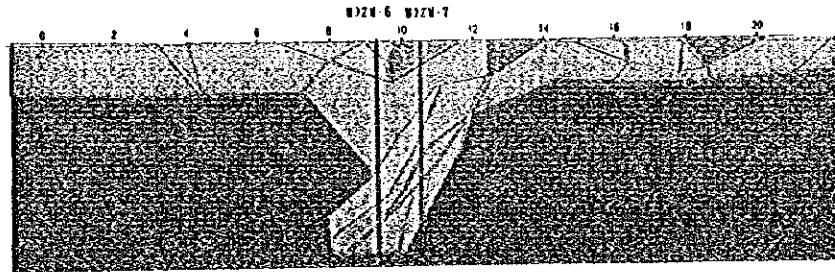
Apparent Resistivity (Observed)



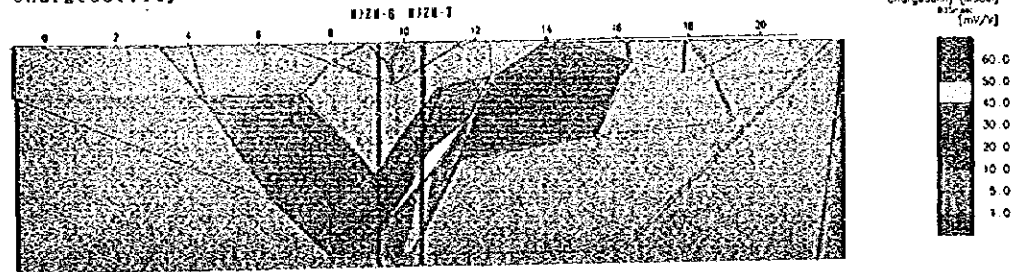
Chargeability (Observed)



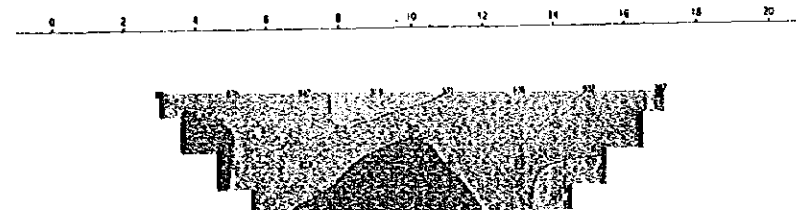
Finite Element Model Resistivity



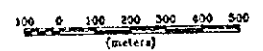
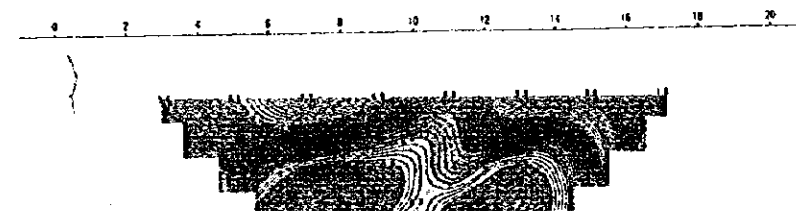
Chargeability



Apparent Resistivity (Calculated)

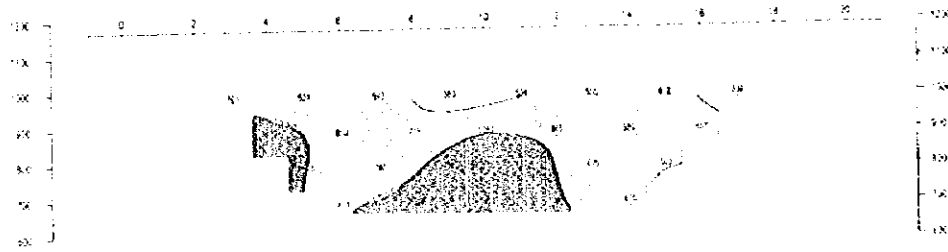


Chargeability (Calculated)



図II-1-19 シミュレーション結果 (Ys 測線)

