

中外名人畫冊
第一冊

總發行所

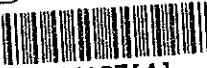
中國人民日報社

國際圖書貿易公司
金明館發行

1980年
11月
11日

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 1 年次

JICA LIBRARY

1103137141

24693

平成 5 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

24693

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、地化学探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年次とし、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して平成4年6月21日から平成4年9月18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るものである。

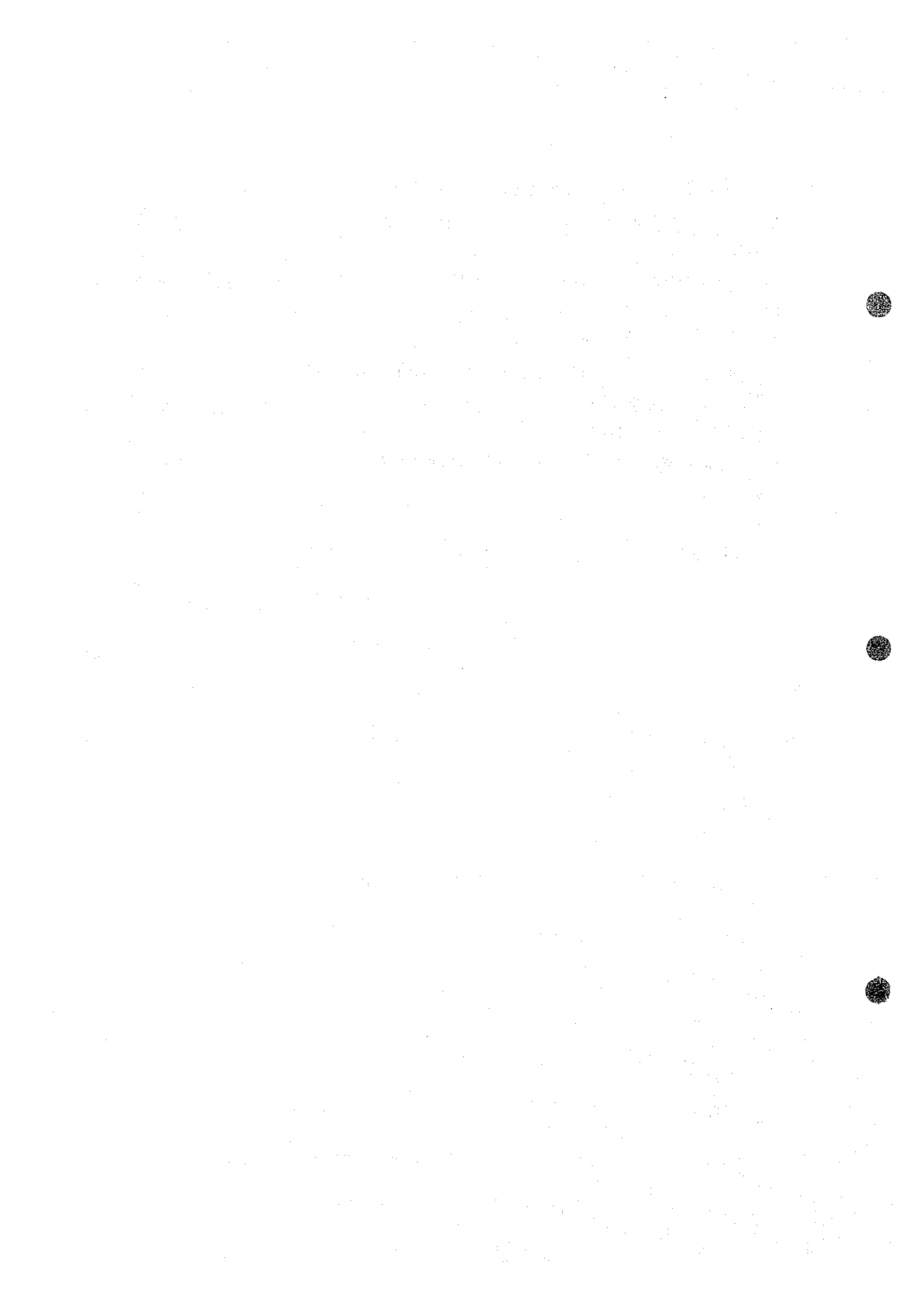
平成5年3月

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



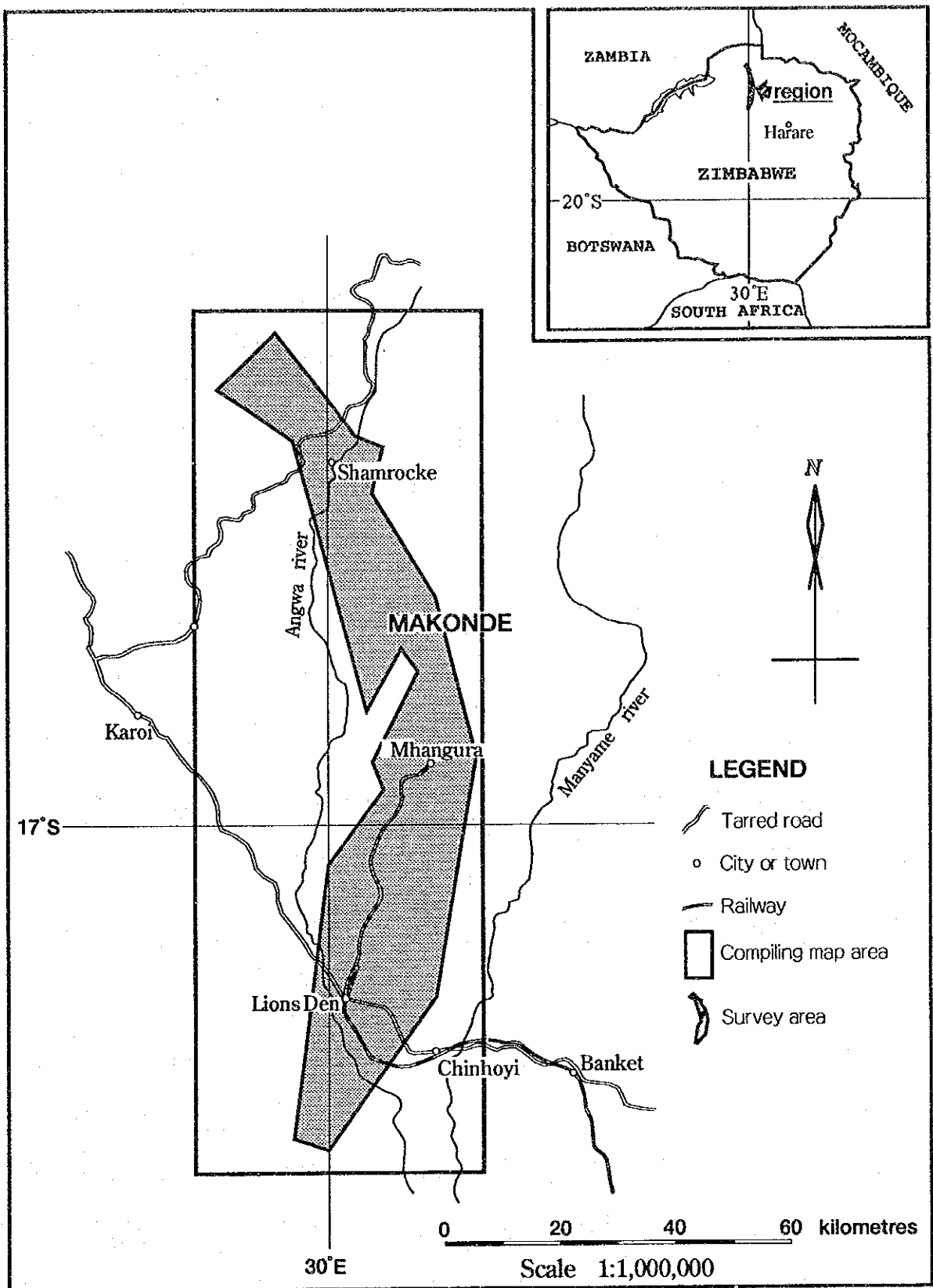
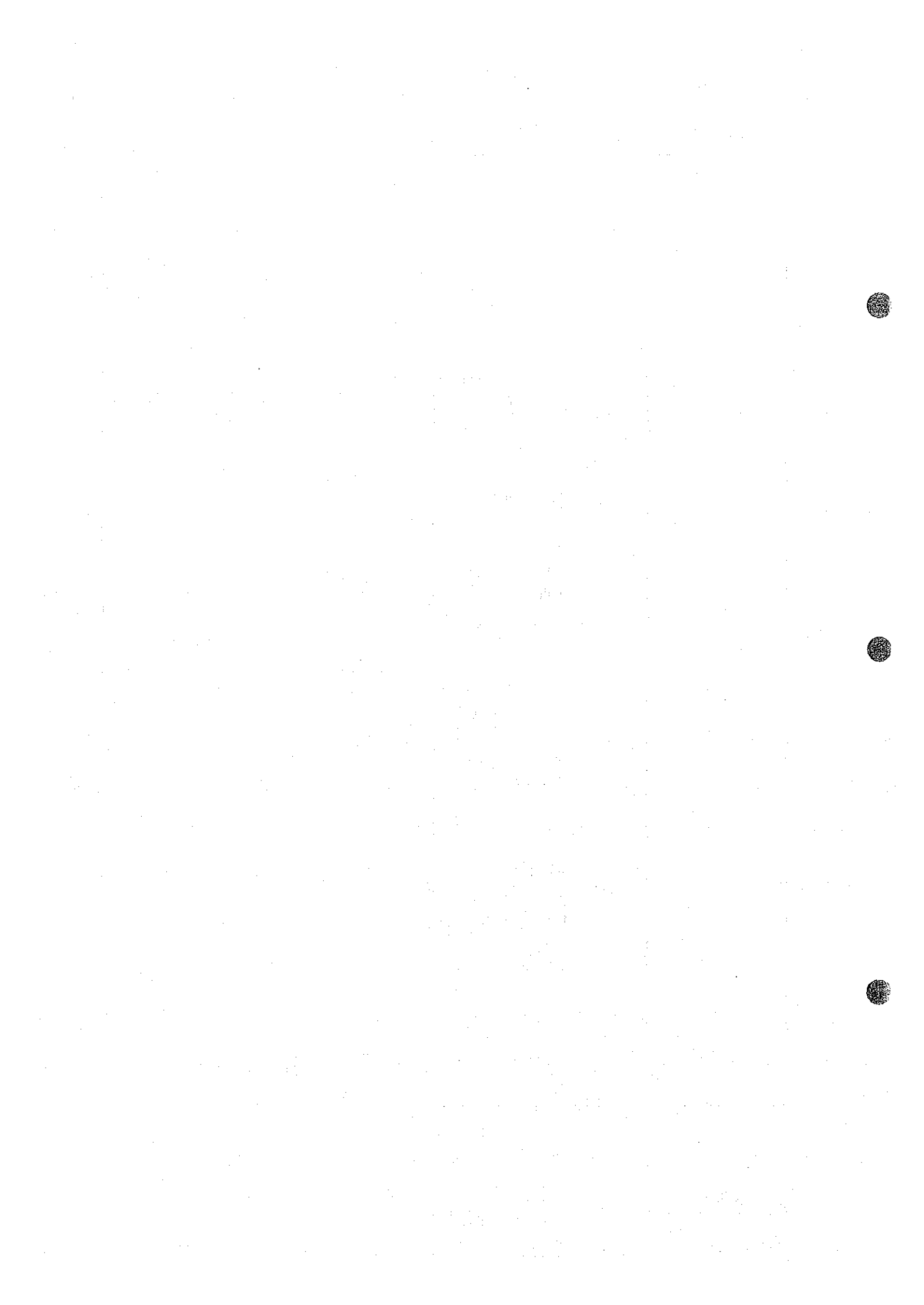


圖 I - 1 - 1 調查地域位置圖



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1年次にあたる本年次は7,500km²について既存データ解析、2,250km²について地質調査及び919km²について地化学探査を実施した。以下にそれぞれの調査の要約を行う。

既存データ解析では当地域に関するデータから、地質状況及び鉱化作用の特徴を把握するとともにコンパイル地質図を作成した。

地質調査は既存データ解析で判明した地質状況を現地を確認しながら行った。その結果本地域の地質は東部の始生代の片麻岩類、花崗岩を基盤として、その西側に地溝帯の拡大に伴って堆積した原生代の礫岩、砂岩、苦灰岩、粘板岩、及び玄武岩質火山岩から構成される。

鉱徴地調査結果から、主要な鉱床は層準規制型銅鉱床であるが、この他に石英銅脈型鉱床、層状鉄鉱床、及び苦灰岩鉱床が認められる。マンガラ鉱床、シャクルトン鉱床、アヴォンデール鉱床等の稼行可能な大規模鉱床はいずれも層準規制型銅鉱床であり、これらは原生代のデウェラス層群のアルコース、礫岩中に胚胎し、局所的な背斜構造と断層に密接に関係して賦存する。

岩石及び鉱石の物性測定結果から物理探査法として分極率の差異を用いた方法（IP法）が有望と判断された。

土壤による地化学探査結果から鉱床賦存の可能性の高い以下の地区を抽出した。

- 1) アングワ～ハンス地区
- 2) オールド・アラスカ南西地区
- 3) イニャチ地区
- 4) ピリンガニ地区
- 5) グリーンフィールズ地区
- 6) ワイルデン地区
- 7) チピリ地区
- 8) ビンジ地区

以上の調査結果を踏まえ、第2年次の調査として次のことを提案する。

- 1) 既存データ解析：対象地区に対して本年次調査データにZMDCに所蔵される土壤による地化学探査分析データを加え詳細な解析を行う。
- 2) 地質精査：対象地区の鉱化状況及び地質構造の把握を目的としてトレンチ調査を含む地質精査を行う。
- 3) 物理探査：対象地区に対して岩石及び鉱石の分極率の差異を用いた物理探査を実施し、鉱床賦存の可能性を把握する。
- 4) 試錐調査：既存データ解析、地質精査及び物理探査の結果により最も有望と思われる場所に対して、試錐調査を実施し、鉱床賦存状況の確認に努める。

目 次

はしがき

調査地域位置図

要 約

	頁
第Ⅰ部 総 論	1
第1章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 第1年次調査の範囲及び調査の概要	1
1-3 調査団の編成	3
1-4 調査期間	4
第2章 調査地域の地理	5
2-1 位置及び交通	5
2-2 地形及び水系	5
2-3 気候及び植生	6
2-4 その他	6
第3章 調査地域の既存地質情報	7
3-1 既往調査の概要	7
3-2 調査地域周辺の一般地質	9
3-3 調査地域の地質的位置付け	10
3-4 調査地域の鉱業概史	10
第4章 調査結果の総合検討	12
4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制について	12
4-2 期待鉱床賦存のポテンシャル	13
4-3 地化学異常と鉱化作用との関係について	13
4-4 岩石及び鉱石の物性について	14
第5章 結論及び提言	16
5-1 結論	16
5-2 第2年次調査への提言	19
第Ⅱ部 各 論	21
第1章 既存データ解析	21
1-1 既存地質及び鉱床	21
1-2 E. P. O. 資料	30
1-3 その他の既存資料	37
1-4 まとめ	40

	頁
第2章 地質調査	43
2-1 地質概説	43
2-2 地質各説	43
2-2-1 基盤岩類	43
2-2-2 準片麻岩類	51
2-2-3 ブラワヤン層群	51
2-2-4 シャンヴァイアン層群	51
2-2-5 先マゴンディ貫入岩類	51
2-2-6 マゴンディ累層群	52
2-2-7 グルヴェ複合変成岩	54
2-2-8 後マゴンディ貫入岩類	54
2-2-9 シジャリラ層群	55
2-2-10 上部カロオ層	55
2-2-11 第四紀堆積物	55
2-3 地質構造	55
2-4 鉍化作用	56
2-4-1 鉍山・鉍徴地調査	56
2-4-2 鉍化作用の特徴	84
2-5 岩石及び鉍石の物性	86
2-5-1 測定方法	86
2-5-2 測定結果	86
第3章 地化学探査	94
3-1 土地化学探査	94
3-1-1 土地化学探査実施地区の選定	94
3-1-2 試料採取	96
3-1-3 指示元素	96
3-1-4 分析値の統計処理	97
3-1-5 地化学探査異常の評価	97
3-2 ガス地化学探査	125
3-2-1 ガス地化学探査実施地区の選定	125
3-2-2 測定方法	125
3-2-3 ガス地化学探査異常の評価	125
第Ⅲ部 結論及び提言	141
第1章 結論	141

	頁
第2章 将来への提言	152
参考文献	153
付 録	

図

	頁
図 I - 1 - 1 調査地域位置図	
図 I - 3 - 1 地質構造区分図	8
図 I - 3 - 2 ジンバブエ共和国年別銅生産量	11
図 II - 1 - 1 既知鉱徴地位置図	22
図 II - 1 - 2 既往探査位置図	23
図 II - 1 - 3 コンパイル地質図	25
図 II - 1 - 4 空中磁気図	38
図 II - 1 - 5 既存データ解析結果総括図	41
図 II - 2 - 1 地質調査地域範囲図	44
図 II - 2 - 2 地質図	45
図 II - 2 - 3 地質断面図	47
図 II - 2 - 4 地質模式層序図	48
図 II - 2 - 5 各種試験試料採取位置図	49
図 II - 2 - 6 オールド・アラスカ-アングワーハンス地区鉱徴地調査結果図	61
図 II - 2 - 7 オールド・アラスカ鉱山の露天掘り跡見取り図	63
図 II - 2 - 8 ハンス鉱山跡見取り図	64
図 II - 2 - 9 シャックルトン-アヴォンデル地区鉱徴地調査結果図	69
図 II - 2 - 10 ユナイテッド・キングダム地区鉱徴地調査結果図	73
図 II - 2 - 11 ユナイテッド・キングダム鉱山跡見取り図	75
図 II - 2 - 12 マングラ地区鉱徴地調査結果図	77
図 II - 2 - 13 モレー鉱山露天掘り跡見取り図	79
図 II - 2 - 14 シャムロック地区鉱徴地調査結果図	82
図 II - 2 - 15 見かけ比抵抗値及び分極率と岩相の関係	88
図 II - 2 - 16 岩石及び鉱石試料の I P と見掛比抵抗の関係	89
図 II - 2 - 17 岩石及び鉱石試料の Cu 品位と I P の関係	89
図 II - 2 - 18 岩石及び鉱石試料の Cu 品位と見掛比抵抗の関係	90
図 II - 2 - 19 岩石及び鉱石試料のスペクトル特性	91
図 II - 3 - 1 地化学探査地区位置図	95
図 II - 3 - 2 Cu の濃度分布図 (アラスカ地区)	105
図 II - 3 - 3 10成分を用いた場合の第 1 主成分得点の分布図 (アラスカ地区)	107
図 II - 3 - 4 6成分を用いた場合の第 4 主成分得点の分布図 (アラスカ地区)	109
図 II - 3 - 5 Cu の濃度分布図 (ウンボエ地区)	113
図 II - 3 - 6 10成分を用いた場合の第 1 主成分得点の分布図 (ウンボエ地区)	115

	頁
図Ⅱ-3-7 6成分を用いた場合の第4主成分得点の分布図(ウンボエ地区)	117
図Ⅱ-3-8 Cuの濃度分布図(マンガラ北部地区)	119
図Ⅱ-3-9 10成分を用いた場合の第1主成分得点の分布図(マンガラ北部地区)	121
図Ⅱ-3-10 6成分を用いた場合の第4主成分得点の分布図(マンガラ北部地区)	123
図Ⅱ-3-11 Cuの濃度分布図(シャムロック地区)	127
図Ⅱ-3-12 10成分を用いた場合の第1主成分得点の分布図(シャムロック地区)	129
図Ⅱ-3-13 6成分を用いた場合の第4主成分得点の分布図(シャムロック地区)	131
図Ⅱ-3-14 土壌CO ₂ ガス濃度の頻度分布及び累積頻度分布図	134
図Ⅱ-3-15 アヴォンデル地区の土壌CO ₂ ガス濃度の分布図	135
図Ⅱ-3-16 シャクレトン地区の土壌CO ₂ ガス濃度分布図	137
図Ⅱ-3-17 ノーラ地区の土壌CO ₂ ガス濃度分布図	139
図Ⅲ-1-1 アラスカ地区の総合解析結果図	145
図Ⅲ-1-2 ウンボエ地区の総合解析結果図	147
図Ⅲ-1-3 マングラ北部地区の総合解析結果図	149

表

表Ⅰ-1-1 調査数量一覧表	2
表Ⅰ-1-2 月別の気温及び降水量	6
表Ⅱ-1-1 解析資料一覧表	21
表Ⅱ-1-2 地質層序対比表	27
表Ⅱ-1-3 マゴンディ変動帯の年代層序表	29
表Ⅱ-1-4 既知鉱山一覧表	31
表Ⅱ-1-5 既往探査一覧表	32
表Ⅱ-1-6 E. P. O. のクレーム地区一覧表	42
表Ⅱ-2-1 岩石薄片の検鏡結果一覧表	50
表Ⅱ-2-2 鉱石研磨片の検鏡結果一覧表	57
表Ⅱ-2-3 鉱石の化学分析結果一覧表	58
表Ⅱ-2-4 鉱徴地調査結果一覧表	59
表Ⅱ-2-5 物性測定結果一覧表	87
表Ⅱ-3-1 土壌化学分析の分析方法及び検出限界値一覧表	96
表Ⅱ-3-2 土壌化学分析値の基本統計値一覧表	97
表Ⅱ-3-3 土壌化学分析成分の相関係数一覧表	99
表Ⅱ-3-4 土壌化学分析値の主成分分析結果表(10成分の場合)	101
表Ⅱ-3-5 土壌化学分析値の主成分分析結果表(6成分の場合)	103

