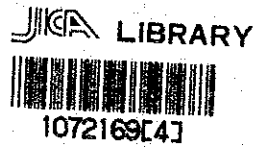


シムバツエ共和国のトマ地産  
資源開発協会の基礎調査報告書



ジンバブエ共和国カドマ地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第3年次



18723

平成元年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

国際協力事業団

18723





## は し が き

日本国政府はジンバブエ共和国政府の要請に応え、同国中央部に位置するカドマ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査等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および鉱物資源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、昭和61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1名の調査員を昭和63年6月24日から12月24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関係機関、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、3年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいた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、在ジンバブエ日本国大使館およ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。

平成元年2月

国際協力事業団

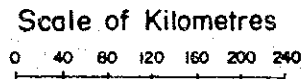
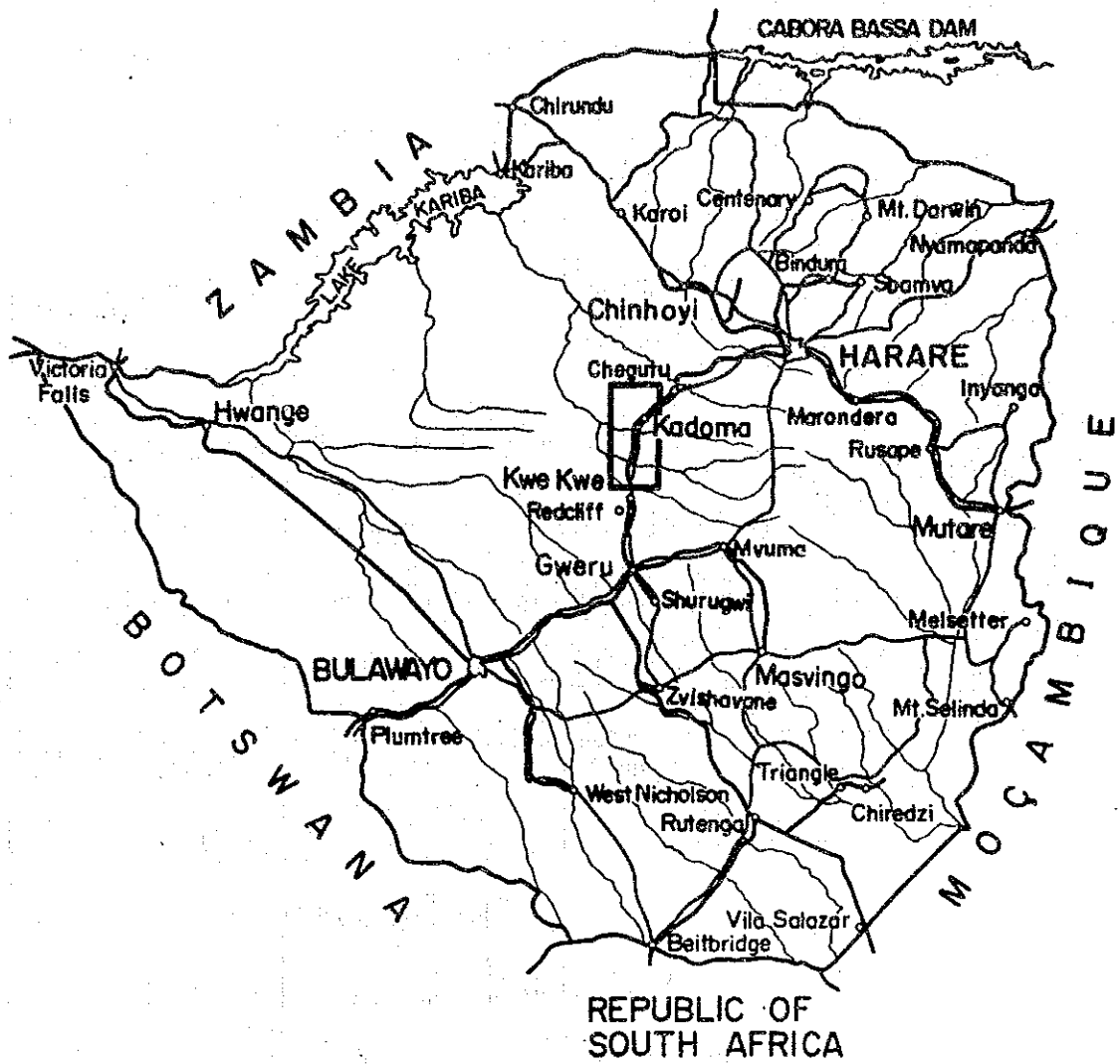
総 裁 柳 谷 謙 介