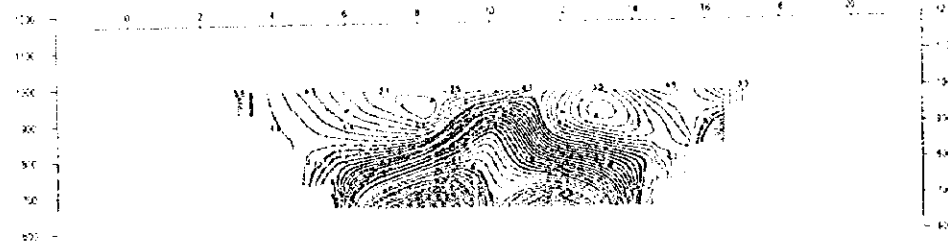
Apparent Resistivity (Observed)



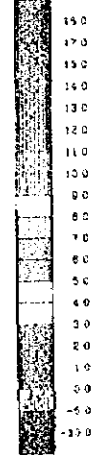
Apparent Resistivity [Ohm-m]



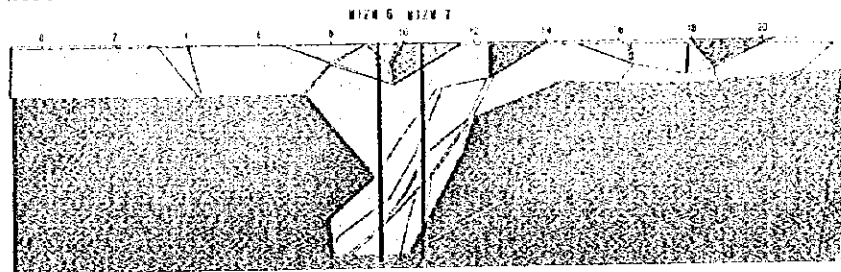
Chargeability (Observed)



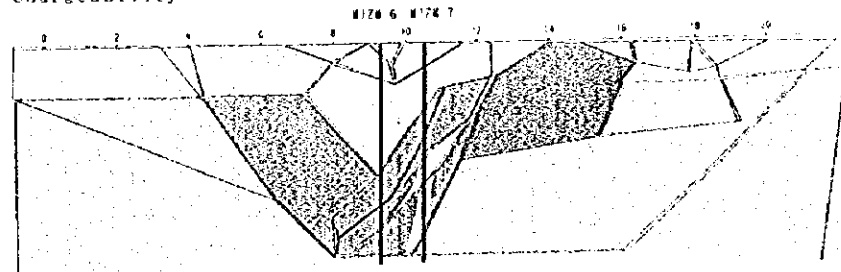
Chargeability [%]



Finite Element Model Resistivity



Chargeability



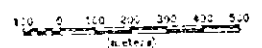
Chargeability [%]



Apparent Resistivity (Calculated)



Chargeability (Calculated)



図B-1-19 シミュレーション結果 (Y s 測線)



粗粒玄武岩及び玄武岩質火砕岩の影響を考慮しなければならない。

1-3 考察

本調査のボーリング位置付近の地質断面図は図Ⅱ-1-3～図Ⅱ-1-7に示した。

MJ ZM-1号はチロンボジ農場においてマンガラ鉱山北方の鉱化帯追跡及びL測線のIP異常体に対して試錐を実施した。

鉱化は44.0～64.0mのアルコース中に少量の磁鉄鉱及びその風化変質物である磁赤鉄鉱、赤鉄鉱の他微量の黄鉄鉱、閃亜鉛鉱がみられるが鉱石の分析結果は鉱石要件を満たさない。