	頁
表Ⅱ-3-6 ガス測定結果の基本統計値一覧表	133

付 録	頁
A-1 岩石顕微鏡写真	A1
A-2 鉱石顕微鏡写真	A7
A-3 土地化学探査試料採取位置図	A13
A-4 土地化学分析結果一覧表	A21
A-5 各成分の頻度分布及び累積頻度分布図	A64
A-6 各成分間散布図	A67
A-7 10成分を用いた主成分得点の頻度分布及び累積頻度分布図	A69
A-8 10成分を用いた主成分得点と分析成分間の散布図	A72
A-9 6成分を用いた主成分得点の頻度分布及び累積頻度分布図	A75
A-10 6成分を用いた主成分得点と分析成分間の散布図	A77
A-11 土地CO ₂ ガス測点及び測線位置図	A79
A-12 土地CO ₂ ガス測定結果一覧表	A85
A-13 資源開発協力調査プロジェクト選定調査 衛星画像解析報告書 ジンバブエ共和国 ...	A95

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

本調査は平成4年度から3年間継続するもので、今年度はその第1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、本年度は既存データ解析、地質調査、及び地化学探査として土壌試料採取及び土壌CO₂ガス測定を実施し、本地域での新鉱床発見の為の基礎調査を行うと共に、ジンバブエ共和国への技術移転を図った。

1-2 第1年次調査の範囲及び調査の概要

調査の範囲は図I-1-1に示す。以下は図示された区画の座標である。

既存データ解析 : 面積7,500 km²

① S16° 11.86' E29° 47.00'	② S16° 11.85' E30° 15.00'
③ S17° 38.97' E30° 15.00'	④ S17° 38.96' E29° 47.00'

地質調査 : 面積2,250 km²

A S17° 30.86' E30° 00.00'	B S17° 30.04' E29° 56.78'
C S17° 04.42' E30° 00.19'	D S16° 56.38' E30° 05.94'
E S16° 53.41' E30° 04.72'	F S16° 44.32' E30° 08.97'
G S16° 42.78' E30° 07.84'	H S16° 49.69' E30° 04.25'
J S16° 22.84' E29° 56.36'	K S16° 18.52' E29° 48.86'
L S16° 12.90' E29° 55.26'	M S16° 23.15' E30° 02.96'
N S16° 23.57' E30° 05.32'	O S16° 28.18' E30° 04.12'
P S16° 38.24' E30° 10.15'	Q S16° 55.01' E30° 14.41'
R S17° 16.46' E30° 10.02'	

本年度各調査の概要は次のとおりである。

1. 既存データ解析

鉱山省地質調査局に保管され、提供を受けた地質、物理探査、地化学探査及び鉱山鉱微地の資料を解析し、本地域の地質状況、鉱化作用の特徴、及び既往探査状況の把握を行い、併せて縮尺10万分の1コンパイル地質図を作成した。

2. 地質調査

既存データ解析で作成したコンパイル地質図を現地で確認するとともに、調査に基づき修正を加えた。鉱微地調査では現地踏査をおこない、鉱微及び産状の評価をするとともに次年度以降に実施する調査の基礎資料を得た。また、調査結果に基づき次項の地化学探査候補地を選定した。

3. 地化学探査

土壌地化学探査では、地質調査により選定された地域において500m間隔で試料を採取した。試料採取に当たってはGPS (Global Positioning System) により現位置を確認するとともに試料中の岩片を記載し、地質及び鉱微の確認に努めた。

土壌CO₂ガス地化学探査の対象として鉱微、断層帯、及び岩脈帯の予測される3地区を選定した。対象地区では20m×40m間隔で測定孔を設定して土壌中のCO₂濃度を測定した。測点、測線設置に当たっては簡易測量を実施し精度を高めた。また、測定孔設置時に採取した岩片の記載を行い、地質、鉱微の確認に努めた。

調査内容は、表I-1-1に示すとおりである。

表I-1-1 調査数量一覧表(1)

調査内容	調査数量	
既存データ解析	地質図幅(縮尺10万分の1)	7葉
	既往探査報告書	1式
	地質文献	1式
	空中磁気データ	14葉
地質調査	調査面積	概査 2,250km ²
		鉱微地調査(9カ所) 90km ²
	踏査延長	概査 100km
		鉱微地調査 135km
	試料採取件数	岩石(薄片用) 50件
		岩石及び鉱石(物性測定用) 41件
	鉱石(化学分析及び研磨片用) 52件	
地化学探査	調査面積	916km ²
	試料採取件数	土壌 3,676件
	測定件数	CO ₂ ガス 781件

表 I - 1 - 1 調査数量一覧表 (2)

室内試験項目	数量
①岩石薄片作成	50 件
②鉱石件磨片作成	31 件
③化学分析 7) 鉱石 Au, Ag, Cu, Ni, Co, Pb, Zn, Pt 1) 土壌 Cu, Au, Ag, Pb, Zn, Fe, Co, Ni, As, Hg	52 件 416成分 3,676 件 36,760成分
④比抵抗及び分極率測定	41 件

1-3 調査団の編成

本調査推進のため、調査計画、協定の折衝及び調査に参加した調査団員は下記のとおりである。

調査計画及び折衝

日本側		ジンバブエ共和国側	
奥村 暁	金属鉱業事業団	JOHN LISLE ORPEN	地質調査局
池田真二	通商産業省	SURRENDER MDUNYISWA NYAHWA NCUBE	地質調査局
小松二郎	外務省		
佐藤 均	国際協力事業団		
増田信行	金属鉱業事業団		
両角春寿	金属鉱業事業団		
山本恭久	金属鉱業事業団		

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
柚原備也 (地質・地化学調査)	同和工営(株)		
菅 真 (地質・地化学調査)	同和工営(株)		
岩谷伸一 (地質・地化学調査)	同和工営(株)		
今野宏秀 (地質・地化学調査)	同和工営(株)		

現地指導監督

両角春寿

金属鉱業事業団

1-4 調査期間

現地調査は下記の工程で実施された。

現地調査 : 1992年6月24日 ~ 9月14日

既存データ解析 : 1992年6月24日 ~ 7月1日

地質調査 : 1992年7月3日 ~ 8月10日

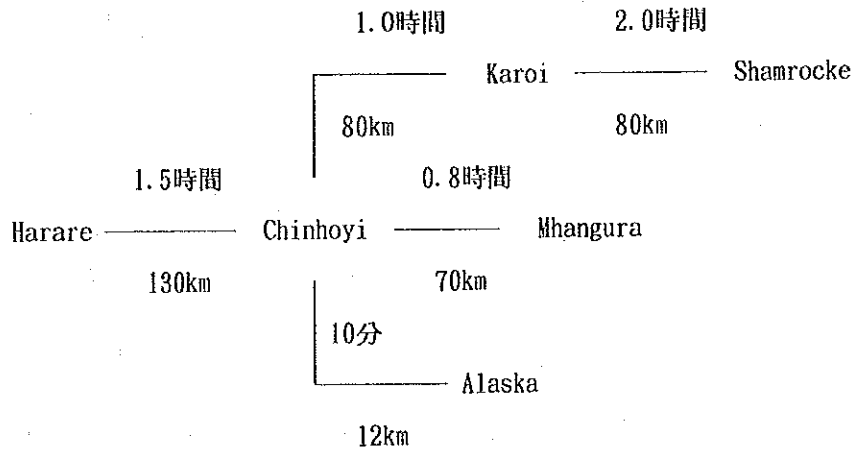
地化学探査 : 1992年8月10日 ~ 9月10日

現地解析 : 1992年9月8日 ~ 9月14日

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

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。



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が、調査地北部のカロイ～シャムロック間は未舗装道路がある。サファリ地区では四輪駆動車のみが通行可能であり、雨期の調査は困難である。

現地調査中、日本人技術者はチノイ及びカロイに宿泊し、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ベース・キャンプを設営し、調査を行った。

2-2 地形及び水系

調査地域の地形は構成する岩石の特徴を反映している。全体的に変成度の低い地域南部では標高1,100m～1,250mの緩やかな起伏を呈する準平原として特徴づけられる。一方変成度の高い地域北部サファリ地区では溪谷を伴う急峻な地形を示す。

山系は北部のジェチェネネ（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。

2-3 気候及び植生

調査地域の気候は乾期（4月～10月）と雨期（11月～3月）に区分される。各月別示標は次のとおりである。

表 I-1-2 月別の気温及び降水量

	CHINHOYI (1962-90 Average)			KARO I (1951-91 Average)		
	Temperature (°C)		Rainfall (mm)	Temperature (°C)		Rainfall (mm)
	Maximum	Minimum		Maximum	Minimum	
April	27.8	13.5	36.0	24.2	13.9	39.9
May	26.0	9.3	6.9	22.2	11.2	8.0
June	24.1	6.1	1.9	25.6	8.7	3.0
July	24.1	5.6	1.2	22.2	8.2	1.5
August	26.5	7.7	2.4	24.6	9.8	1.1
September	29.9	11.8	5.7	27.7	13.0	4.8
October	31.2	15.4	28.7	29.4	15.9	18.3
November	30.1	17.0	82.6	28.1	16.8	80.8
December	28.0	17.4	161.1	26.1	16.9	178.7
January	27.8	17.5	179.8	25.8	16.9	189.1
February	27.4	17.2	170.9	25.6	16.8	193.8
March	28.1	16.1	111.7	25.7	15.9	108.2

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し、全般的に密度はまばらである。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。水系沿いには特徴的に椰子、蘇鉄類が繁茂する。針葉樹は少なく、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グラ鋳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。

2-4 その他

調査地北部シャムロック鋳山周辺地域のステーツランド、及びサファリエイリアの入域には所轄官庁の許可を必要とする。

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査の概要

調査地域及び周辺の地質については鉱山省地質調査局により1,000,000分の1全国地質図、及び100,000分の1地質図が刊行されている。

調査地域の探査資料については、1948年以降1978年までにMessina Transvaal Development Co.Ltd (以下 MTD Co.Ltd.と略称)、Rhodesia Copper Ventures Limited (以下 RCV.Ltd と略称)、Rhodesia Section Trust Exploration Limited (以下 RSTE Ltd と略称)、その他によって占有探鉱権 (Exclusive Prospecting Order, 以下E.P.O.と略称) による30件の鉱床探査が行われてきた。

全国規模の調査としては1983年から1990年にカナダの資金援助、技術協力により空中磁気調査が実施された。調査地域の空中磁気調査結果ではマコンディ累層群の構造を反映するとともに、マンガラ、アングワ、ハンスなどの浅所に分布する鉱床付近では低磁気異常を示している。この他1991年にはイギリスの援助で全国重力調査の現地測定が行われた。

学位論文としては地質調査関係 (Mundon, 1987; Shoko, 1985; Vinyu, 1985; Jacobsen, 1965)、鉱床関係 (Kyle, 1972; Muchenje, 1974; Tsomondo, 1980) のほか博士論文 (Thole, 1974; Master, 1991) がある。

Zimbabwe Mining Development Corporation (以下ZMDCと略称) では1987年以降、マンガラ北部からアラスカ南部の地域にかけてのE.P.O.等の既存調査結果、鉱山内部資料などを再検討し、本地域の探査指針について以下の提言を行っている (Simpson:1990)。

- 1) 鉱床胚胎の場として次の点を指摘している。
 - ・基盤岩-堆積岩の接触部
 - ・原生代の扇状地、河川及び砂州複合堆積物の周期的級化層理
 - ・トラップの役割としての背斜構造
- 2) 鉱床胚胎の地質、構造的環境として次の条件を指摘している。
 - ・原生代の扇状地、河川及び砂州複合堆積物の周期的堆積作用
 - ・堆積物が岩石化作用を受ける前に形成された初期の背斜構造軸の存在
 - ・NE-SW系の堆積盆と斜交する空中磁気及び地化学トレンドの存在
 - ・鉱液の通路として活動した堆積盆に平行な初期の走向断層の存在
- 3) 以上を踏まえて、今後の探査手法及び地区を次のように提言している。
 - ①堆積盆を横切る既知構造トレンドの地質マッピング
 - ・ワリーシャックルトン-アヴォンデール-ニジリ
 - ・ケニルワース-ハンス-アングワ
 - ・ムニ西部-ムニ-ムンワ
 - ・バルデシア
 - ・グリーンフィールド南北

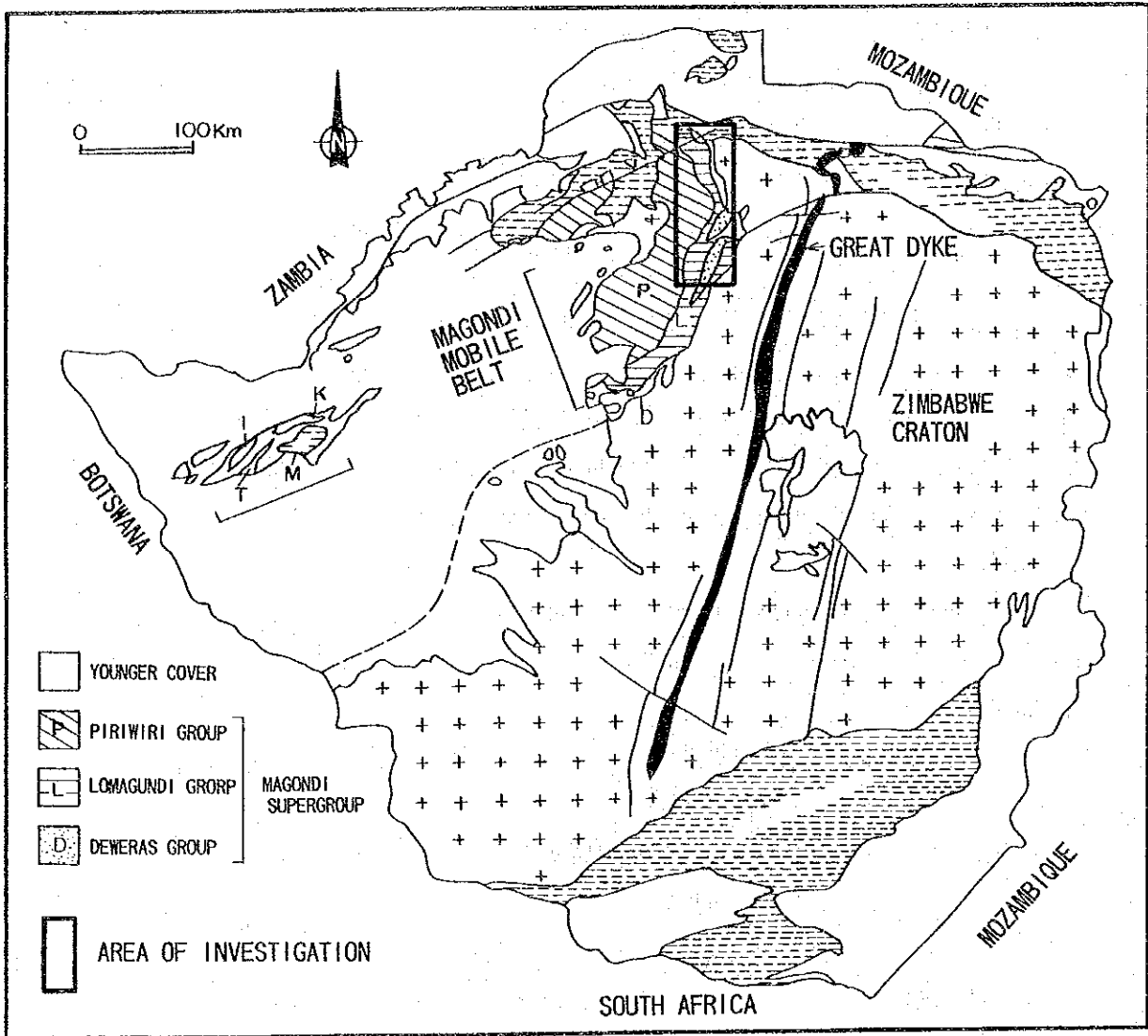


图 I - 3 - 1 地質構造区分图

- ②上記で網羅されない地域の空中写真による予察的マッピング
- ③既知鉱体の存在を検証するための各種物理探査手法のテスト
- ④現在の断面からプランジしていると思われるワリ、ムニ及びケニルワースのボーリング
- ⑤ムニ及びムニ西部でのボーリング位置選定のための詳しい表層マッピング
- ⑥既知鉱徴帯の表層マッピングに基づいたバルデシア、ニジリのボーリング

3-2 調査地域周辺の一般地質

一般地質： 調査地域は図 I-3-1 に示すようにジンバブエ共和国北部のマゴンディ変動帯に位置する。このマゴンディ変動帯は北及び西側をザンベジ地溝帯に、東側をジンバブエクラトンによって画される。

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、花崗岩類、及び原生代のマゴンディ累層群の堆積岩類、火山岩類である。

基盤岩類は、地域北部に分布し、黒雲母・角閃石の顕著な片麻岩類と、地域南部に分布し、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し、灰白色～桃色を呈し、石英・カリ長石及び斜長石に富み、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。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、及びプラヤ成堆積物である。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。下位層は純粹な苦灰岩、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。上位層は剥離性の発達した白色～暗灰色の粘板岩を主体とする。本層群は調査地域南部ではデウェラス層群の両側で、北部では西側で急峻な山脈を形成し、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、石墨質粘板岩、珪岩等からなり、一部に火山岩、火山碎屑岩を伴い、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。

地質構造： 調査地域の地質構造は 3 種類の主要構造に分けられる。

第 1 の構造は NE-SW 系褶曲構造であり、シャックルトン・アヴォンデル鉱山地区、ハイベリ-エステイツ地区、バルデシア地区に認められる。

第 2 の構造は N-S 及び NNE-SSW 系の褶曲構造と衝上断層であり、マンガラ鉱山地区、地域西部のウンボエロード地区、及びチノイケープ地区等に顕著である。

第 3 の構造は NE-SW 方向の走向移動断層及び褶曲構造であり、調査地域北部で顕著である。

3-3 調査地域の地質的位置付け

調査地域は東側に始生代の基盤岩類が分布し、これを不整合に覆って西側に原生代のマゴンディ累層群の堆積岩類及び火山岩類が卓越する。

基盤岩類のうち、新規花崗岩の年代測定値は2,300Ma~2,600Maと報告されている。マゴンディ累層群の年代は2,000Ma~2,200Maが報告されている (Simpson 1990)。

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。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剥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。

3-4 調査地域の鉱業概史

ジンバブエ共和国の鉱業活動については、古くから多くの金鉱山の存在が知られており、19世紀後半にいたり鉱山会社が設立され、鉱業権が制定された (Stagman 1978)。調査地域内のオールドアラスカ鉱山においても19世紀末すでに採掘されていた (Anon 1962b)。

ジンバブエ共和国の年別銅生産量を図 I-3-2 に示す。同国の活発な銅鉱業活動は1930年代以前と1940年代後半以降の時期に大別される。

最初の活発な鉱業活動は1910年代初頭から1920年代中頃であり、第一次世界大戦前後の時期に相当する。この時期には年間約3千トンの銅を生産し、調査地域及び周辺ではオールド・アラスカ鉱山、セドリック鉱山、及びシルバーサイド鉱山等が隆盛であった。

2回目の活発な鉱業活動は1940年代後半からの組織的、継続的な探鉱活動によるものである。1948年~1978年にかけて、MDC, RCV Ltd, RSTE Ltd, 他によって、E. P. O. による鉱床探査が各所で行われ、その探鉱費は総額約400万ローデシアドルとされている。

その結果、ミリアム鉱床 (埋蔵鉱量6000万トン、品位Cu1.0%)、ノーラ鉱床 (埋蔵鉱量800万トン、品位Cu1.2%)、及びシャムロック鉱床 (埋蔵鉱量500万トン、品位Cu1.0%, Ag0.8g/t, Au0.018g/t) が発見、開発された。また、1950年代後半から1970年代中頃にかけて銅を対象とし

た地化学探査が行われ、アングワ鉱床（埋蔵鉱量450万トン）、シャックルトン鉱床（埋蔵鉱量600万トン、品位Cu1.2%）、及びアヴォンデール鉱床（埋蔵鉱量440万トン、品位Cu0.9%）が発見された。

これらの探鉱、開発の結果1950年代後半より同国の銅生産量は飛躍的に増加し、1974年には5万5千トンの生産量を記録した。

その後、オールドアラスカ鉱山(1977年終掘)、シャムロック鉱山(1978年終掘)、シャックルトン鉱床(1984年終掘)の終掘、さらに稼行鉱山の品位低下、縮小等により1990年には銅生産量は約2万トンまで減少した。