金属鉱業事業団

理事長 佐 藤 淳一郎







 General Survey Area

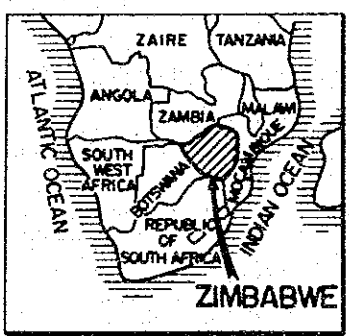


Fig. I-1-1 Location Map of the Kadoma Area, Zimbabwe



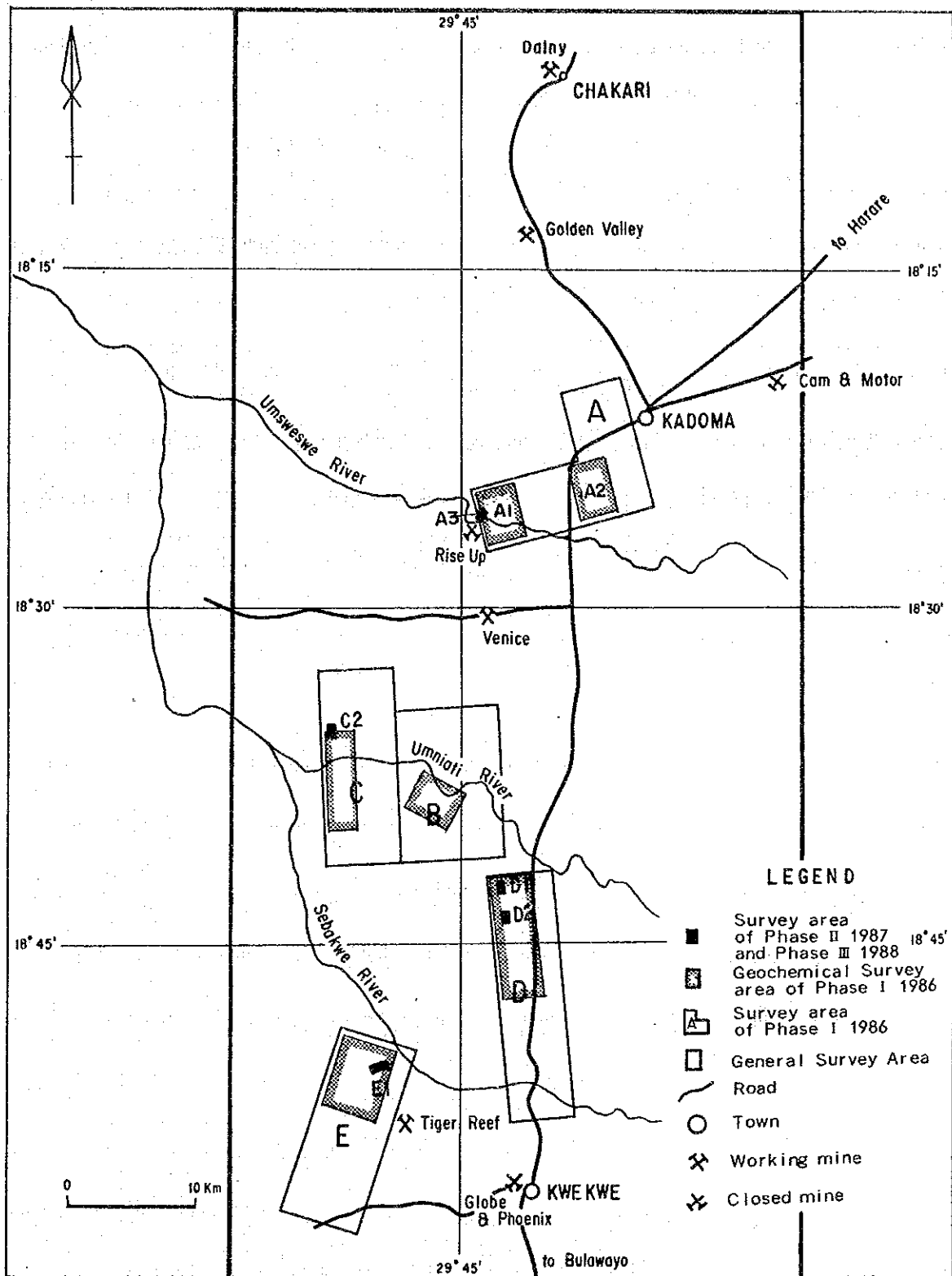


Fig. I-1-2 Location Map of the Survey Areas



## 要 約

本調査はジンバブエ共和国カドマ地域の資源開発協力基礎調査の第3年次として、第2年次の地化学探査の結果に基づき選出された3地区において鉱脈型金鉱床の探査を目的としてトレンチ調査と22孔、総実掘進長、2202.9mのボーリング調査を実施した。