MJ ZM-2, 3, 4号はブレンビル農場においてマンガラ鉱山北方の鉱化帯追跡及びZ a測線のIP異常体に対して試錐を実施した。

MJ ZM-2号は特徴的に160～342mでは強い破砕帯であり、特に240～333m間には強い珪化（縞状石英脈～網状脈）である。この珪化～破砕帯中には多量の赤鉄鉱、緑泥石及び少量～微量の黄鉄鉱を伴う鉱化が認められる。縞状石英脈は顕微鏡観察結果では赤鉄鉱化を伴う中量の磁鉄鉱、少量の赤鉄鉱及び微量の黄鉄鉱が認められる。鉱石及び岩石の分析結果は何れの元素も鉱石要件を満たさないが粗粒玄武岩質岩脈及びその境界部にやや鉱化を伴うのみである。

MJ ZM-3号, MJ ZM-4号は粗粒玄武岩質岩脈及び境界部に微量黄鉄鉱が認められるのみである。

MJ ZM-5号はイニャチ農場においてユナイテッドキングダム鉱山北方の鉱化帯追跡及びOs測線のIP異常体に対して試錐を実施した。

鉱化は石英、方解石、緑泥石片岩中の方解石、石英脈中に伴われる黄銅鉱、閃亜鉛鉱、及び斑銅鉱鉱化帯で、分析結果では銀は最大4.7ppm、銅は最大0.45%が認められる。

MJ ZM-6, 7, 8, 9, 10号はブラックウッド農場においてハンス鉱山北東の鉱化帯追跡及びY s測線のIP異常体に対して試錐を実施した。

MJ ZM-7号の鉱化はアルコース中の石英細脈に伴う鉱化である。ここでは多量の石英、少量の方解石、珪酸塩鉱物に伴って黄銅鉱とその変質物である斑銅鉱、輝銅鉱、及び黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、その他磁赤鉄鉱が認められる。分析結果では玄武岩質火砕岩直下のアルコース中に銅366ppm～117ppmがみられるが採掘可能品位には遠く及ばない。

MJ ZM-10号の鉱化はアルコース中の201.73～207.73m, 215～226m, 255～267mに磁鉄鉱、磁硫鉄鉱、赤鉄鉱、及び微弱な斑銅鉱が認められ、分析結果では銀は最大5.13ppm、銅は銀とほぼ同じ層準で最大1867ppmである。これらの層準は既知鉱床(Hans Mine)の層準に対応し、鉱化帯の延長部～末端部に対応するものと思われる。

MJ ZM-6, 8, 9号では特筆すべき鉱化及び品位を持たない。

現在アラスカ鉱山、マンガラ鉱山の出鉱品位は0.6～0.8%Cuであり、0.5～1.5%Cu程度の鉱石を採掘しているものと思われる。一方今後の新規開発を考えた場合当初出鉱品位は2%Cu前後が必要と思われる。この見地に立てば、着鉱品位は1～3%Cu位が必要と推察する。

今回調査の結果では、微弱な鉱化は認められ、部分的には0.5%Cu前後の銅品位は得られると思われ

るが、開発可能な銅品位の鉱石は期待困難と考える。

第2章 調査結果の総合検討

2-1. 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制

調査地域内の主要鉱床はデウェラス層群中のアルコース中に胚胎する層準規制型鉱染状銅鉱床である。

鉱床生成は、母岩の堆積環境及び地質構造に大きく規制されていたと考えられている (Simpson, 1990)。既存鉱床・鉱徴地の調査結果から鉱床生成の場は、北部マンガラ鉱山地区では南北方向のデウェラス層群最下部と基盤岩類の境界部付近が重要であると考えられている。南部アラスカ地区ではNE-SW方向の背斜構造が重要であると考えられている。

2-2. 地化学異常と鉱化作用との関係

第1年次、第2年次調査の結果、新鉱床賦存の可能性の高い地区は、

- 1) デウェラス層群アルコースの分布域
- 2) Cu 単成分の高濃度帯
- 3) Cu, Pb, Zn, Fe, Co, Ni の6成分を用いた主成分分析の第4主成分が高得点となる場所を満たす地区と判明した。