これらの実状を踏まえて、調査地域はもとより、ジンバブエ共和国において新鉱床の発見、開発が急務とされている。

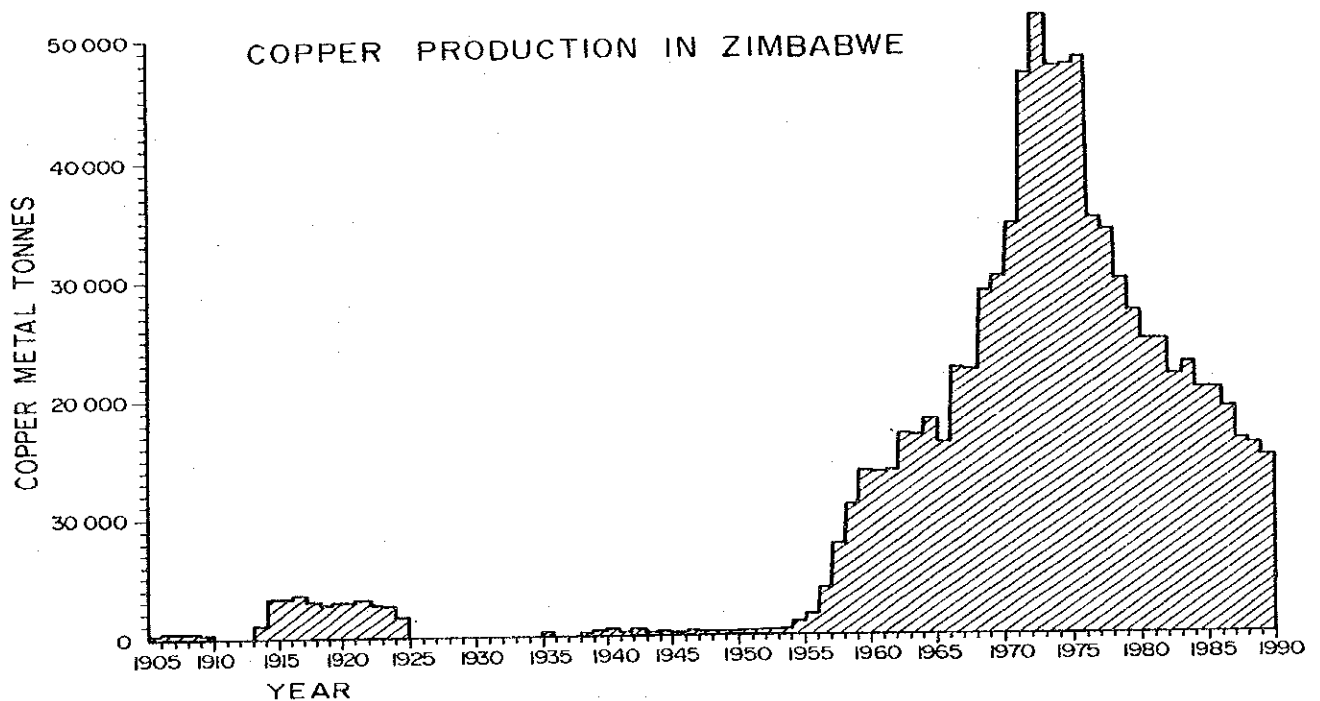


図 I - 3 - 2 ジンバブエ共和国年別銅生産量

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について

調査地域中央部には原生代マゴンディ累層群、デウェラス層群の砂質岩が南北に長く連続して分布する。

デウェラス層群は少なくとも以下の3回の構造運動を被っている。

調査地域南部（ノーラ鉱山以南）は早期のNE-SW系の褶曲構造が顕著であり、これにマゴンディ変動期のN-S系褶曲構造、衝上断層、及びNE-SW系右横ずれ断層が重複する。

調査地域中部（マンガラ鉱山地区及び北部延長地区）ではマゴンディ変動期のN-S~NNW-SSE系褶曲構造、衝上断層が卓越する。

調査地域北部（シャムロック鉱山地区）ではザンベジ変動の影響を受け、NE-SW系の褶曲構造及びNE-SW系横ずれ断層が発達する。

本地域に見られる主要鉱化作用は層準規制型鉱染状銅鉱床であり、地域南部のオールド・アラスカ、アングワ、ハンス、シャックルトン、及びアヴォンデール各鉱床、地域中部のミリアム、及びノーラ鉱床、地域北部のシャムロック鉱床がこれに属する。

これらの鉱床は例外を伴いながらも共通した次の特性を持っている。

- ①主としてデウェラス層群の砂質岩層に胚胎するが、オールド・アラスカ鉱床、シャムロック鉱床のようにロマゴンディ層群中にもみとめられる。
- ②鉱床母岩は礫岩、級化構造及び斜層理を伴うアルコース、各種蒸発岩類を挟在する泥質岩を1サイクルとする堆積サイクルのうち泥質岩直下のアルコース、あるいは礫岩~アルコースである。
- ③主要鉱石鉱物は外形不定の斑銅鉱、輝銅鉱、黄銅鉱であり、銅藍、磁鉄鉱、赤鉄鉱を随伴する。
- ④鉱石は母岩の粒間を埋める鉱染状鉱石が一般的であり、一部に小脈を伴い高品位部を形成する。
- ⑤鉱床は地表付近で孔雀石、及び銅藍を主要鉱石鉱物とする酸化帯を形成する。
- ⑥鉱石品位については、Auは小脈部分で1g/t以上となる他は0.01~0.5g/tである。Agは小脈部分で60g/t以上を示す他は1~30g/tである。Cuは0.01~3.5%の範囲である。

鉱床の構造規制については、シャックルトン、アヴォンデール鉱床は鉱床生成時の形態をよく残しており、地質構造に規制されている。アヴォンデール鉱床は早期のNE-SW系背斜軸、あるいは小ドーム状構造の頂部に沿って胚胎し、シャックルトン鉱床は優勢なN-S系断層帯両翼に発達する。

アングワ鉱床、ハンス鉱床、及びオールド・アラスカ鉱床も同様な地質構造に支配されている。ミリアム鉱床、ノーラ鉱床、及びシャムロック鉱床は鉱床生成後の変形が著しく原形態が明らかではないが、ほぼ同様な条件下にあったものと推察される。

関係火成岩という観点からは、何れの鉱床においても付近に粗粒玄武岩質の岩脈が存在するが、

鉍床付近以外にも同種の岩脈は多く、関係火成岩と断定するのは困難である。

以上から鉍化作用は次のように要約される。

- ①地溝帯拡大に伴い、礫岩～アルコースなどの多孔質岩石が広範囲に生成した。
- ②海進に伴い、一部蒸発岩類を含む細粒泥質岩類を堆積した。
- ③これら①、②の活動が繰り返し行われ、デウェラス層を形成した。
- ④構造運動により褶曲構造、断層帯、及び破碎帯を形成した。
- ⑤鉍液は断層帯、破碎帯を上昇し、背斜軸に沿って細粒泥質岩類を帽岩として、多孔質岩類中を選択的に通過した。
- ⑥この過程において、銅硫化物等を晶出し、鉍染状、細脈状鉍石を生成した。
- ⑦鉍床は生成後の褶曲、及び断層（マゴンディ変動、ザンベジ変動）の影響を受け、現在の鉍床形態を形成した。

4-2 期待鉍床賦存のポテンシャル

本地域に認められる鉍化作用には層準規制型鉍染状銅鉍床、鉍脈型鉍床、及び層状鉄鉍床がある。

本地域の休止、稼行中も含めた大規模鉍床はいずれも層準規制型鉍染状銅鉍床であり、これらの鉍床は原生代デウェラス層群中の礫岩、アルコースに胚胎し、早期のNE-SW系褶曲構造及びこれに斜交する断層帯、破碎帯に密接な関係を有していることが判明した。

この層準は本地域中央部に南北に長く連続して分布している。既知鉍床付近以外にも鉍床に密接に関連するNE-SW系の背斜構造及びこれに斜交する断層帯、破碎帯の存在が期待できることから、新しい層準規制型銅鉍床の賦存のポテンシャルが高いと判断できる。

鉍脈型鉍床については、基盤岩の花崗岩中の石英脈は品位的に劣性であり、デウェラス層群中の石英・方解石脈はCu及びAgを伴う部分も認められるが小規模である。層状鉄鉍床は転石帯のみで全容は不明である。したがって鉍脈型鉍床、層状鉄鉍床は現時点では経済的価値は認められない。

4-3 地化学異常と鉍化作用との関係について

土壤地化学探査の結果、Cu高濃度異常、及び6成分を用いた主成分分析結果の第4主成分の高得点分析に基づき鉍床賦存の可能性の高い地区として以下の地区を抽出した。

- 1) アングワ～ハンス地区
- 2) オールドアラスカ南西地区
- 3) イニャチ地区
- 4) ピリンガニ地区
- 5) グリーンフィールズ地区

- 6) ワイルデン地区
- 7) チピリ地区
- 8) ビンジ地区

アングワ～ハンス地区、及びオールド・アラスカ南西地区の銅異常地は既知アングワ、ハンス、及びオールド・アラスカ各鉱床を含み、NE-SWの方向性を持っている。イニャチ地区はユナイテッド・キングダム鉱山を含む南北の地区である。ピリンガニ地区、グリーンフィールズ地区、及びワイルデン地区の銅異常地はマンガラ鉱山の南北に連続する各鉱床の延長線上にあり、既知鉱床と類似の地質環境が予想される位置である。

4-4 岩石及び鉱石の物性について

露頭及び坑内から採取した岩石及び鉱石試料について 3Hz及び0.3Hzの2周波での見掛比抵抗値、分極率の測定、及びスペクトルIP (SIP) の測定を行った。

見掛比抵抗値の概要は次のとおりである。

- 1) 試料全体では128～13,216Ω・mと変化に富み、粘板岩で低く、アルコース～礫岩、苦鉄質岩、珪岩、石英脈、砂岩、花崗岩、片麻岩及び苦灰岩の順に大きくなる。
- 2) デウエラス層群のアルコースの硫化物による鉱化を受けた試料は3,000～7,000Ω・mと高く、鉱化を受けない試料で500～7,000Ω・mと変化に富み、鉱化状況は比抵抗に明瞭な影響を与えていない。酸化物を伴う試料では500～1,000Ω・mと低い。
- 3) 硫化物による鉱化を受けた粗粒玄武岩、角閃石岩等では 700～6,000Ω・mと変化に富む。

分極率の概要は次のとおりである。

- 1) 硫化物による鉱化を受けたアルコースはCu品位に応じて 5～18%の高IPを示す。酸化物を伴うアルコースは1%以下のIPしか示さない。
 - 2) 硫化物による鉱化を受けた粗粒玄武岩や角閃石岩もCu品位に応じて4～10%の高IPを示す。
 - 3) その他の岩石では石墨質の粘板岩が約10%と高い値を示す他は1～3%の低IPを示す。
- スペクトル特性について検討を行った結果、以下の点が指摘出来る。
- 1) 硫化物を伴う鉱石は位相差が大きく、周波数によらず一定である。
 - 2) 酸化物を伴う鉱石は位相差が小さく、周波数によらず一定である。
 - 3) 粗粒玄武岩や鉱化をほとんど伴わないアルコースは、位相差が低周波数側で小さく、高周波数側で2～3倍大きくなる。
 - 4) マグニチュードは、高周波数側で増加もしくは減少傾向が見られるもの、及び一定値を示すものがあり、鉱化との関連においては明瞭な差異が認められない。

以上の結果、本地域で物理探査法を適用する場合、以下の点が重要である。

- 1) 硫化物の鉱化が比抵抗変化に影響を与えている可能性は低い。

- 2) 鉍床胚胎層準であるデウエラス層群のアルコースは、硫化物の鉍化の程度により高IPを示す。
- 3) 硫化物による鉍化を伴う粗粒玄武岩、角閃石岩も鉍化の程度によって高IPを示す。
- 4) 鉍化を受けない岩石、酸化帯中の鉍石は1～3%の低IPを示す。
- 5) 高IPを示す石墨質の粘板岩はデウエラス層群中には分布せず、IP調査の妨害要因とはならない。
- 6) スペクトルIPの特性では、鉍石と岩石で位相差に差異が認められる。

したがって、デウエラス層群中の潜頭鉍床の物理探査に当たって、岩石及び鉍石の分極率の差異を用いた方法（IP法）が有効である。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

本年次の調査は既存データ解析（解析対象7,500km²），地質調査（2,250km²），及び地化学探査（919km²）である。

既存データ解析：本調査地域に関する資料は地質調査局発行資料（地質図，磁気図），ジンバブエ大学関係論文，E.P.O. 探査報告などである。これらの資料に基づきコンパイル地質図を作成した。

本地域の地質は基盤の始生代の片麻岩類，花崗岩類，緑色岩類，及び珪質岩類，原生代の堆積岩類，及び火山岩類，貫入岩類，三畳紀の堆積岩類，第四紀の碎屑物より構成される。

本地域の既存主要鉱床は銅鉱床であり，このほか碎石用苦灰岩，建材用粘板岩等が生産されている。

調査地域内では9カ所の銅鉱山が開発され，現在4鉱山（アングワ，アヴォンデール，マンガラ，及びノーラ）が稼行中である。

鉱床探査についてはこれまで30件のE.P.O.による調査が行われており，Cu単成分を利用した土壌地化学探査が重点的に行われている。これらの結果54カ所の異常地が抽出されており，特に，アラスカ製錬所南部～ハンス鉱山南部～ケニルワースにかけては広範な異常地が認められる。これらの地化学探査の解析手法はCu単成分解析のみが主体であり，部分的に複数の成分について分析されていても，広域的な多成分解析はなされていない。

地質調査：地質概査ではコンパイル地質図を基に現地調査を行い，地質図を作成した。

調査地域内の原生代の堆積岩類は地溝帯拡大に伴う一連の堆積物であり，下位より礫岩～アルコース，及び玄武岩溶岩からデウェラス層群，苦灰岩，泥質岩，及び粘板岩からなるロマグンディ層群，千枚岩，グレーワッケ，石墨質粘板岩，及び珪岩からピリウィリ層群より構成される。

本地域の既知鉱床は，地域中央部を南北に連続して分布するデウェラス層群及ロマグンディ層群に胚胎する層準規制型銅鉱床及び鉱脈型鉱床である。

鉱山・鉱徴地調査は，ハンス，アングワ，オールド・アラスカ，シャックルトン，アヴォンデール，ノーラ，ミリアム，シャムロック鉱床（以上層準規制型銅鉱床），ユナイテッド・キングダム鉱床（鉱脈型鉱床），及び地質概査時に捕捉した鉱徴地に対して行った。

本地域の主要鉱床は層準規制型鉱染状銅鉱床であり，次の特性を持っている。

- 1) 主としてデウェラス層群の砂質岩層に胚胎するが，オールド・アラスカ鉱床，シャムロック鉱床のようにロマグンディ層群中にも認められる。
- 2) 鉱床母岩は礫岩，級化構造及び斜層理を伴うアルコース，各種蒸発岩類を挟在する泥質岩を1サイクルとする堆積サイクルのうち泥質岩直下のアルコース～礫岩である。
- 3) 主要鉱石鉱物は，斑銅鉱，輝銅鉱及び黄銅鉱であり，銅藍，磁鉄鉱及び赤鉄鉱を随伴する。
- 4) 鉱石は母岩の粒間を埋める鉱染状鉱石であり，脈状鉱石を伴う部分で高品位鉱を形成する。

- 5) 鉍床は地表付近で孔雀石及び銅藍を主要鉍石鉍物とする酸化帯を形成する。
- 6) 鉍石品位については、Auは小脈部分で1g/t以上となる他は0.01~0.5g/tである。Agは小脈部分で60g/t以上となる他は1~30g/tである。Cuは0.01~3.5%の範囲である。
- 7) 鉍床は早期のNE-SW系背斜軸、小ドーム状構造の頂部、及びN-S系断層帯両翼に発達する。鉍床生成過程は以下のとおりであると思われる。
 - 1) 地溝帯拡大に伴い、礫岩~アルコースなどの多孔質岩類、一部蒸発岩類を含む細粒泥質岩類を繰り返し堆積し、デウエラス層を形成した。
 - 2) 構造運動により褶曲構造、断層帯、破碎帯を形成した。
 - 3) 鉍液は断層帯、破碎帯を上昇し、背斜軸に沿って細粒泥質岩類を帽岩として、多孔質岩類中を選択的に通過した。
 - 4) この過程において、銅硫化物等を晶出し、鉍染状、細脈状鉍石を生成した。
 - 5) 鉍床は生成後の褶曲、断層の影響を受け、現在の鉍床形態を形成した。

岩石及び鉍石の物性測定は、物理探査基礎資料を得る目的で、地質概査、鉍微地調査で採取した代表的試料に対して0.3Hz, 3Hzの周波数で比抵抗、分極率測定、及びスペクトルIP (SIP) 測定を行った。

測定の結果は次のとおりである。

- 1) 硫化物の鉍化が比抵抗変化に影響を与えている可能性は低い。
- 2) デウエラス層群のアルコースは、硫化物の鉍化の程度により5~18%の高IPを示す。
- 3) 鉍化を伴う粗粒玄武岩、角閃岩も鉍化の程度によって4~10%の高IPを示す。
- 4) 鉍化を受けない岩石、及び酸化帯中の鉍石は1~3%の低IPを示す。
- 5) 高IPを示す石墨質の粘板岩はデウエラス層群中には分布せず、IP調査の妨害要因とはならない。
- 6) スペクトルIPの特性では、鉍石と岩石で位相差の挙動に差異が認められる。

したがって、今後の物理探査の実施に当たっては、岩石及び鉍石の分極率の差異を用いた方法 (IP法) が有効である。

地化学探査：土壌地化学探査は、本地域の主要鉍床がデウエラス層群に胚胎されることを踏まえてデウエラス層群分布域を中心として、アラスカ地区、ウンボエ地区、マンガラ北部地区及びシャムロック地区の4地区を選定した。探査面積919km²、採取試料3,676個である。採取した試料はCu, Au, Ag, Pb, Zn, Fe, Co, Ni, As及びHgの10成分について分析を行い、単一変量解析、及び多変量解析を行った。

単一変量解析結果と地質状況と対比した結果、Cu異常地の分布は苦鉄質岩類の分布に対応するもの、及びこれとは対応せず恐らく本来の銅鉍化作用に起因するものに大別される。

Au, Ag, As及びHgは特徴的な分布形態を示さず、これは検出限界値以下の試料が多いためと思

われる。Feは土壤母材の岩相の影響が大きく、ロマグンディ層群の粘板岩、デウエラス層群のアルコース、ロマグンディ層群の苦灰岩、及び苦鉄質岩類の順に高濃度となる。Pb, Zn, Co及びNiについては苦鉄質岩類の分布に調和的に高濃度となる。

多変量解析は10成分を用いた場合と、Au, Ag, As及びHgを除いた6成分を用いた場合について行った。

10成分を用いた場合の第1主成分の因子負荷量は全成分に対し正相関し、全般的な金属の濃集程度を示している。本成分はロマグンディ層群及び苦鉄質火山岩、貫入岩類で高得点、デウエラス層群アルコース及び基盤岩類で低得点を示し、地質状況を反映した。第2主成分から第5主成分は検出限界値以下の試料が多いAu, Ag, As及びHgを説明している。第6主成分はAu及びPbの特徴を説明している。

6成分を用いた第1主成分は10成分を用いた場合の第1主成分と同じ傾向を示す。第2及び第3主成分はNi及びPbの特徴を説明している。第4主成分の因子負荷量はCu, Pb及びNiに対し正相関し、特にCuに対して0.53と強く正相関する。一方、Zn, Fe及びCoは負相関し、苦鉄質岩類の影響を排除することができた。

以上から鉱化作用に伴う土壤地化学探査異常地抽出に当たって判定基準を次のとおりとした。

- 1) Cu単成分の高異常地
- 2) 6成分を用いた主成分分析のうちの第4主成分高得点地

土壤地化学探査の結果Cu異常地として以下の地区を抽出した。

- 1) アングワ〜ハンス地区
- 2) オールドアラスカ南西地区
- 3) イニャチ地区
- 4) ピリンガニ地区
- 5) グリーンフィールズ地区
- 6) ワイルデン地区
- 7) チピリ地区
- 8) ビンジ地区

これらの異常地のうち1), 2), 4), 5), 6)及び7)はデウエラス層群分布域にあり、層準規制型銅鉱床による異常地の可能性が強い。3)ではユナイテッド・キングダム鉱山があり、層準規制型銅鉱床、鉱脈型鉱床両方の可能性が考えられる。8)は基盤岩類分布域であるが顕著な異常が認められ、層準規制型銅鉱床とは異なる鉱化作用による可能性が考えられる。

これらの異常地については付近の地質及び鉱化の検証が必要である。

土壤CO₂ガス地化学探査では、

- 1) 既知鉱床露頭部とガス地化学探査結果の対比（アヴォンデール地区）
- 2) 苦鉄質貫入岩に対するガス地化学探査結果の検証（シャックルトン地区）

3) 既知鉱床推定延長部に対するガス地化学探査結果の対比（ノーラ鉱山南地区）
を行った。

探査の結果は高CO₂ガス濃度測定地の大部分が地表の動植物の影響を反映する結果となった。これは本地区の鉱床が本質的に硫化物の含有量が低く、動植物の影響をより強く反映したものである。

5-2 第2年次調査への提言

第1年次の調査結果とその検討によって得られた結論に基づき、第2年次では次の調査を実施することを提言する。

調査対象地区は第1年次調査により抽出された下記の地化学探査異常地である。

- 1) アングワ～ハンス地区
- 2) オールドアラスカ南西地区
- 3) イニャチ地区
- 4) ピリングニ地区
- 5) グリーンフィールズ地区
- 6) ワイルデン地区
- 7) チピリ地区
- 8) ビンジ地区

適用する調査法は以下のとおりである。

(1) 既存データ解析

対象地区に対して本年次調査データにZMDCに所蔵される土壌による地化学探査分析データを加え詳細な解析を行う。

(2) 地質精査

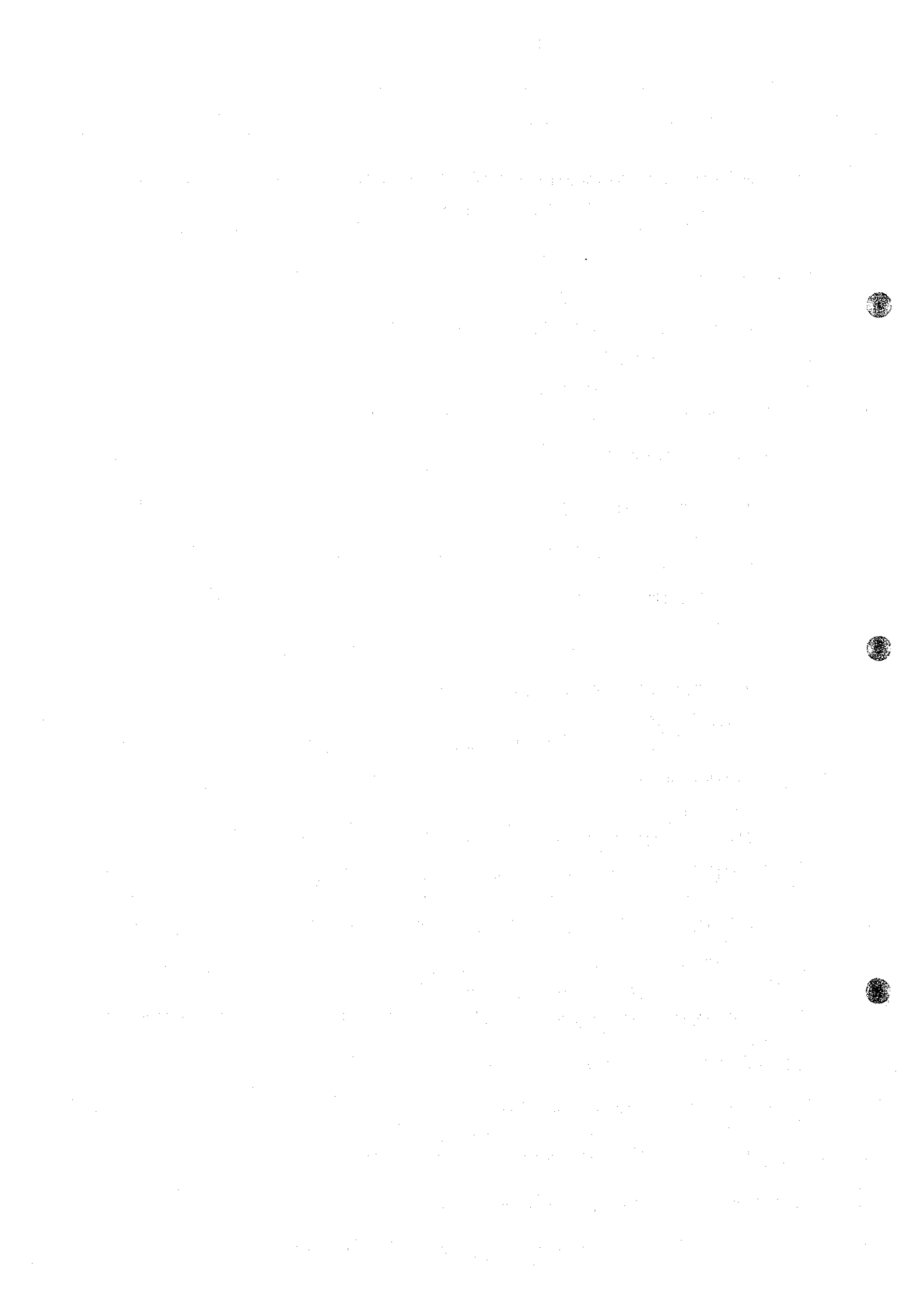
対象地区の鉱化状況及び地質構造の把握を目的としてトレンチ調査を含む地質精査を行う。

(3) 物理探査

対象地区に対して岩石及び鉱石の分極率の差異を用いた物理探査を実施し、鉱床賦存の可能性を把握する。

(4) 試錐調査

既存データ解析、地質精査及び物理探査の結果により最も有望と思われる場所に対して試錐調査を実施し、鉱床賦存状況の確認に努める。



第Ⅱ部

各 論

第II部 各 論

第1章 既存データ解析

既知鉱徴位置図を図Ⅱ-1-1に、既往探査位置図を図Ⅱ-1-2にそれぞれ示す。また解析資料一覧表を表Ⅱ-1-1に示す。

本調査地域内には1992年現在4カ所の銅鉱山が稼行中であり、E. P. O. (Exclusive Prospecting Order) 探査をはじめとした多数の調査が行われている。

1-1 既存地質及び鉱床

本調査域の地質については、ジンバブエ共和国の地質調査局発行の1,000,000分の1全国地質図 (Stagman, 1978) 及び100,000分の1地質図及び説明書 (Fey and Broderick, 1990; Hahn and Steiner, 1990; Kirkpatrick, 1976; Stagman, 1959, 1961; Tennick, 1976; Wiles, 1961) がある。

1. 地質概説

コンパイル地質図を図Ⅱ-1-3に示す。また、コンパイルに使用した各図幅の層序対比表を表Ⅱ-1-2に示す。これらの図幅では、層序対比を行うと上下関係が逆転する場合がある。コンパイルに当たっては、Simpson (1990) の層序区分を基本として、他の図幅との対比し、層序の追加及び削除を行った。

本地域の地質は、下位より始生代の正片麻岩類及び準片麻岩類を基盤として、同じく始生代のブラウヤン層群、シャンヴァイン層群及び先マゴンディ貫入岩類、原生代前期のマゴンディ累層群、グルヴェ複合変成岩、後マゴンディ貫入岩類及びシジャリラ層群、三畳紀の上部カロオ層、

表Ⅱ-1-1 解析資料一覧表

the literature ¹⁾	amounts
Geological maps a scale of 1:1,000,000 a scale of 1:100,000	1 sheet 7 sheets
The previous E. P. O. s.	30 (Nos. 4, 5, 6, 20, 21, 35, 42, 43, 61, 62, 71, 74, 75, 80, 82, 83, 101, 106, 122, 137, 152, 249, 297, 351, 377, 396, 414, 422, 507, 514)
Geophysical Survey aeromagnetic maps, a scale of 1: 50,000	14 sheets
Others	9 papers

1) See the refference.

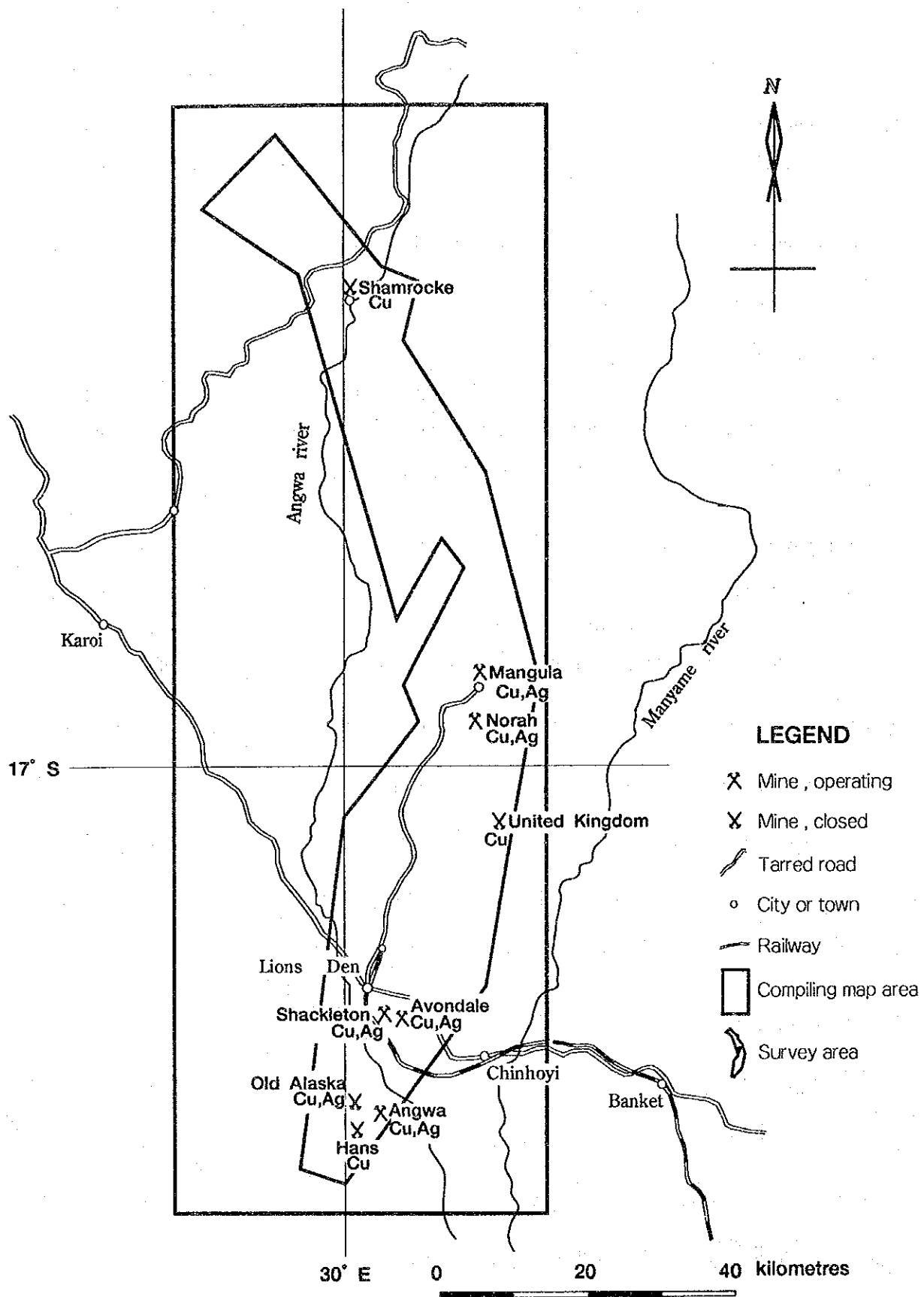


图 II - 1 - 1 已知鉍徵地位置图

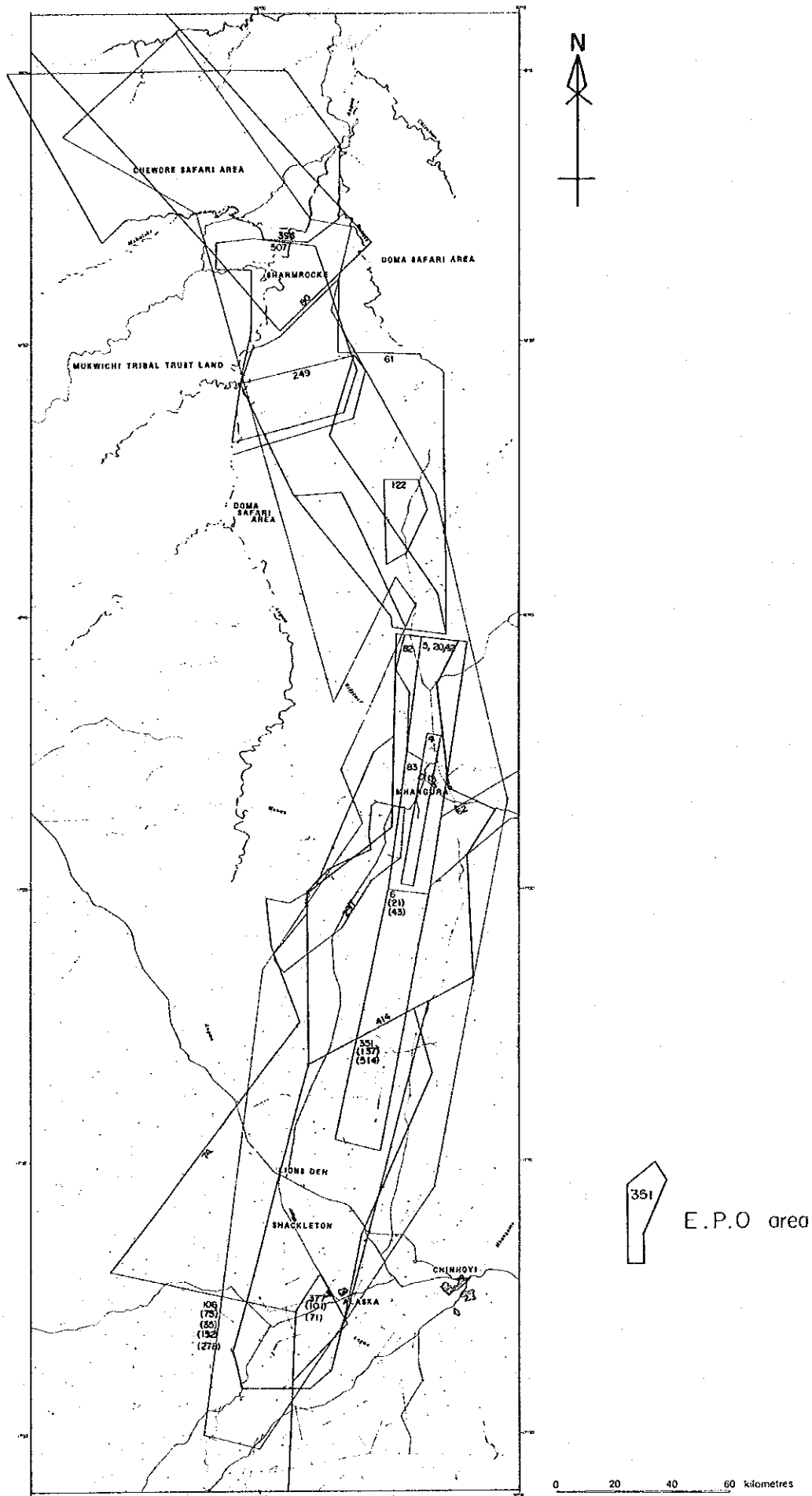
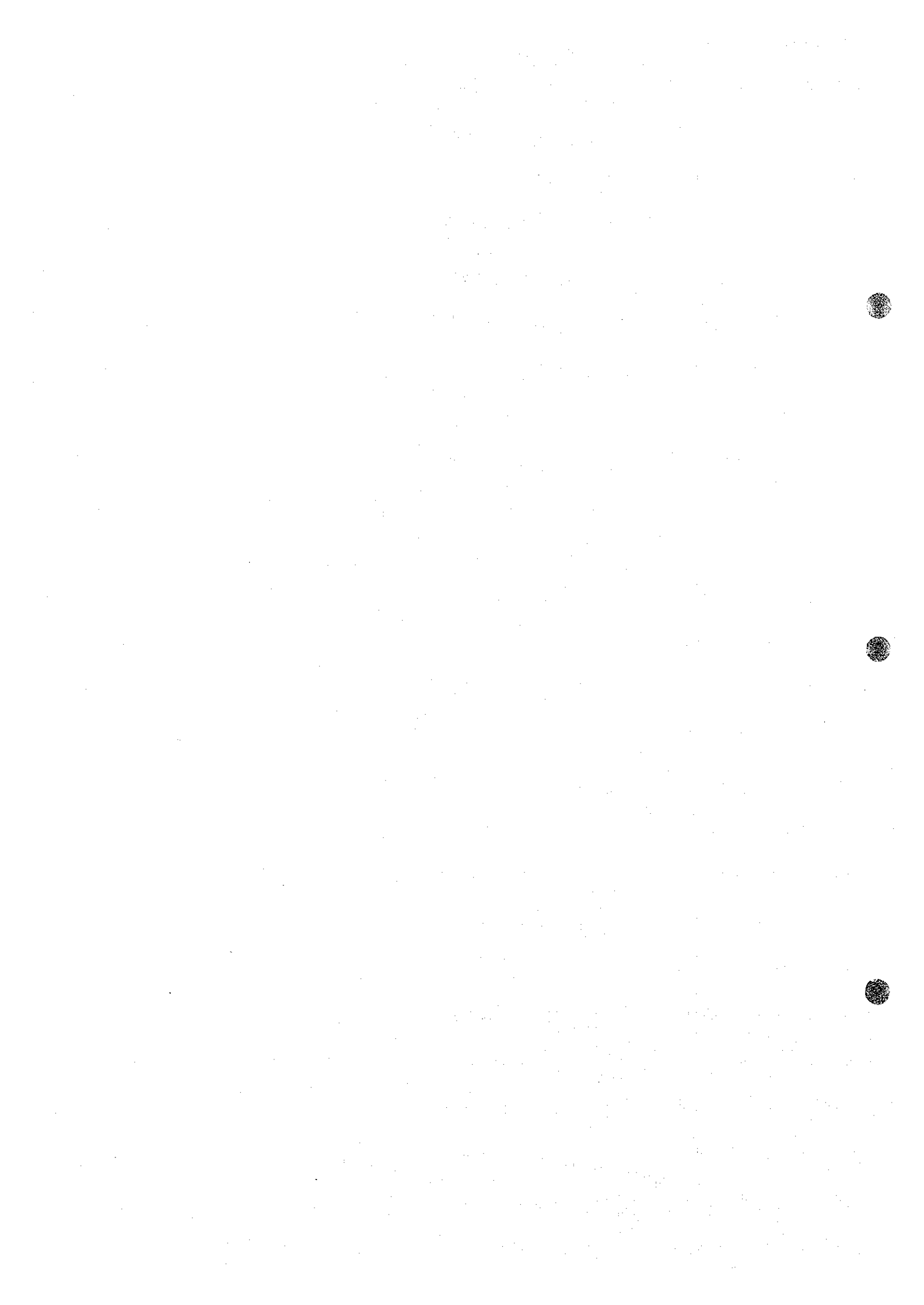
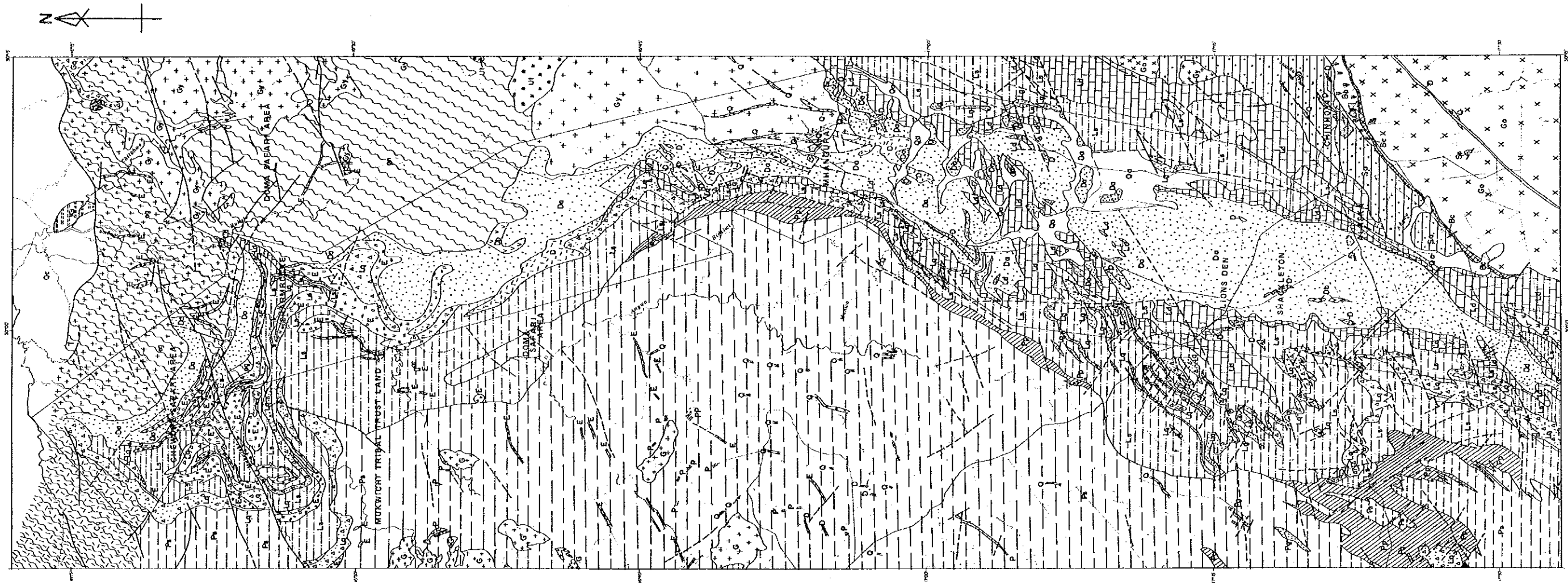
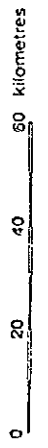