この条件により抽出された地区は、既知鉱化帯、及び鉱化帯の地質構造と調和的な関係を有する。

2-3. 物理探査結果と鉱化作用との関係

第1年次調査室内試験結果から本地区の鉱化作用の内、酸化鉱帯では高IP異常を示さず、硫化鉱帯で高IP異常を示すことが判明した。このことから本地区では比較的地下深部を対象としたIP法物理探査が有効であることが示唆された。

第2年次調査結果から本地区の鉱化作用に基づくIP異常源は約50mV/V以上数100mV/Vの分極率を持つものと推定された。これは第1年次試料試験結果のCu品位とIPの関係とも符号する。一方高IP測定値を得てもシミュレーション解析により50mV/V未満の異常源しか想定されず、IP異常パターン(ハの字パターン)を示さない場合は地質の影響が強く、鉱化作用に基づかない場合が認められた。

2-4. ボーリング調査結果と鉱化作用、土地化学異常及び物理探査結果との関係

第1年次調査から既存データ解析、地質調査、既知鉱徴地調査、土地化学探査、IP法物理探査、各種室内試験及びシミュレーション解析の段階を経て限定した探査候補地に対してボーリング調査を実施した結果、以下の成果を得た。

MJZM-5号では母岩の葉理に整合的な、主として黄鉄鉱、黄銅鉱で構成される細脈状~鉱染状を呈する硫化物の鉱化帯が捕捉できた。

MJZM-7号及びMJZM-10号では微弱ながら黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱、黄鉄鉱及び閃亜鉛鉱の鉱染帯を把握した。

これらの鉱化帯は既知鉱床(ユナイテッドキングダム鉱山、ハンス鉱山)と同一層準にあり、また、類似の鉱物組成を示し、既知鉱床の延長上の鉱化帯を捕捉したものである。一方、これらの鉱化帯の分析結果では特に期待された銀、銅についても最大銀4.7g/t、銅0.45%の品位しか得ることができず、当地域での経済的採算品位を確保することはできなかった。

今回捕捉された鉱化帯と第1年次調査において捕捉されている地表における銅地化学異常帯はよい対応を示す場合と、やや離れて位置する場合がみられる。

物理探査IP異常体との関連については、コア試験の結果粗粒玄武岩及び玄武岩質火砕岩の中には弱い鉱化を受けたアルコースや花崗岩と同程度のIP効果を示すことが判明し、当地域でのIP探査では、30mV/V程度の弱く明瞭なIPパターンを示す異常帯が抽出されても粗粒玄武岩及び玄武岩質火砕岩の影響を考慮しなければならない。

3

4

5

第Ⅲ部 結論及び提言

第III部 結論及び提言

第1章 結論

第1年次及び第2年次の調査結果により、地化学異常域において有望な4箇所のIP異常体の存在が把握された。これらのIP異常体が鉱床の存在によるものであることを確認するため本年度調査では10孔のボーリング調査を実施した。

ボーリング調査の概要は以下のとおりである。

地 区	試錐本数	試錐No.	掘削深度(m)
グリーンフィーリス地区(フンゾフーム)	1孔	MJZM-1	202.60
グリーンフィーリス地区(ブレビルフーム)	3孔	MJZM-2, 3, 4	1,102.90
イニャチ地区(ニャチフーム)	1孔	MJZM-5	200.00
アングワ地区(フラックワットフーム)	5孔	MJZM-6, 7, 8, 9, 10	2,552.00
計	10孔		4,057.50

これらのボーリング調査の結果、MJZM-5号では母岩の葉理に整合的な主として黄鉄鉱、黄銅鉱で構成される細脈状～鉱染状を呈する硫化物の鉱化帯が捕捉できた。また、MJZM-7号及びMJZM-10号では微弱ながら黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱、黄鉄鉱及び閃亜鉛鉱の鉱染帯を把握した。これらの鉱化帯は既知鉱床(ユナイテッドキングダム鉱山、ハンス鉱山)と同一層準にあり、また、類似の鉱物組成を示し、既知鉱床の延長上の鉱化帯を捕捉したものである。一方、これらの鉱化帯の分析結果では最大銀4.7g/t、銅0.45%の品位であり、開発を期待し得る有望な鉱徴を捕捉するには至らなかった。