图 II - 1 - 2 既往探查位置图





Qa	Soil, sand, gravel and alluvium
Qc	Colluvial fan deposit and soil
Upper Karoo Formation	Aeolian and fluvial sandstone
Siavira Group	Reddish sandstone
Post Magondi Intrusive rocks	Quartz vein, quartz-carbonate vein
	Pegmatite, Felsite
	Epidolerite, amphibolite, amphibolized troctolite
	Meradolerite, doleritic rocks
	Biotite granite
Gurue Metamorphic Complex	Muscovite quartzite, feldspathic quartzite, biotite schist, amphibole schist
Lower Proterozoic	Phyllite interbedded with greywacke
Pitiriri Group	Grit
	Quartzite, feldspathic quartzite, chert, felsite
	Graphitic slate, pyritiferous slate, argillite, greywacke
	Striped slate, argillite, phyllite, graphitic slate, quartzite, grits
Magondi Supergroup	Quartzite, feldspathic quartzite
	Kounrain sandstone, grits
	Dolomite, quartzite, biotite bearing quartzite, chert, calc-silicate rock
	Basal conglomerate
	Arkose, argillite, arkose-pebbly conglomerate
	Main conglomerate
	Massive and amygdaloidal basalt
Beveras Group	Porphyritic granite, even-grain granite
Pre Magondi	Meta-gabbro
	Kera ultramafic rock with serpentine or talc
	Metamorphosed arkose, greywacke, conglomerates, siliceous sediment
	Epidolerite, pillow lava, undifferentiated greenstone
	Banded ironstone
Sharvaian Group	Biotite paragneiss
Bulawayan Group	Biotite and feldspathic paragneiss partly with calc-silicate inclusion
	Biotite paragneiss, biotite-hornblende paragneiss, hornblende paragneiss
	Orthogneiss
Basement Complex	Anticline with direction of plunge
	Syncline with direction of plunge
	Fault and fracture
	Thrust fault



図II-1-3 コンパイル地質図

表 II - 1 - 2 地質層序對比表

Ages	North West Fey & Broderick(1990)	North East Hahn & Steiner(1990)	Central West Wiles(1981)	Central East Stagman(1958)	Southern West Kirpatrick(1976)	Southern East Stagman(1961)	Southern margin Tenick(1976)	Khangura to Alaska Simpson(1990)
Quaternary/Recent	Recent	Recent	Recent	Recent	Recent	Recent	Recent	Recent
Cretaceous/ Jurassic		Kadzi Beds						
Triassic		Upper Karoo						
		Curve metamorphic Complex	Intrusive Igneous Rocks	Intrusive Igneous Rocks	Sijarira Group Igneous Rocks	Intrusive Igneous Rocks ? System Sijarira Series	Intrusive Igneous Rocks Various Ages	Post Magondi Intrusives MAGONDI SUPPER GROUP Piriviri Group Unfuli Formation Lomagundi Group Nyagari Formation Mcheka Formation Deveras Group Multi-colour schist F. Kiriam Grit Formation Gombera Hill Volcanic F.
Lower Proterozoic	Piriviri Group Lomagundi Group Argillaceous Formation Arenaceous Formation Deveras Group	Lomagundi Group Nyagari Formation Mcheka Formation Deveras Group	Intrusive Igneous Rocks (Divided by Meta- morphic grades)	Lomagundi System Argillaceous Series Arenaceous Series Deveras Series ? System Piriviri Series	Lomagundi Group Zhonchi Formation Sinoia Caves Formation Deveras Group Piriviri Group Chitena Formation Kanyaga Formation Allochthonous Rocks of the Urungwe Klippe	Lomagundi System Upper Series Deveras Series ? System Piriviri Series		
Archaean	Chitubi Paragneiss Urungwe Paragneiss Escarpment Paragneiss Basement Complex	Younger Granitoids Older Granitoids Mafic/Ultramafic Intrusive Rocks Escarpment Complex Shamvaian Group Coval Units Bulawayan Group	Intrusive Igneous Rocks Younger Granite Older Granite Shamvaian System Bulawayan System	Younger Granite Older Granite Shamvaian System Bulawayan System	Urungwe Group	Intrusive Igneous Rocks Shamvaian System Sedimentary Series Bulawayan System Volcanic Series	Intrusive Igneous Rocks Intrusive Igneous Rocks	Pre Magondi Intrusives Lamprophyre & Granodiorite Kangula (Young) Granite Archean (Old) Granite Diabase dyke Shamvaian Greenstone Belt

及び第四紀堆積物から構成される。

基盤の片麻岩類は、コンパイル範囲の北部に分布する。トータル岩ないしは花崗閃緑岩組成の正片麻岩、グレイワッケ、アルコース等を起源とするザンベジ断層崖準片麻岩、ウルングエ準片麻岩及びチツンビ準片麻岩から構成される。

ブラワヤン層群は南東に分布する。基底部に縞状鉄鉱層が発達し、変成粗粒玄武岩、枕状溶岩及び玄武岩質緑色岩から構成される。

シャンヴァイン層群は、変成作用を被ったアルコース、グレイワッケ、礫岩、及び細粒の珪質岩から構成される。

先マゴンディ貫入岩類は、地域南東部、東部及び北東部に分布する。蛇紋岩化した超塩基性岩、変成ガブロ及び新期花崗岩と称される斑状花崗岩ないしは等粒状花崗岩から構成される。

マゴンディ累層群は、地域中央から西部にかけて広く分布する。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ている。デウェラス層群は、アルコースを主として、礫岩を伴う砂質岩層及び玄武岩質溶岩からなる火山岩層に大別される。アルコースは、細礫岩から粘土質岩まで粒径が変化する。これらの地層はマゴンディ堆積盆と称される地溝帯の拡大に伴う扇状地堆積物、河川堆積物及びプラヤ成堆積物と考えられている。本層群は、調査地域の銅鉱床の主要胚胎母岩となっている。

ロマグンディ層群は、ムチェカ層及びニャガリ層からなり、デウェラス層群を取り囲むようにして分布する。ムチェカ層は、一部基底礫岩を伴い、苦灰岩、珪岩及び珪灰質岩からなる。ニャガリ層は、山陵砂岩、珪岩、珪長質珪岩、及び剥離性粘板岩からなる。コンパイル範囲内では、ピリウィリ層群は、ウンフニ層のみが分布する。下位のロマグンディ層群との境界部では、石墨質粘板岩が分布し、さらにグレイワッケを挟在する千枚岩が広く分布する。一部で珪岩及び砂岩が認められる。

グルヴェ複合変成岩は、調査地域北東の、ザンベジ断層崖沿いに分布する。珪岩を主体とし、黒雲母片岩、及び角閃石片岩を伴う。

後マゴンディ貫入岩類は、黒雲母花崗岩、変成粗粒玄武岩ないしは粗粒玄武岩質岩、角閃岩、ペグマタイト及び石英（一炭酸塩）脈からなる。黒雲母花崗岩はコンパイル範囲の北西のピリウィリ層群中に併入している。粗粒玄武岩、角閃石岩及び石英脈は地域内に広範に貫入している。ペグマタイトは、東部の新期花崗岩中に認められるほか、西部から北西のピリウィリ層群中にも岩脈状に分布する。

シジャリラ層群は、コンパイル範囲の南西部の新期花崗岩分布域に小規模に露出する。

三畳紀の上部カロオ層は、地域北方のアングワ川沿いに小規模に分布する。風成或いは河食成の淘汰の悪い砂岩からなる。

第四紀堆積物は、コンパイル範囲北部のザンベジ断層崖の北の大河沿いの崩壊成扇状地堆積物及び土壌から構成されるものと、南部から中央部の河川沿いに発達する礫、砂、土壌及び沖積堆積物から構成されるものがある。

2. 地質構造

マゴンディ変動帯の年代層序を表II-1-3に示す。

調査地域は、マゴンディ変動帯に位置し、原生代の堆積物及び火山岩類からなるマゴンディ累層群が南北方向に広く分布する。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、地溝帯内 (Cooper, 1978) ないしはクラトン内の堆積盆 (Maiden et al, 1984) の堆積物と考えられているが、東縁はNNE-SSW方向の断層に規制されている。上位のピリウィリ層群は、西側に行くほど層厚を増し、堆積盆の拡大を示唆している。

マゴンディ変動帯南部の構造解析は、チノイ西方約60kmのコッパー・クィーン地区 (Leyshon, 1969), シャックルトン地区 (Treloar, 1988), 及びチノイ地区 (Stowe, 1978) で行われている。三地区とも三つの変形作用の時期が識別されており、NEないしはNNE 方向の褶曲が初期の劈開を形成した主要相 (F1) であるとされている。コッパー・クィーン地区のF2褶曲は、F1と同方向であるが軸面が西に傾斜し、F3はNW方向でF1及びF2褶曲に対して交斜褶曲を形成している (Leyshon, 1969)。チノイ地区では、NW方向の褶曲軸がF2相と考えられ、F3褶曲がNE方向の軸である (Stowe, 1978)。シャックルトン地区では、F1, F2及びF3がそれぞれN10°E, N55°E, 及びN30°E方向であり、NW方向は確認されていない (Treloar, 1988)。

それに対して北部地域では、NNE-SSW~N-S方向の変形作用、NE-SW方向の褶曲構造及びNE-SW方向の横ずれ断層に区分されるが、NW-SE方向の構造は認められていない (Thole, 1974)。

表II-1-3 マゴンディ変動帯の年代層序表

Stratigraphy	Age (Ma)	Data	Events	
	650~400	K-Ar mica age(Clifford et al.1967))	Pan-African Zambesi thermal event	
	1659±50	K-Ar Piriwiri phyllite(Vail et al.1968)	Magondi metamorphic age	
	1753±65	"		
	1905±70	K-Ar Lomagundi striped slate(Vail et al.1968)		
	1974±70	"		
	1780±280	Rb-Sr Piriwiri granulite(Treloar & Kramers.1989)		
	1890±260	Rb-Sr Piriwiri enderbite(Treloar & Kramers.1989)		
	2000~1800	(Treloar & Kramers.1989)		
	2000~1700	(Hahn & Steiner.1990)		
Post Magondi Intrusive rocks	1980±80	Rb-Sr WR granitoid(Loeny.1969))	Syn- to post-tectonic granites	
	2153±125	Rb-Sr WR Urungwe granite(Clifford et al.1967))		
	2150±100	Rb-Sr Pegmatite and late Granite	Post tectonic granites	
Lower Proterozoic	Lagondi Super-Group { Piriwiri Series Lomagundi Series Deveras Series	2100±200	Pb-Pb Copper Queen massive sulphide(Leyshon,1969)	Sedimentation ages
		2170±100	Rb-Sr lava(Boehndorf, unpub. data, 1985)	
		2050	(Boehndorf et al.1990)	
Prec Magondi Intrusive Rocks	Younger Granite Older Granite Great Dyke other Dykes	2600±70	(Hahn & Steiner.1990)	
		2700	(Wilson et al.1978)	
		2460±16	(Cahen & Snelling.1984)	
		2514±16	(Hamilton.1977)	
		2490±120	(Hahn & Steiner.1990)	
Archaean	Shamvaian Series Bulawayan Series Chitimbi paragneisses Urungwe paragneisses Escarpment paragneisses Basement Complex	2360±90	Rb-Sr Chipisa paragneiss	Early Proterozoic crust forming event
		2465±53	Rb-Sr Kariba paragneiss	
		-	-	
		-	-	
		-	-	

3. 既知鉱床

調査地域内の既知鉱山一覧を表Ⅱ-1-4にそれぞれ示す。

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生産されている。

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、アヴォンデル鉱床、ノーラ鉱山及びマンガラ（ミリアム）鉱山が現在も稼行中である。

これらの鉱床には、大別してデウェ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。前者では、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床である。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、NE-SW方向の背斜構造が重要であると考えられている。後者には、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。

1-2 E. P. O. 資料

本調査地域の鉱山活動は長い歴史をもっている。オールド・アラスカ鉱山は、ヨーロッパ人が訪れる前から採掘が行われていた。Cuの探鉱は1940年代から1970年代中頃までは継続的に行われていた。調査にあたってはE. P. O. が設定され探鉱が行われている。これまでに地域内で設定されたE. P. O. は、No. 4, 5, 6, 20, 21, 35, 42, 43, 61, 62, 71, 74, 75, 80, 82, 83, 101, 106, 122, 137, 152, 249, 297, 351, 377, 396, 414, 422, 507, 及び514がある。E. P. O. の調査結果の最終報告書の大部分は地質調査局に保存され閲覧可能であるほか、E. P. O. No. 1~No. 500 までの調査要約は、地質調査局の出版物として刊行されている（Morrison, 1972, 1974, 1978）。個々のE. P. O. の調査結果の最終報告書は、地質調査局の図書室に保管され、閲覧可能である。また原データの一部は、マンガラ鉱山及びシャックルトン鉱山に保管されている。

個々のE. P. O. の探査一覧表を表Ⅱ-1-5にそれぞれ示す。E. P. O. は通常3年計画で設定されるが、場合によっては途中での終了や期間の延長が行われている。同一ないしは範囲を絞った地区の調査を継続して行う場合、新たにE. P. O. を設定している。以下では、各E. P. O. の概略について述べるが、同一地区ないしは継続と見なせるものは一括した。

1. E. P. O. No. 4, 5, 6, 20, 21, 42, 43, 82, 83

これらのE. P. O. は、現在のマンガラ鉱山周辺からノーラ鉱山南方にかけてのロマグンディ堆積盆の東縁のデウェラス層群の分布域に沿って設定された。これらの一連の調査は銅鉱床の探鉱を目的として1948年から1961年の14年間にわたって行われた。最初は、Rhodesia Copper Venture Limited（以下RCV Ltdと略称する）によって探鉱されていたが、RCV Ltd がMessina Transsval

表 II - 1 - 4 既知鉱山一覽表

No.	Name	Minerals	Ore type	Products	Activity	Hosted rocks	Main ore minerals
1	Hans	Cu, Ag	Massive sulphide	300,000t 1.0%Cu (1974 - 1976)	closed	Deweras Group, arkose, conglomerate	malachite
2	Angwa	Cu, Ag	Massive sulphide	16,000t/m 0.6%Cu, 18g/tag	operating	Deweras Group, arkose, conglomerate	chalcocite, bornite, pyrite, chalcopyrite
3	Old Alaska	Cu, Ag	Massive sulphide	32,736t Cu (1929 - 1977)	closed	Lomagundi Group dolomite, slate	malachite, chalcocite
4	Shakleton	Cu, Ag	Massive sulphide	6,000,000t 1.2%Cu (1968 - 1984)	closed	Deweras Group, arkose, conglomerate	chalcocite, bornite, chalcopyrite
5	Avondale	Cu, Ag	Massive sulphide	16,000t/m 0.8%Cu, 18g/tag	operating	Deweras Group, arkose, conglomerate	chalcocite, bornite
6	United Kingdom	Cu, Ag	Vein type	2,72t Cu, 1.59kg Ag (1939 - 1940)	closed	Deweras Group, Dolerite arkose, dolerite dyke	malachite, crysocola
7	Norah	Cu, Ag	Massive sulphide	50,000t/m 0.64%Cu, 0.78g/tag 0.05g/tAu	operating	Deweras Group, arkose, conglomerate	bornite, chalcocite, chalcopyrite
8	Mangula(Miriam)	Cu, Ag, Au	Massive sulphide	120,000t/m 0.70%Cu, 8.2g/tag 0.068g/tAu	operating	Deweras Group, arkose, conglomerate	chalcocite, bornite, chalcopyrite, pyrite
9	Shamrocke	Cu, Au, Ag	Massive sulphide	25,36t Cu 117,13kg Au 754kg Ag (1971 - 1978)	closed	Lomagundi Group Graphitic slate, sandstone	chalcopyrite, pyrrhotite, arsenopyrite, sphalerite

表 II - 1 - 5 既往探査一覽表

EPO. No.	Holder	Duration	Previous EPOs	Metal sought	Remarks
263	Rio Tint Ltd	21. 2. 69- 21. 2. 72		Cu, Ni, platinoids	A continuation of the anomaly in EPO 217 was found.
217	Rio Tint Ltd	15. 3. 68- 15. 3. 71	70	Cu, Ni	Low Cu content in the anomalies.
297	S. A. Manganese Ltd	11. 10. 69- 10. 10. 71		Cu, Ni	Anomalous vanadium mineralisation noted.
377	MDC Ltd	27. 2. 71- 10. 7. 75	6, 21, 35, 43, 74, 75, 76, 101, 137, 152, 278	Cu	The EPOs covered the area around Alaska, Shackleton and Avondale copper mines.
383	Blanket Mine (Pvt) Ltd	27. 3. 71- 26. 3. 73	70, 217	Ni, Au, Cu	Disappointing results.
396	Prospect of Rhodesia(Pvt) Ltd	10. 7. 71- 9. 7. 72		Ni, Cu and precious metals	
411	Blanket Mine (Pvt) Ltd	7. 1. 72- 7. 1. 74	8, 35, 39, 76, 84, 85, 152, 161, 278, 322, 324	Cu, Zn, Pb, Ni and Co	Cu mineralisation too low a grade
414	MDC Ltd	19. 2. 72- 9. 9. 77	3, 4, 5, 6, 16, 20, 21, 35, 42, 43, 71, 74, 75, 76, 82, 83, 101, 106, 137, 152, 351	Cu	Sub-economic copper prospect.
514	LSM	18. 10. 75- 9. 9. 77		Cu	
518	Blanket Mine (Pvt) Ltd	29. 11. 75- 28. 11. 76		Au	
507	Nyaschere Copper	5. 7. 75- 18. 2. 77		Cu, Au	
528	Tarrus(Propriety) Ltd	16. 1. 76- 5. 2. 81		Cu, Ni, Co, Arsenic, precious metals	

Development Company Limited (以下ではMTD Co.Ltd.と略称する)に買収され、1956年以降のE. P. O. はMTD Co.Ltd.によって探鉱が継続された。

調査地区には、デウェラス層群の砂質岩が分布し、苦鉄質貫入岩が発達する。またE. P. O. の北東縁には、新期花崗岩及びシャンヴァイアン層群が分布している。

1950年以前に、既知鉱徴地についてピット及びトレンチが行われ、1950年から1951年の終わりまでダイヤモンドボーリングが行われた。

1952年1月には、西モーリー鉱体について3本の立坑が掘削され、30mレベル及び120mレベルで系統的な立入坑道を掘削した。さらに1952年末には、深部ダイヤモンドボーリングが行われた。1953年～1954年には、モーリー鉱山の最終交渉のため探鉱が中断し、施設の補修のみが行われた。1954年12月に採掘開始の決定がなされ、このことを受けてダイヤモンドボーリングが再開され、モーリー立坑が300mまで掘進められた。

1956年～1959年までは、モーリー及びノーラ鉱床の稼行に力を注ぐと共に、E. P. O. 21及び42の範囲では、地質作図、土壤採取、SP探査及び磁気探査が行われている。

1959年～1961年にかけてはE. P. O. No. 82及び83の下で、花崗岩と砂質岩との接触部を重点的に地質図作成、土壤採取、トレンチ及びボーリングの探査が行われた。

これらの結果の地化学分析値、物理探査測定値等の原データの大部分は現在では紛失している。

2. E. P. O. No. 35, 75, 106

これらのE. P. O. は、チノイ西方から20km地点を中心にして、オールド・アラスカ鉱山及びセドリック鉱山(調査範囲外南方約10km)を含む地域に設定された。これら一連のE. P. O. は、Cu、Pb及びZnの卑金属ほか貴金属を対象として1955年から1962年にわたって行われた。

E. P. O. No. 35では、初年度はオールド・アラスカ鉱山周辺で既存調査結果の図化、SP探査、磁気探査及び25本のボーリングを行った。二年目にはセドリック周辺で同様な調査を行った。最終年度には、いくつかの場所を選び出して30×120m間隔で4,641試料の土壤採取及び空中磁気及び放射能探査が行われた。土壤の分析はCuのみで、試料採取位置及び分析方法は不明である。

E. P. O. No. 75では、土壤採取、オーガー、SP、比抵抗、IP、ピット、トレンチ、及びダイヤモンドボーリングが行われ、アラスカ南部のアルコース中に孔雀石を伴う鉱化帯が発見された。

E. P. O. No. 106では、No. 75で発見された鉱化帯付近の精査を行った。IP、比抵抗及び磁気探査は、測線長550mにわたって行われ、併せて、トレンチ調査、及びボーリングが実施された。トレンチ調査では、アルコース中に数層の鉱化帯を捕捉し、15×30mにわたってCu品位1.0%が確認された。

全般に探査は、地表近くの比較的大規模な高品位鉱体を求めて行われている。探査手法のうち、地化学探査は、試料採取深度、試料粒径、分析手法等が確立されていなかった。物理探査については、鉱体を示唆した結果が得られていない。

3. E. P. O. No. 61, 62, 71, 74, 101, 122, 137

これらのE. P. O. は、北はシャムロック鉱山付近から南はオールド・アラスカ鉱山まで広範囲に設定された。調査はRhodesia Selection Trust Explolation Limited (以下 RSTE Ltd. と略称する) によって行われた。調査期間は1957年から1966年にわたる。地化学探査は広範に行われ、全期間を通じて 277, 070個の土壌試料及び17, 700個の河川堆積物試料が採取された。

調査地域はロマグンディ堆積盆東縁沿いにあたる。地質は、ピリウィリ層群の粘板岩、ロマグンディ層群の苦灰岩、珪岩及びデウェラス層群のアルコース質岩からなる。

E. P. O. No. 61及び62では、ロマグンディ堆積盆と基盤岩の花崗岩類との接触部が層準規制型のCu鉱化作用の形成にとって最も良い環境であると考えられていた。探鉱は、土壌及び河川堆積物の地化学探査が主体で、異常地についてピット、トレンチ及びダイヤモンドボーリングが行われた。地化学探査では多数の異常地が抽出され、一部の異常地は苦鉄質岩の存在によるものである。

E. P. O. No. 122は61の南側の地化学異常地に設定された。ダイヤモンドボーリングによって地表付近で0.1~0.3%のCuが確認されたが、稼行対象とはならなかった。

E. P. O. No. 74では、オールド・アラスカ鉱山からマンガラ鉱山にかけて広範な調査がなされている。他のE. P. O. と同様に土壌地化学探査が行われ、多数の異常地が捕捉されたが、層準規制型の鉱化作用に関係しない異常は次のように総括された。

- 1) ラテライト化した粘土質土壌におけるCuの濃集
- 2) アルコースに比較して苦灰岩及び頁岩のCuのバックグラウンドの高濃度
- 3) 苦鉄質貫入岩
- 4) Cuに富む石英脈
- 5) 古いCu精錬後による汚染。

No. 137では、167, 728 試料の土壌採取が行われ、多数の地化学異常地が捕捉されピット、トレンチ、ワゴンボーリング、ダイヤモンドボーリング等によって検証された。これらの異常地のうち、アヴォンデール、フレダ東部、フレダ西部、カナミ、ムニ西部、オスワ、シャックルトン、及びシャックルトン東部については、E. P. O. 期間が満了した後も、クレイム区域として保有した。

E. P. O. No. 74とNo. 101は、No. 74及びNo. 137の南西隅に位置し、ほぼ同じ範囲に設定された。土壌地化探によって抽出された異常地は、ピット、ワゴンボーリング等によって検証され、苦鉄質貫入岩によるものとされた。

これらのE. P. O. の調査終了後、RSTEグループはローデシアでの探鉱事業から撤退した。代わって、これらのE. P. O. はシャックルトン鉱床やアヴォンデール鉱床を開坑した Messina (Rhodesia) Development Company Ltd. に引き継がれた。

4. E. P. O. No. 80

調査地域はカロイの北約70kmに位置し、地域内にはシャムロック鉱山がある。付近には、デウェラス層群、ロマグンディ層群、及びピリウィリ層群が広く分布し、ザンベジ変動帯の高変成作用

を被っている。調査当時は、地質調査局による図幅が発行されておらず、地質作図及び 290kmに及ぶ道路建設から始まった。地質は大きく

- 1) 珪岩及び石灰岩が卓越する上部層
- 2) 千枚岩、石灰質片岩、グラニュライト及び角閃岩からなる泥質層
- 3) 珪岩、アルコース質砂岩及び準片麻岩からなる砂質層

の三つの層に区分されたほか、主要構造が明かとなった。

調査は、1,300km²にわたる広域調査及びシャムロック周辺の精査という二つのカテゴリーで行われた。

広域調査は、航空写真解析、空中磁気及び放射能探査が行われた。河川堆積物の地化学探査はほぼ0.4km間隔の試料採取が行われ、Cu及びNiの分析が行われた。

精密調査はシャムロック鉱山周辺で行われた。5,000分の1縮尺の地質図作成、7.5ないしは15m×60m間隔の土壌採取、3,000mのトレンチ、及び42本（総延長12,300m）のボーリングが行われた。1960年には、40本の坑内ボーリングが実施された。

調査結果から、平均品位 Cu 1.3%、約6,000,000トンの鉱量が計上され、走向方向400m、傾斜方向450mの鉱体が推定された。主要硫化物は黄銅鉱、磁硫鉄鉱及びキューバ鉱で、随伴鉱物は硫砒鉄鉱及び閃亜鉛鉱であることが判明した。選鉱試験等の鉱山開発の視点からの報告はない。

5. E.P.O. No. 152

E.P.O. の範囲は、チノイ南西約16kmを中心とした約258km²である。範囲内で当時既知Cu鉱徴地としてはオールド・アラスカ鉱山、アラスカ南部、アラスカ東部、ハンス、及びセドリック鉱山があった。探査は、地化学探査及び地質調査が行われ、物理探査は行われなかった。

地化学探査は河川堆積物及び土壌についての試料採取が行われた。河川堆積物の試料の採取密度は、約7.7試料/km²であった。試料は80メッシュ以下にふるい分けされ、Cu、Co、Ni及びZnについて分析された。35地区の異常地が抽出され、そのうち16地区をカバーするように土壌地化学探査が行われた。土壌地化学探査では、30.5m×244mの間隔で試料採取された。試料は200メッシュ以下にふるいをかけられ、Cu、Co、Ni及びZnについて分析された。

延べ78km²の異常地区が抽出され、土壌地化学精査、ピット、トレンチ、ワゴンボーリング及びダイヤモンドボーリングの探鉱が行われた。これらの異常地区のうち、ケニルワースについては最有望地区としてクレームをつけた。

6. E.P.O. No. 249

調査地域は、シャムロック鉱山を含み、以前のE.P.O. 調査としてはNo. 80がある。

本E.P.O. は層準規制型銅鉱床の可能性調査として行われ、50,000分の1地質図の作成から始まった。150m×15m間隔の土壌採取が行われた。分析成分は、Cu、Ni、Pb、Zn、及びCoで、各種の岩相についてCuの異常値を設定した。対象地域の北部では、河川堆積物の地化学探査が行われた。

調査の第2段階では、30m×8mの精密土壌採取が行われ、ピット、トレンチ及びダイヤモンドボーリングが行われた。地表磁気探査では、ほとんど有効な結果が得られなかったため中断した。またIP探査は、石墨片岩が存在するため用いられなかった。

7. E.P.O. No. 297

調査はチノイ北方40km、マンガラ南方15kmに位置する85km²の範囲で行われた。デウェラス層群とロマグンディ層群が分布し、背斜構造の頂部にあたる。調査範囲のほぼ中央部で8m×150m間隔で土壌試料採取が行われた。Cu, Ni, Pb, Zn, Co及びVについて原子吸光法によって分析が行われた。分析結果については統計処理が行われ、異常値範囲の設定がなされた。

範囲の南側のリバースデール及びツリー・ツリー・ヒルでは、それぞれ最大130ppm及び240ppmの異常地が発見された。異常地にはピット及びトレンチが行われたが、調査結果の詳細は不明である。範囲の北では、340ppmのCu異常が検出され、ピリンガニでは600ppmのV異常が検出された。異常地では、より狭い間隔の土壌採取が行われ、トレンチのほかに総延長3,040mのダイヤモンドボーリングが行われたが、詳細は不明である。

クレイム地区ではいろいろな探査が行われたが、大部分の調査結果内容は不明である。

8. E.P.O. No. 351, 377

両E.P.O.では、シャムロック鉱山を含む375.55km²の範囲にわたって調査が行われた。調査期間は1972年から1975年までである。

地域の地質は、デウェラス層群及びロマグンディ層群が分布している。

調査地域全域について、25,000分の1の航空写真による地質解析が行われた。また全域について土壌試料採取が行われた。最初は15m×50mの間隔で行われたが、その後15m×100mにまで幅が広げられた。100メッシュ以下に調整し、406,700試料についてCuが分析され、1,852試料についてNiが分析された。分析は原子吸光法によって行われた。そのほかに空中物理探査として磁気、電磁気、及び放射能探査が行われた。

土壌地化学探査では、21カ所の異常地区が抽出され、より細かい間隔での試料の再採取、ピット、トレンチ、ワゴンボーリング、及びダイヤモンドボーリングが行われた。ワゴンボーリングは総計538カ所で行われ、ダイヤモンドボーリングは44本、総延長5,540mが掘削された。

土壌のCu異常は、いろいろな岩種に認められた。

9. E.P.O. No. 396

カロイ北東約60kmを中心とした約460km²の範囲である。

地質は、変成したアルコース、珪岩、砂質片岩、及び角閃岩質貫入岩から構成される。

測線間隔200mで土壌地化学探査が行われ、2地区についてさらに密な土壌採取が行われ、それらのうち1地区については、電磁探査及び磁気探査が行われた。

10. E. P. O. No. 414, 514

調査地域は、北はマンガラ鉱山から南はオールド・アラスカ鉱山にかけての802.89km²の範囲である。本E. P. O. 以前には、E. P. O. No. 3, 4, 5, 6, 16, 20, 21, 35, 42, 43, 71, 74, 75, 76, 82, 83, 101, 106, 137, 152及び351の探査がMessinaグループ及びRSTE Ltd. によって行われた。

本E. P. O. が設定された当時、Cuに関して経済性のある鉱床及びそのポテンシャルのある地区として、マンガラ、シャックルトン、アヴォンデール、アングワ、ハンス及びアラスカがあり、鉱山会社では、その他に多数のクレーム地区を設定していた。

探査方法は、25,000分の1のコンパイル地質図の作成後、100m×50m間隔の土壌採取が行われた。Cuの分析が行われ、15~30ppm, 31~50ppm, 51~100ppm, 及び100ppm以上に分けたコンター図が作成された。

期間中、空中磁気及び放射能探査が行われた。飛行測線の間隔は150m, 平均飛行高度は60m, 対地飛行速度は140km/hであった。結果は25,000分の1でマッピングされた。

上記手法で抽出された異常地については、ピット、トレンチ、地質精査、及び地表磁気探査の幾つかが行われ、堆積岩の分布地域の異常については、ワゴンボーリングやダイヤモンドボーリングが行われた。最終報告書には、探査結果の詳細はほとんど記録されていない。

11. E. P. O. No. 422

MTD Co. Ltdによって設定されたが、調査は行われなかった。

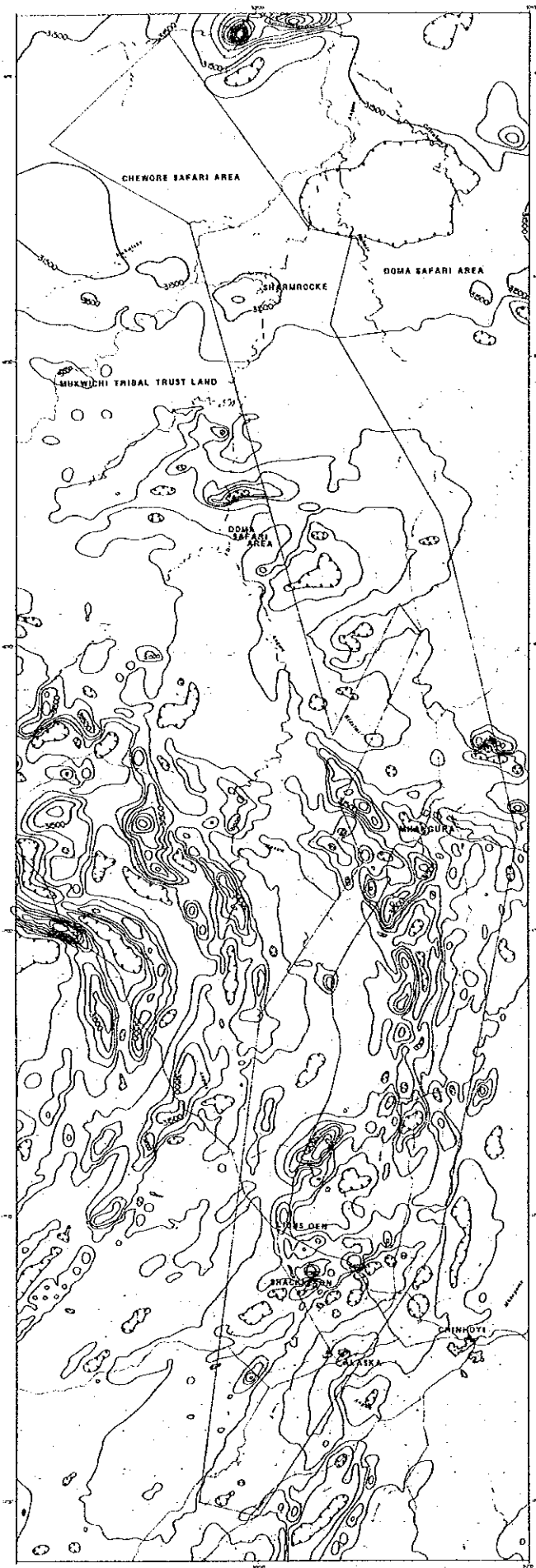
1-3 その他の既存資料

1. 全国調査

空中磁気調査は、CIDA (Canadian International Development Agency) の資金援助とGSC (Geological Survey of Canada) の技術協力を得て、全国規模で行われた。調査結果は50,000分の1の縮尺の全磁気図として地質調査局で発行している。コンパイル範囲内では、1983年5月から同年6月の現地測定された磁気図と1990年10月から1991年2月にかけて測定されたものがある。測定はケンティング社 (Kenting Earth Science Inc. 及びIntra Kenting) によって行われた。測定データは125m²の格子に変換され、コンター作図が行われた。

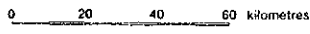
編集した空中磁気図を図II-1-4に示す。原図は5gammaガンマ間隔のコンターであるが、本図では50gamma間隔に簡略化した。大局的には、マゴンディ累層群の地質構造を反映したものとなっている。また、マンガラ、アングワ、ハンス等の比較的浅所に分布する鉱床付近では低磁気異常を示していることは注目に値する。

そのほかに、全国規模の重力調査がイギリスの援助で行われた。現地測定は1991年に終了し、現在解析中である。



Isomagnetic line
 (Absolute total field)
 50 gammas
 Magnetic depression

图 II - 1 - 4 空中磁気图



2. 学位論文のための研究

調査地域でこれまで、学位論文（学士，修士，博士）の研究対象として坑内及び地表調査が行われている。

マゴンディ累層群に関するジンバブエ大学の学士論文及び修士論文は、地質図作成を主としたものが多い（Mundondo, 1987 ; Shoko, 1985 ; Vinyu, 1985 ; Jacobsen, 1962）。地質調査と鉱床研究を行ったものとしては、シャムロック鉱山周辺（Kyle, 1972）及びマングラ鉱山周辺（Muchenje, 1987 ; Tsomondo, 1980）がある。博士論文としては、シャムロック鉱山周辺（Thole, 1974）及びマングラ～アラスカにかけて詳細な研究（Master, 1991）がある。

これらの研究論文の大部分は、地質調査局の図書室で閲覧可能である。

3. ZMDCの報告書

調査地域内では、ZMDCによって経営されているマングラ鉱山（ミリアム鉱床及びノーラ鉱床）、シャクレトン鉱山（アヴォンデル鉱床）及びアングワ鉱山が稼行中であるが、近年鉱量の枯渇が問題となっている。1987年からZMDCでは、これまでの既存調査結果を総括して探鉱計画を開始し、シャムロック鉱山周辺（Simpson, 1988）及びマングラ鉱山北部からオールド・アラスカ鉱山南部にかけての地域（Simpson, 1990）について今後の探鉱指針の提言を行った。現在それに沿った探鉱プログラムが開始されつつある。

シャムロック地区は、これまで多数の異常地が抽出されている。これらのCu異常は、変成作用によって変形・再移動を起こしている。これらの異常地のうち、旧鉱山事務所周辺のほかは、経済性を有するものはない。地区周辺は、地形が急峻であり、探鉱するにしても経費がかさむ。したがって本地区の探鉱は、他の有望地区が全て失敗したときに行うべきであるという結論となっている（Simpson, 1988）。

マングラ鉱山北部からオールド・アラスカ鉱山南部にかけて行われたE. P. O. の資料のうち、旧Messinaグループで行われた探査結果資料の一部はマングラ鉱山に保管されていた。これらのファイル調査は1989年末から開始し、1990年8月に「マングラ北部からアラスカ南部にかけての既存調査及び提言に関する報告」（Simpson, 1990）が行われた。同報告は、ファイル調査、鉱山内部資料及び鉱山の地質技術者の知識を網羅したもので、本地域に関する最良の要約のひとつである。また、その中で述べられた考察及び提言は本地域を探鉱する上で十分検討に値する。

鉱床の胚胎場を、母岩の堆積環境と地質構造の観点から次の二つに大別している。

1) ミリアム型鉱床

- ・ 基盤岩－堆積岩の接触部
- ・ 細粒堆積物を伴う扇状地堆積物
- ・ 背斜構造

2) ノーラーシャクレトン－アングワ型鉱床

- ・ 河川及び砂州複合堆積物の周期的な級化層理

・トラップの役割としての背斜構造

広域的な銅鉱床胚胎のポテンシャル再評価にあたって必要な地質環境として、次の点を指摘している。

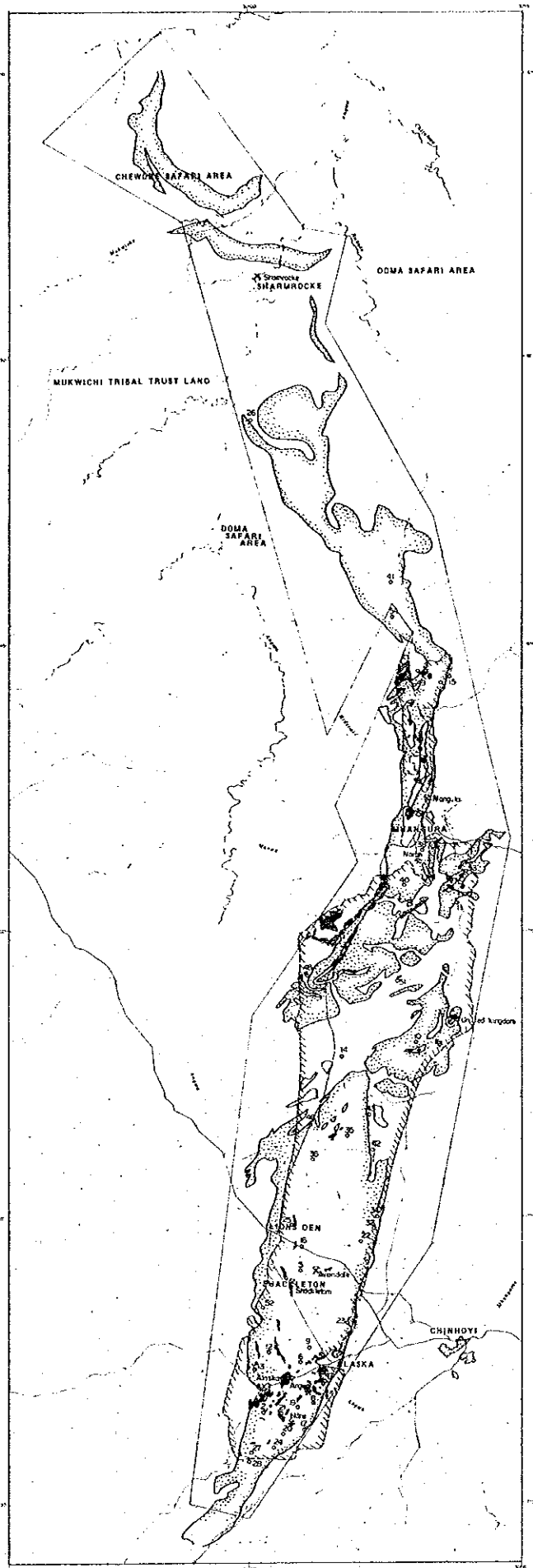
- 1) 原生代の扇状地、河川、砂州等の形成に関係した周期的堆積作用
 - 2) 原生代の堆積物が岩石化作用を受ける前に形成された初期の背斜構造軸の存在
 - 3) NE-SW方向の堆積盆を斜交する空中磁気及び地化学トレンドの存在
 - 4) 鉱液の通路として活動した堆積盆縁に平行な初期の走向滑り断層の存在
- 以上を踏まえて、今後の探査手法及び対象地域を次のように提案している。

- 1) 堆積盆を横切る既知構造トレンドの地質マッピング
 - a) ワリーシャックルトン-アヴォンデール-ニジリ
 - b) ケニルワース-ハンス-アングワ
 - c) ムニ西部-ムニ-ムンワ
 - d) ヴェルデシア
 - e) グリーンフィールド南北。
- 2) 上記で網羅されていない地域の空中写真による予察調査的マッピング。
- 3) 既知鉱体を抽出できるかを判断するための各種物理探査手法のテスト。
- 4) 現在の断面からプランジしていると思われるワリ、ムニ及びケニルワースのボーリング。
- 5) ムニ及びその南のムニ西部のボーリングの場所選定のための詳しい表層マッピング。
- 6) 既知鉱徴帯の地表マッピングに基づいたヴェルデシア及びニジリのボーリング。