第1～2年次に実施した岩石及び鉱石の物性試験の結果では10mV/V以上の充電率を示すものは鉱石であると考えられた。しかし、本年度調査のボーリングコア試験の結果、本地域の塩基性岩類の中には約5mV/Vの分極率を示すものもあり、弱い鉱化を受けたアルコースや花崗岩と同程度のIP効果を示した。

この結果に基づいて行った再シミュレーションでは50mV/V程度の比較的低IPモデルでも現地測定結果に適合した結果が得られた。第2年次の物理探査により把握されたIP異常は主として塩基性岩類の潜在によるものと考えられる。

鉱石の物性測定結果より、採掘可能な鉱石が潜在していれば、塩基性岩類に起因するIP異常より、より強いIP異常を形成するものと思われる。得られたIP異常が主に塩基性岩類に起因していたことは、本地域において未発見の鉱床が潜在している可能性が低いことを示唆する。

主として塩基性岩類に起因するIP異常に対して実施したボーリングで低品位ながら銅の鉱徴を捕捉できたことは地化学異常の分布域を調査の対象に選定したことによる。MJZM-5号の結果では、鉱徴深度が100m前後までの場合、地化学探査により地下の鉱徴の存在が把握されることが判明した。

MJZM-7号及び10号の結果からは、地表地化学異常とボーリングで捕捉された鉱徴とはやや離れており、鉱徴深度が深い場合には物理探査IP法によりボーリング調査位置を限定する必要がある。

尚、本地域では弱い鉱化帯と類似のIP効果を示す塩基性岩類の存在が確認されたことにより、今後の課題として、IP法物理探査を行う場合、事前に十分な岩石及び鉱石試料の収集と物性測定を行い、鉱石によるIP異常とIP効果を示す岩石によるIP異常を区別できるようにする必要がある。

第2章 将来への提言

第3年次の調査結果とその検討により得られた結論に基づき、下記のことを将来への提言とした。

1. 本年次調査で捕捉された鉱化帯の分析結果からは経済的に採掘対象となる鉱化帯の捕捉には至らなかったが、地表ではほとんど露頭の見られない広大な地域においても硫化鉱物の鉱化帯を捕捉できたことは今後の鉱床探査に有効な手法を示唆するものとして評価される。

即ち、調査用の採用した手法として

①第1年次：衛星画像解析，既存データ解析，地質概査，GPSを用いた土壌地化学探査概査

②第2年次：既存地化学探査データ解析，物理探査（IP法）

③第3年次：ポーリング調査

の段階的調査法はジンバブエの様な広大な地形を対象とした調査法として有効である。今後同様の地域を対象に鉱床探査を行う場合、本地域で用いた調査手法を採用することを提言する。

2. 物理探査（IP法）の実施に当たっては、事前に十分な岩石及び鉱石試料の収集と物性測定を行い、鉱石によるIP異常とIP効果を示す岩石によるIP異常を区別できるようにする必要がある。

Reference

Japan International Cooperation Agency, Metal Mining Agency of Japan. (1993) : Report on the Mineral Exploration in the Makonde Area, The republic of Zimbabwe. (Phase I)

Japan International Cooperation Agency, Metal Mining Agency of Japan. (1994) : Report on the Mineral Exploration in the Makonde Area, The republic of Zimbabwe. (Phase II)

Master, S. (1991): Stratigraphy, tectonic setting, and mineralization of the early proterozoic Magondi supergroup, Zimbabwe: a review. in Precambrian Sedimentary Basins of Southern Africa (compiled by P. G. Eriksson). TERRA Nova vol. 3, p. 21.

Simpson, H. (1990): Report on work done and recommended in the area from north of Mhangura to south of Alaska. Unpub. Rep. of ZMDC, 43pp.