1-4 まとめ

岩石の露出状態が不良のため探鉱における地質調査の比重は小さく、1940年代後半から1970年代にかけて行われてきた探査は、土壌地化学探査が重点的に行われてきた。化学分析は大部分の試料についてCuのみが行われたが、一部では、Ni, Co, Pb, Zn等についても行われている。当該地区の地化学異常の原因はCuの鉱化作用によるもののほかに、苦鉄質貫入岩及び同質火山岩類によるものがあり、Cuの異常のみからはそれらを区別することは困難であった。したがって地化学異常地については、トレンチ、ピット、ワゴンボーリング、及びダイヤモンドボーリングを行い、異常の原因の確認が行われた。各E. P. O. の地化学探査の密度から考えて、マンガラ北部からアラスカ南部及びシャムロック鉱山周辺では、稼行対象となるCu資源のポテンシャルに関係した地化学探査による地表異常地は、ほぼ抽出し終わっているといつて過言ではない。

調査地域の既存資料の総括図を図II-1-5に、E. P. O. のクレーム地区一覧を表II-1-6に示す。既存調査結果から、マンガラ北部からアラスカ南部において、堆積岩中のCu異常を示すクレーム地区は、54カ所を数える。アラスカ、アングワ、アヴォンデール、ハンス、マンガラ、及びノーラの各地は、既存鉱床の存在する場所であるが、その他にも多数の鉱徴地があり、既知鉱床以外にも稼行対象となり得る潜頭鉱床が期待できる。









-  Distribution of Deweras Group arkose and conglomerate
-  Area of soil geochemical survey
-  Cu anomaly (100 ppm)
-  The claim area (number is the same as shown in table II-1-1)
-  Mine, operating
-  Mine, closed

図 II - 1 - 5 既存データ解析結果総括図

0 20 40 60 kilometres

表 II - 1 - 6 E.P.O. のクレーム地区一覧表

No.	Claim name	Recommendation				Previous works					Remarks
		I	II	III	IV	Pit	Trench	Wagon D.	Diamond D.	Geophysics	
1	Alaska Mine										
2	Alaska South	○			○				2,000m(12)	IP	
3	Angwa Mine										
4	Avondale Deposit										
5	Avonshack Deposit										
6	Belltrees North	○						(41)			
7	Belltrees West	○						(38)			
8	Blackwood	○						○			
9	Chetenham	○									
10	Dedsi	○				63	○	(296)	394m(7)		
11	Dichwe	○									
12	Freda East	○						○			
13	Freda West	○		○	○				2,525m(21)		
14	Gordinia	○						(7)			
15	Greenfields			○					2,183m(16)	GM	
16	Grey Cats	○						1,940m(118)	1,102m(6)		Similar to the Shackleton anomaly
17	Hans East	○							○		
18	Hans Mine				○						
19	Hans North	○		○					○	GM	
20	Hans South	○								IP	
21	Hans West	○						○			
22	Millrise	○						1,350m(142)	336m(2)		On the Shackleton to Nijri trend
23	Xanami				○			(200)	296m(2)		The area could be opencast.
24	Xenilworth	○			○				3,783m(25)		Similar to the Hans Mine
25	Lions Den	○			○			○	1,801m(12)		
26	M and D	○									
27	Wagog	○						67m(76)			
28	Wagog South	○						792m(88)	202m(2)		
29	Mangula Mine										
30	Mhangura Mine										
31	Miriam Mine	○									
32	Mkowi North	○							602m(7)		
33	Molly Mine										
34	Msina	○						1,920m(118)			
35	Muni	○			○				4,038m(22)	IP	
36	Muni West	○							2,349m(12)		
37	Nijri	○			○	39		(6)	58m(1)	Re	
38	Norah East			○					560m(6)		IP survey
39	Norah Mine				○						
40	Norah South	○	○	○					229m(3)		
41	Ona Patari	○				81	○		697m(2)		
42	Oswa	○	○		○			○	(6)		
43	Oswa North	○						(75)	146m(3)		
44	Shackleton Mine										
45	Shamrocke Mine										
46	Sheepridge	○				5			145m(2)		
47	Sionia's Drift	○									
48	Two Tree Hill	○		○					125m(2)		
49	Umboe	○							949m(9)		
50	United Kingdom										
51	Veldesia	○			○	7			189m(2)		
52	Mari	○			○			(100)	1,000m(14)		
53	Whindale	○									Pb-Zn mineralisation
54	Molwekoheok	○	○								Similar to the Whindale anomaly

Recommend

I :Detail geological and structural survey. II :Geochemical sampling
 III :Geophysical survey IV :Diamond drilling

Previous survey

○ means the survey was done but not known details.

Pit: numbers of pits

Wagon D. : the total depth and numbers of wagon drillings.

Diamond D: the total depth and numbers of diamond drillings.

第2章 地質調査

調査地域位置図を図Ⅱ-2-1に示す。

2-1 地質概説

調査地域の地質図を図Ⅱ-2-2に、断面図を図Ⅱ-2-3に、模式層序図を図Ⅱ-2-4に、試料採取位置図を図Ⅱ-2-5にそれぞれ示す。

本地域には、下位より、始生代の基盤岩類、準片麻岩類、ブラワヤン層群、シャンヴァイアン層群及び先マゴンディ貫入岩類、下部原生代のマゴンディ累層群、グルヴェ複変成岩類、後マゴンディ貫入岩類及びシジャリラ層群、三畳紀の上部カロオ層、及び第四紀堆積物が分布している。マゴンディ累層群は、下位からデウェラス層群、ロマゲンディ層群、及びピリウィリ層群の三つに区分されている。本累層群は、地溝帯の拡大によって形成されたマゴンディ堆積盆の堆積物である。

本地域は、マゴンディ造山期、及び汎アフリカザンベジ (Pan-Africa Zambezi) 造山期を通じて、少なくとも3回の変形作用を被っている。最後の変形作用 (汎アフリカザンベジ造山期) は、地域の北部のザンベジ変動帯のみ発達する。

2-2 地質各説

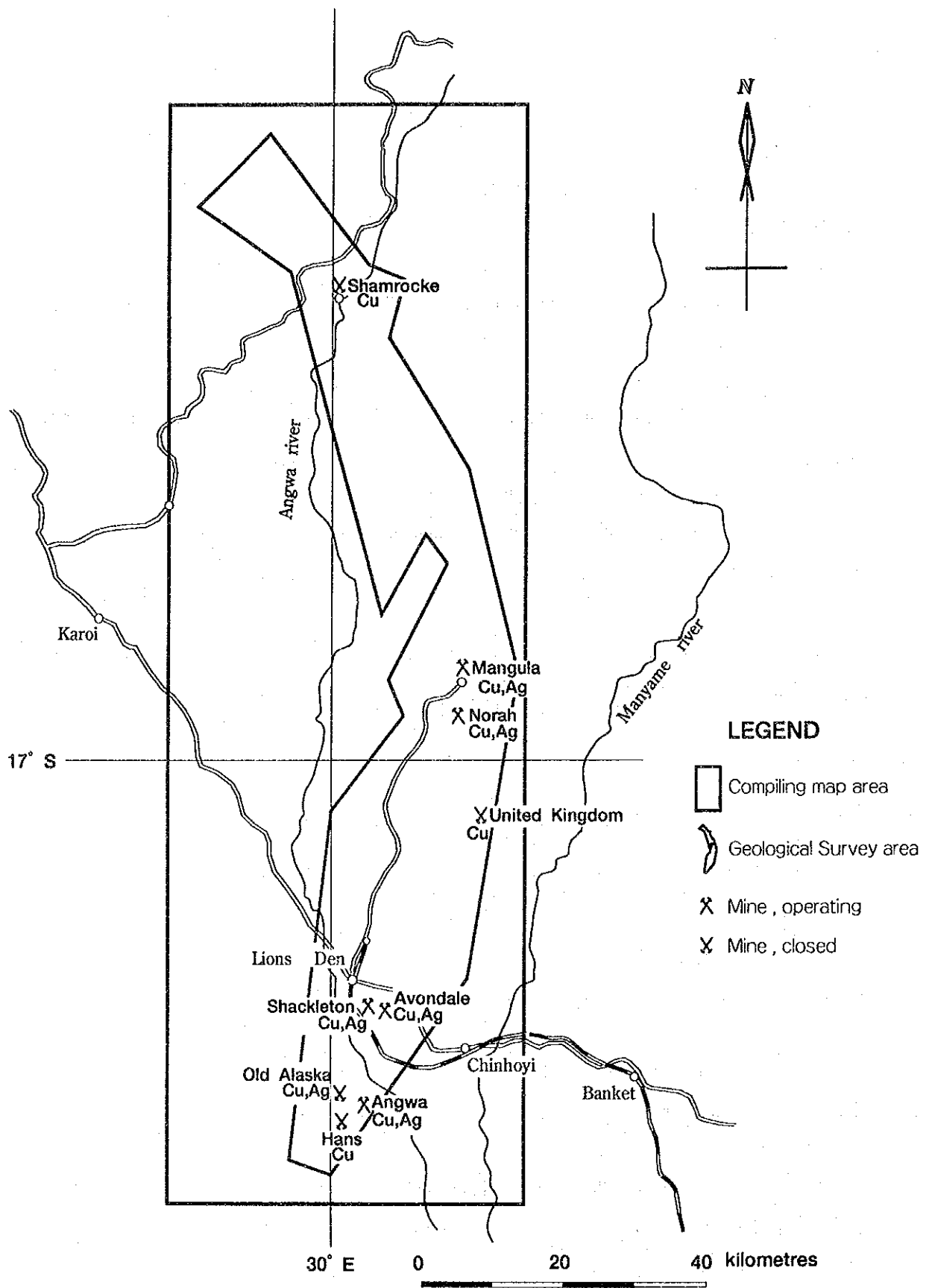
岩石薄片の検鏡結果を表Ⅱ-2-1に示す。また代表的な岩石薄片の顕微鏡写真を付録A-1に示す。

2-2-1 基盤岩類

調査地域の北西のドマ・サファリ地域に広く分布する。

トータル岩から花崗閃緑岩組成の正片麻岩を主体とし、堆積岩起源の準片麻岩を伴う。準片麻岩は、砂岩・頁岩起源と考えられ、露頭では白色珪長質部と黒雲母の濃集部が数cmから数10cm幅で縞状を呈する場合がある。

鏡下での特徴は以下のとおりである。正片麻岩はgranoblastic組織を呈する緑簾石 (クリノゾイサイト) 黒雲母片麻岩 (試料番号KR34, 36) であり、石英、斜長石、正長石及び黒雲母を主とし、鉄鉱物、スフェーン、ルチル、燐灰石及びジルコンを少量含む。準片麻岩はblastopsamitic組織を呈する角閃石緑簾石白雲母片麻岩 (KR41) とgranoblastic組織を呈する緑簾石黒雲母片麻岩 (KR37, 40) がある。前者は、石英、斜長石、正長石、白雲母及び緑簾石からなり、少量ないしは微量の角閃石、鉄鉱物、スフェーン、燐灰石及びジルコンを含む。後者は、石英、斜長石、正長石、黒雲母及び緑簾石からなり、少量ないしは微量の白雲母、鉄鉱物、スフェーン、燐灰石及びジルコンを含む。



図II-2-1 地質調査地域範囲図

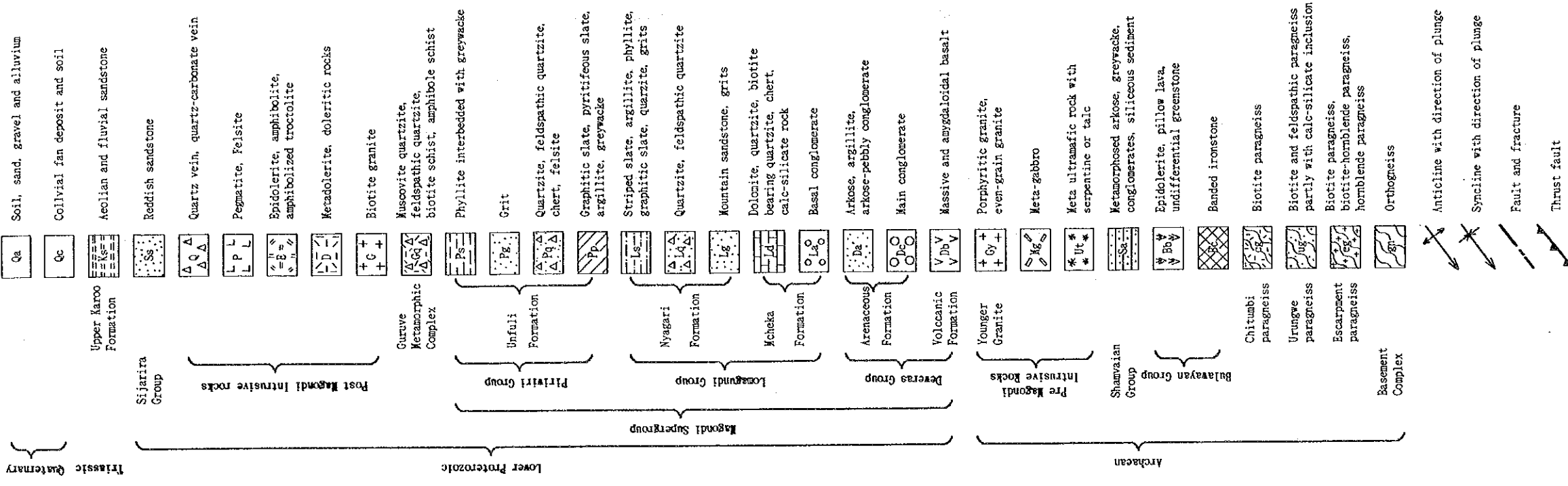
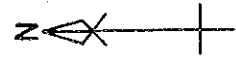
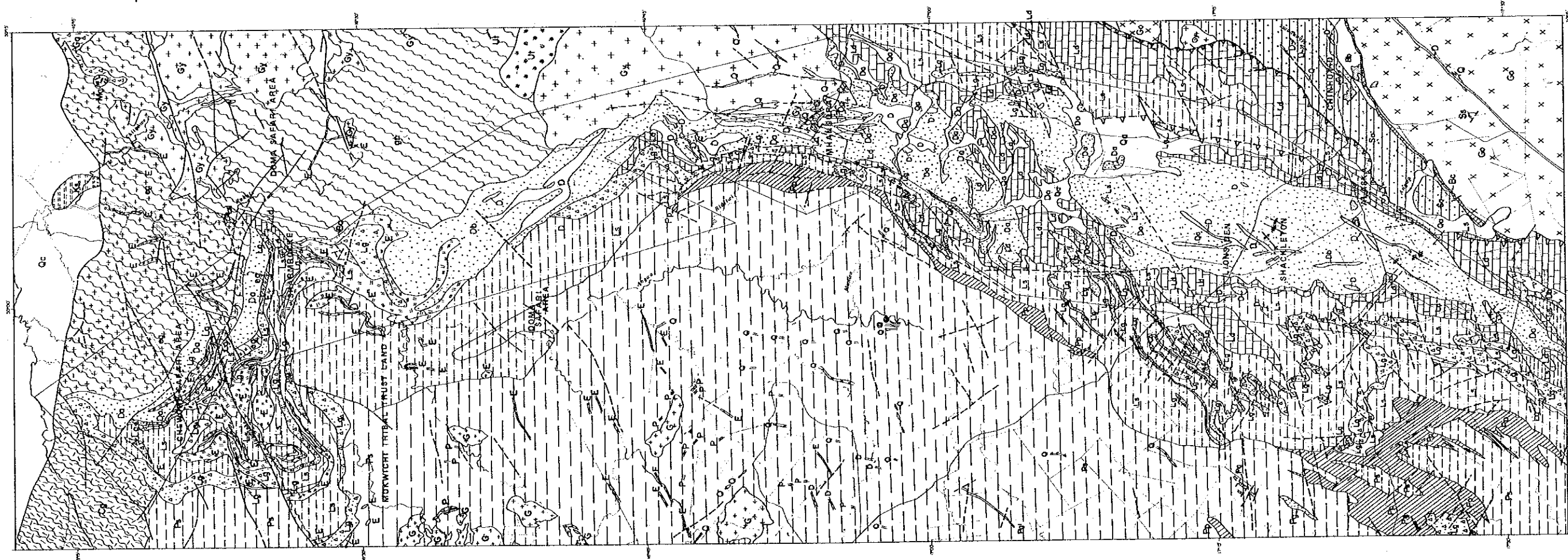


图 II-2-2 地质图

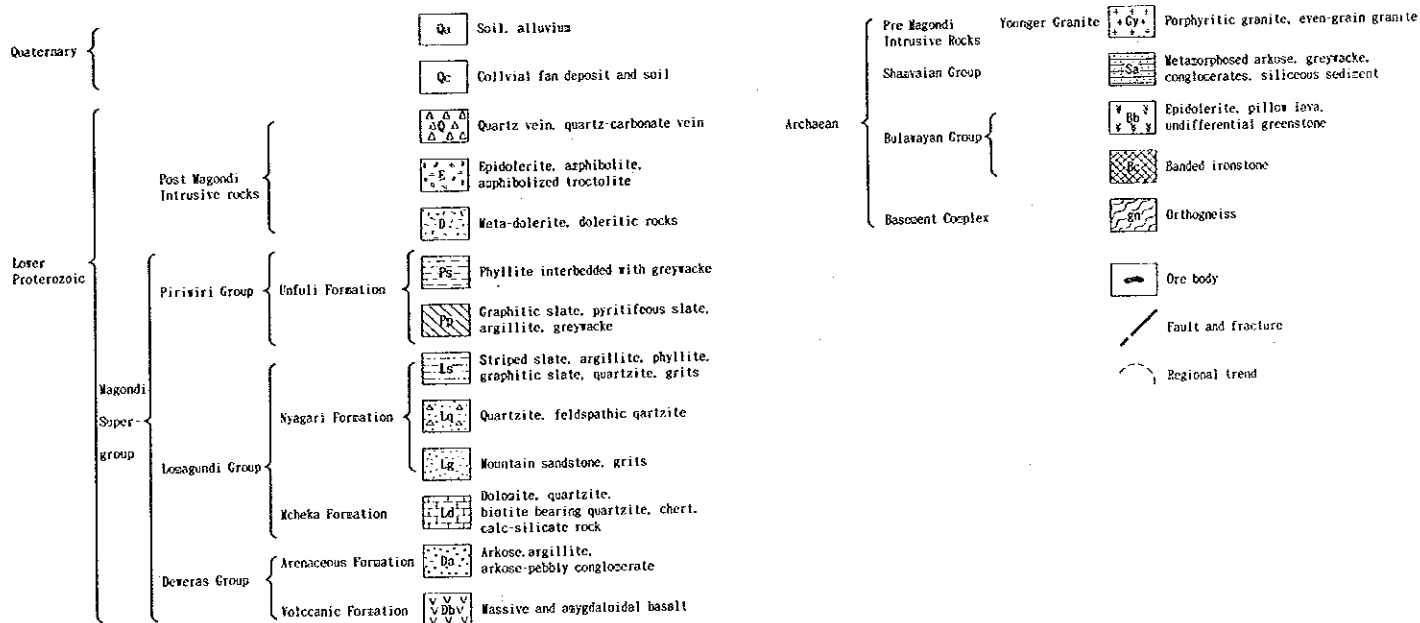
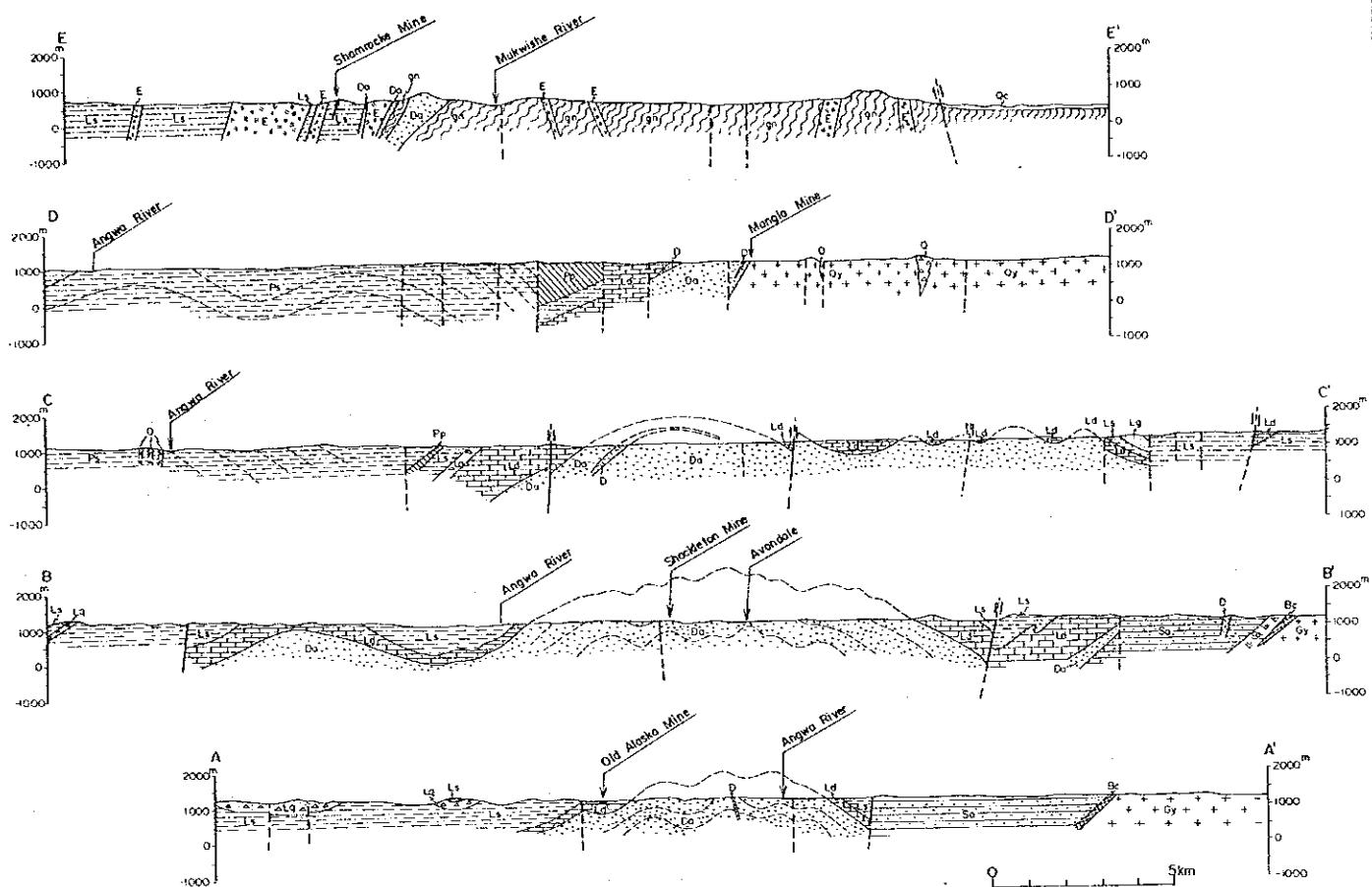


图 II - 2 - 3 地質断面图

Geological Time	Group	Formation	Geological column		Rock facies		
			Qa	Qc	Soil, Sand, gravel, alluvium	Colluvial fan deposit and soil	
Quaternary							
Triassic		Upper Karoo Formation	Ks		Aeolian and fluvial sandstone		
			Ss		Reddish sandstone		
Lower Proterozoic	Sijarira Group		Gq		Muscovite quartzite, feldspathic quartzite, biotite schist, amphibole schist		
	Guruve Metamorphic Complex		Pe, Pg, Pq, Pp		Phyllite interbedded with greywacke Grit Quartzite, feldspathic quartzite, chert, felsite Graphitic slate, pyritifous slate, argillite, greywacke		
	Magondi Super-group	Piriwiri Group	Unfuli Formation	D, Ls, Lq, Lg		Striped slate, argillite, phyllite, graphitic slate, quartzite, grits Quartzite, feldspathic quartzite	
		Magondi Super-group	Nyagari Formation	Ld, La		Mountain sandstone, grits Dolomite, quartzite, biotite bearing quartzite, chert, calc-silicate rock Basal conglomerate	
	Magondi Super-group	Lozagundi Group	Wcheka Formation	Da, Dc, Db		arkose, argillite, arkose-pebbly conglomerate Conglomerate	
		Deweras Group	Arenaceous Formation	Sa		Massive and amygdaloidal basalt	
			Volccanic Foreation				
	Archaean	Shanvian Group		Bb, Bc		Metamorphosed arkose, greywacke, conglomerates, siliceous sediment Epidolerite, pillow lava, undifferential greenstone Banded ironstone	
		Bulawayan Group		cg, ug, Cy, Mg, gn, Ut, Go		Biotite paragneiss Biotite and feldspathic paragneiss partly with calc-silicate inclusion Biotite, biotite-hornblende and hornblende paragneiss	
		Chitumbi paragneiss				Orthogneiss	
Urungwe paragneiss							
Escarpment paragneiss							
Basement Complex							

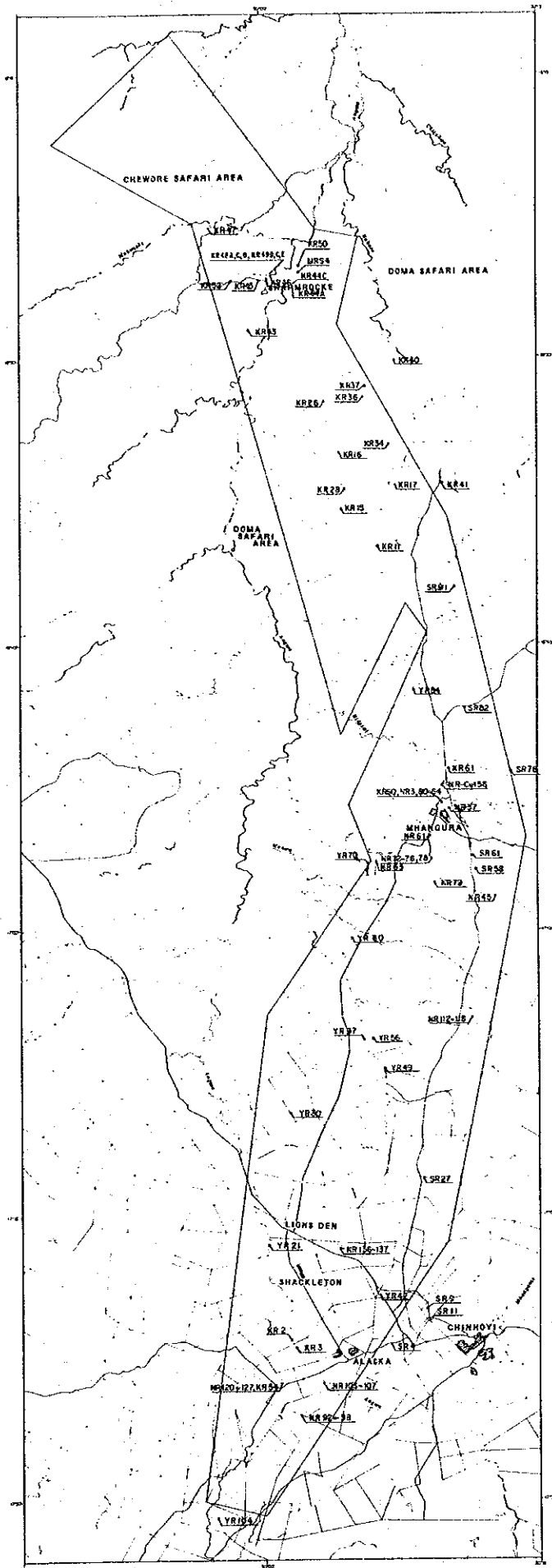
Post Magondi Intrusive rocks

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

Pre Magondi Intrusive Rocks

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

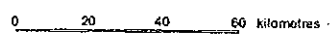
图 II - 2 - 4 地質模式層序图



No.	S	P	A	R	Remarks
KR 2					
KR 3					
KR 11					
KR 15					
KR 16					
KR 17					
KR 26					
KR 28					
KR 31					
KR 36					
KR 37					
KR 40					
KR 41					
KR 43					
KR 44A					
KR 44C					
KR 45					
KR 46					
KR 47					
KR 48A					
KR 48C					
KR 48D					
KR 49B					
KR 49C					
KR 49E					
KR 50					
KR 52					
KR 54					
KR 60					
KR 61					
KR 62					
KR 63					
KR 64					
KR 65					
KR 66					
KR 67					
KR 68					
KR 69					
KR 70					
KR 71					
KR 72					
KR 73					
KR 74					
KR 75					
KR 76					
KR 78					
KR 79					
KR 80					
KR 81					
KR 82					
KR 83					
KR 84					
KR 85					
KR 86					
KR 87					
KR 88					
KR 89					
KR 90					
KR 91					
KR 95					
KR 96					
KR 97					
KR 98					
KR103					
KR104					
KR106					
KR107					
KR112					
KR113					
KR114					
KR115					
KR116					
KR117					
KR118					
KR120					
KR121					
KR122					
KR123					
KR124					
KR125					
KR126					
KR127					
KR128					
KR137					
SR 4					
SR 9					
SR 11					
SR 21					
SR 58					
SR 61					
SR 78					
SR 82					
SR 91					
YR 21					
YR 30					
YR 42					
YR 49					
YR 56					
YR 57					
YR 60					
YR 70					
YR 84					
YR104					

S: Thin section
 P: Polished section
 A: Chemical analysis of ores
 R: Apparent resistivity and percent IP effect

図 II - 2 - 5 各種試験試料採取位置図



2-2-2 準片麻岩類

1. ザンベジ断層崖 (Zambezi Escarpment) 準片麻岩

調査地域北方のザンベジ断層崖沿いに分布する。

黒雲母角閃石片麻岩を主とする。アルコース、珪岩及びグレイワッケ起源の堆積岩と考えられる (Fey and Broderck, 1990)。

2. チツンビ (Chitumbi) 準片麻岩

調査地域外北西縁のザンベジ断層崖沿いに分布する。

黒雲母片麻岩を主とする (Fey and Broderck, 1990)。

2-2-3 ブラワヤン (Bulawayan) 層群

調査地域外南部に、後述の新时期花崗岩の周縁に沿って分布する。

コンパイル範囲内の本層についてはStagman (1961) により記載されている。基底部をなす縞状鉄層と緑色岩層からなる。縞状鉄層は、一般に黒色を呈し、石英と磁鉄鉱との細かな互層及び級化構造が認められる。緑色岩層は、変質した玄武岩質火山岩類からなる。

2-2-4 シャンヴァイアン (Shamvaian) 層群

調査地域外南部のチノイ市付近を中心に、ブラワヤン層群を取り囲むように分布する。

コンパイル範囲内の本層についてはStagman (1961) により記載されている。幾層もの礫岩及び砂岩からなる。大部分の礫は花崗岩であるが、緑色岩や縞状鉄の礫もある。広域変成作用を被り、鉄マグネシウム組成の変化により、黒雲母、緑泥石及び角閃石を生成している。

2-2-5 先マゴンディ (Magondi) 貫入岩類

1. 超塩基性岩類

調査地域外中央部東に分布する。基盤岩類と新时期花崗岩体の境界部に分布する。

隣接する既存図幅に記載されているChipingabadza複合岩体 (Hahn and Steiner, 1990) の西延長部にあたる。同図幅によれば、暗緑色を呈する中粒塊状岩体である。角閃石化した輝石岩からなり、輝石鉱物は、角閃石、蛇紋石及び緑泥石に交代されている (Hahn and Steiner, 1990)。

2. 変成ハンレイ岩

調査地域外北東縁の基盤岩中に直径1km前後の小岩体として分布する。

本岩体は、Chenjerai (1988) により詳細な記載が行われている。それによれば、周縁部から中心部に向かって中粒から粗粒に変化し、長石斑晶は1cm以上に成長している。鏡下では、角閃石及び長石を主要造岩鉱物として、長石は透輝石化や角閃石化しており、ザクロ石を伴っている。

3. 新期花崗岩類

大きく分けて調査地域外南東及び地域内中央部東側の2カ所に分布している。

調査地域内に確認された本岩類は、桃色を呈する中粒黒雲母白雲母（ないし白雲母黒雲母）アダメロ岩からなる。

鏡下での特徴は以下のとおりである。マンガラ鉱山北東から採取した試料（NR57及びSR82）は、hypidomorphic組織を呈し、石英、斜長石及び正長石を主要造岩鉱物として、黒雲母、白雲母、鉄鉱物、スフェーン、ルチル、燐灰石及びジルコンを含む。緑廉石、緑泥石あるいは方解石を伴う場合もある。

2-2-6 マゴンデ (Magondi) 累層群

1. デウエラス (Deweras) 層群

(1) 火山岩層

調査地域南方のシャックルトン鉱山とオールド・アラスカ鉱山の間に分布する。その他に地質図上で粗粒玄武岩としたものの一部は本層である可能性がある。

フレダ農場内の玄武岩溶岩は、暗緑色から緑灰色を呈し、杏仁状組織が認められ塊状を呈する。露頭が小規模であり、産状の詳細は不明である。

鏡下での特徴は以下のとおりである。フレダ農場内の試料（KR3）は、blastoporphyratic組織を呈し、斜長石及び角閃石を主として、石英、黒雲母、緑廉石、電気石及び鉄鉱物を含むほか、微量のスフェーン、燐灰石及びジルコンを含む。それに対して、地域の南外縁で採取した試料（YR104）では、角閃石及び黒雲母を欠き、比較的多量の緑泥石及び方解石を生成していることを特徴とする。

(2) 砂質岩層

南北に長く、調査地域の中央部に広く分布する。

本層は、本地域に分布する銅鉱床の主要胚胎母岩である。肉眼では、南部から中央部では非変成ないしは弱い劈開を伴う弱変成作用を被っている。中央部から北部にかけては、北に向かって変成度が上がっている。南部から中部にかけてはマゴンディ変動帯に属し、北部はザンベジ変動帯に属する。

アルコースを主とし、花崗岩礫を主とした礫岩が挟在する。級化層理及び斜層理が発達していることを特徴とする。マンガラ北方のブレンヴィレ農場内では、本層が先マゴンディ貫入岩類である新期花崗岩を不整合に覆っている産状が認められる。アヴォンデル鉱床の坑内では、粗粒アルコースから頁岩への堆積サイクルが認められ、硬石膏からなる蒸発岩や苦灰岩の薄層も観察できる。本層は扇状地堆積物、プラヤ成堆積物、河川堆積物等と考えられ、堆積サイクルの詳細な検討が行われている (Master, 1991)。

鏡下での特徴は以下のとおりである。アルコースでは、blastosamitic組織を呈し、石英、斜

長石及び正長石を主とし、黒雲母ないしは白雲母を随伴するほか、少量ないしは微量の鉄鉱物、スフェーン、燐灰石及びジルコンを含む。調査域北部の試料 (KR11, KR15, KR26) では、角閃石及び緑簾石が比較的多量に生成しており、一部では電気石や透輝石が認められる。

2. ロマグンディ (Lomagundi) 層群

(1) ムチェカ (Mcheka) 層

調査地域南部ではデウェラス層群の両翼に、中央部から北部にかけては同層の西翼に沿って分布している。

苦灰岩、珪岩、黒雲母含有珪岩等よりなる。基底礫岩層の分布は本調査地域内では確認されていない。

苦灰岩は、白色から灰色を呈し、細粒から粗粒の炭酸塩鉱物及び石英粒からなる。部分的に級化構造が認められる場合がある。本層の典型的な珪岩は "pock-marked quartzite" と称され、特徴的な褐色から赤褐色の斑点組織を呈する。本層の苦灰岩類の化学組成から見ると、苦灰岩から苦灰岩質珪岩まで幅広い組成を示している (Tennick, 1976 ; Stagman, 1961) 。

鏡下の特徴は以下のとおりである。苦灰岩試料 (SR9, YR42, YR52) は、saccharoidalないしはdecussate組織を呈し、苦灰石のほか、石英を伴い、微量の鉄鉱物、スフェーン及び燐灰石ないしはジルコンを含む。また斜長石及び正長石を少量含む場合もある。また、シャムロック鉱山周辺の再結晶化した試料 (KR46, MRS4) では、フロゴパイトを生成し、トレモライトを伴う場合がある。珪岩試料 (NR45, SR11, SR27) は、granoblastic組織を呈し、石英の他に、斜長石、正長石及び白雲母を伴う場合と、炭酸塩鉱物を伴う場合がある。また微量の鉄鉱物及びスフェーンを伴う。

(2) ニャガリ (Nyagari) 層

デウェラス層群及びムチェカ層を取り囲むように広く分布する。

砂岩、珪岩、粘板岩類及び縞状鉄から構成される。砂岩は "山陵砂岩 (mountain sandstone)" と呼称される。暗灰色塊状で無層理を呈する。珪岩は調査地域外南方から中央部の粘板岩類中に分布し、褶曲した丘陵を形成する。粘板岩類は、" 剥離性粘板岩 (striped slate)" と呼称されている。黒色を呈し、層理に斜交する劈開が発達し、自形の黄鉄鉱が散点している。縞状鉄鉱層は、リヴィングトン農場内に認められるが、縞状鉄鉱の転石が散在しているのみで露頭は確認されていない。

鏡下の特徴は次のとおりである。砂岩試料 (NR127, SR4) は、石英、斜長石及び正長石を主要造岩鉱物とし、黒雲母及び白雲母を伴う。粘板岩類試料 (YR21) は、細粒の石英、黒雲母及び石墨を主体とし、少量の斜長石及び正長石からなる。調査地域北部の試料 (KR43) では、十字石やザクロ石が生成している。縞状鉄鉱石試料 (YR60) の反射顕微鏡観察では、石英を主とする砂岩質部と自形の磁鉄鉱が縞状組織を呈する。磁鉄鉱は粒間沿いに赤鉄鉱化している。

3. ピリウィリ (Piriwiri) 層群

地域西方に広く分布する。

石墨質粘板岩、珪岩、砂岩、グレイワッケ、千枚岩等よりなる。石墨質粘板岩は黒色を呈し、葉理構造が発達する。珪岩は粘板岩中に挟在するチャート質珪岩である。砂岩及びグレイワッケは、千枚岩中に挟在する。千枚岩は、様々な色調や組織を呈する (Tennick, 1976)。

鏡下の特徴は次のとおりである。石墨質粘板岩試料 (NR63) は、石墨、石英、斜長石を主として、正長石、白雲母、鉄鉱物及びスフェーンを含む。千枚岩試料 (YR70) は、decussate組織を呈し、白雲母、緑泥石を主とし、石英、斜長石、角閃石、鉄鉱物、スフェーン及び燐灰石を含む。

2-2-7 グルヴェ (Guruve) 複合変成岩

調査地域外北東縁のザンベジ断層崖沿いに分布する。

大理石、長石質からアルコース質珪岩、変成アルコース、変成グレイワッケ及び角閃岩を含む変成堆積物がある。(Hahn and Steiner, 1990)

2-2-8 後マゴンディ (Magondi) 貫入岩類

1. 花崗岩

調査地域外北西に数km規模のいくつかの岩体として分布する。

黒雲母花崗岩及び片麻状花崗岩からなるが、両者は記載岩石学的には類似した特徴を持つと考えられている (Wiles, 1961)。

2. 粗粒玄武岩類

調査地域の南部から中央部にかけて分布するブラワヤン層群からピリウィリ層群の各層群中に貫入している。デウェラス層群中の本岩類の分布は、露頭で確認されたものの他に、空中磁気調査及びE. P. O. による探査結果をもとに作図している。本岩類として地質図に記入したものの一部は、デウェラス層群に属する火山岩層の可能性がある。

暗緑色から暗灰色を呈し、塊状である。

鏡下の特徴は次のとおりである。マンガラ鉱山南部の試料 (NR72, SR58, SR61) では、blasto-porphyritic組織を呈し、角閃石、斜長石及び石英を主とし、鉄鉱物、スフェーン及び燐灰石を伴い、緑簾石、緑泥石、電気石及び方解石を生成している場合もある。

3. 角閃岩類

調査地域の中央部から北部にかけて多数の岩脈ないしは岩床として分布する。

原岩は、苦鉄質火山岩と考えられる。地域南方に分布する粗粒玄武岩類と同質であり、変成度の違いによるものと推定される。

鏡下の特徴は、粗粒玄武岩類とほぼ同様であるが、角閃石が定方位配列し、石英の量がやや多

く、黒雲母を生成していることを特徴とする。

4. ペグマタイト

調査地域の北東の片麻岩類中及び地域外西方のピリウィリ層群中に小規模に分布する。

ペグマタイトは石英、正長石、白雲母、電気石、緑柱石等からなる。地域外西方のペグマタイト中には、ブロック状の白雲母を産し、淡青色透明を呈する緑柱石は宝石（アクアマリン）として small worker によって小規模に採掘されている（Wiles, 1961）。

5. 石英脈

調査地域中央の先マゴンディ貫入岩類である新期花崗岩中及び地域外西方で脈状に分布する。

乳白色から白色透明の塊状石英からなるが、一部グラノファイヤー様の組織の部分に移化する。Nyamanyoko農場の南西では、暗灰色の金属光沢を呈する赤鉄鉱を主とした鉄酸化物が網状に発達している。

鏡下の特徴は、次のとおりである。新期花崗岩中の石英脈のうち、グレン・ビュー農場内の試料（SR78）では、lepidoblastic 組織を呈し、石英及び白雲母を主として、少量の鉄鉱物及び燐灰石を含む。マンガラ鉱山西方のアルファA農場内で採取した試料（YR57）は、micro graphic 組織を呈するグラノファイヤーである。石英、斜長石及び正長石を主体として、角閃石、鉄鉱物、スフェーン及び燐灰石を含む。

2-2-9 シジャリラ (Sijarira) 層群

調査地域外南東の新期花崗岩分布域に、小規模に認められる。

赤色を呈する砂岩からなる（Stagman, 1961）。

2-2-10 上部カロオ (Karoo) 層

地域外北方のザンベジ断層崖の下に小規模に分布する。

本層は、斜層理構造を呈する砂岩・シルト岩互層とレンズ状の礫岩から構成され、石灰質である（Chenjerai, 1988）。

2-2-11 第四紀堆積物

調査地域では泥砂礫からなる扇状地堆積物のほか、調査地域外北方のザンベジ断層崖の下には、崩積成堆積物が広く分布している。

2-3 地質構造

調査地域の地質構造の履歴については、これまでにいくつかの詳細な研究、検討がなされている（Stagman, 1961 ; Jacobsen, 1962 ; Blaiss, 1970 ; Stowe, 1978 ; Sutton, 1979 ; Treloar, 1988 ;