その結果、各地区において地化学異常に対応すると考えられる鉱化石英脈や網状鉱化帯を把握した。そのうちA3地区では最高、41.23 g/t、E1地区で53.37 g/tのAu分析値を得た。しかし、いずれの地区でもこうした鉱化部の厚さは十分ではなく、鉱床としてみた場合、現在の稼行中鉱山の鉱石品位に達しない。また実施したボーリング調査の密度も既に高いことから、経済的鉱床が周辺に発展するポテンシャルは低いと判断される。

一方、多種指示元素の土壌地化学異常と地下の鉱化賦存状態との関係および生成温度に関する興味ある情報は、更に詳しい調査が必要であるが、今後のカドマ地域における同型の金鉱床探査で、特に探査地区選定の上で重要な事例を提供するものと考えられる。



## 第3年次報告書

### 目 次

はしがき	
位置図	
要 約	
第I部 総 論	1
第1章 序 論	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 第2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	2
1-3 第3年次調査の概要	3
1-3-1 調査地域	3
1-3-2 調査目的	3
1-3-3 調査方法	3
1-3-4 調査団の編成	4
1-3-5 調査期間	4
第2章 調査地域の地理	5
2-1 地形および水系	5
2-2 気候および植生	5
第3章 一 般 地 質	8
第4章 調査結果の総合検討	10
4-1 地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制について	10
4-2 鉍床賦存のポテンシャルについて	11
4-3 地化学異常と鉍化作用との関係について	12
第5章 結論および提言	13
5-1 結 論	13
5-2 将来への提言	13

第Ⅱ部	各論	15
第1章	調査方法	15
1-1	トレンチ調査	15
1-2	ボーリング調査	15
第2章	A3 地区	17
2-1	調査地の選定	17
2-2	各孔調査結果	17
第3章	C2 地区	23
3-1	調査地の選定	23
3-2	各孔調査結果	23
第4章	E1 地区	25
4-1	調査地の選定	25
4-2	地表対比調査	25
4-3	各孔調査結果	25
第5章	総合検討	33
5-1	掘進作業	33
5-2	地質および地質構造	33
5-3	鉍化作用	34
5-4	流体包有物の均質化温度	35
第Ⅲ部	結論および提言	39
第1章	結論	39
第2章	将来への提言	41

参考文献 Bibliography

付 録



## List of Figures and Tables

### PART I

- Fig. I-1-1 Location Map of the Kadoma Area, Zimbabwe  
Fig. I-1-2 Location Map of the Survey Areas  
Fig. I-2-1 Monthly Average Rainfall and Temperature in the Kadoma Area  
Fig. I-3-1 Schematic Geologic Columnar Section of the Kadoma District

### PART II

- Fig. II-1-1 Geologic Sketch of Trench in Area C2 (1)  
Fig. II-1-2 Geologic Sketch of Trench in Area C2 (2)  
Fig. II-1-3 Location Map of Drill Holes in Area A3  
Fig. II-1-4 Location Map of Drill Holes in Area C2  
Fig. II-1-5 Location Map of Drill Holes in Area E1  
Fig. II-1-6 Progress of Drilling Programme of All Areas
- Fig. II-2-1 Geological Section of Drill Hole in Area A3 (1)  
A3-1  
Fig. II-2-2 Geological Section of Drill Hole in Area A3 (2)  
A3-2, A3-3  
Fig. II-2-3 Geological Section of Drill Hole in Area A3 (3)  
A3-4  
Fig. II-2-4 Geological Section of Drill Hole in Area A3 (4)  
A3-5  
Fig. II-2-5 Geological Section of Drill Hole in Area A3 (5)  
A3-6, A3-7  
Fig. II-2-6 Geological Section of Drill Hole in Area A3 (6)  
A3-8  
Fig. II-2-7 Drilling Log of Area A3 (1) A3-1, A3-2  
Fig. II-2-8 Drilling Log of Area A3 (2) A3-3, A3-4  
Fig. II-2-9 Drilling Log of Area A3 (3) A3-5, A3-6  
Fig. II-2-10 Drilling Log of Area A3 (4) A3-7, A3-8
- Fig. II-3-1 Geological Section of Drill Hole in Area C2  
C2-1, C2-2  
Fig. II-3-2 Drilling Log of Area C2 C2-1, C2-2
- Fig. II-4-1 Surface Showing of Mineralisation in Area E1 (1)  
Fig. II-4-2 Surface Showing of Mineralisation in Area E1 (2)
- Fig. II-4-3 Geological Section of Drill Hole of Area E1 (1)  
E1-1, E1-2  
Fig. II-4-4 Geological Section of Drill Hole in Area E1 (2)  
E1-3, E1-4  
Fig. II-4-5 Geological Section of Drill Hole in Area E1 (3)  
E1-5, E1-6  
Fig. II-4-6 Geological Section of Drill Hole in Area A3 (4)  
E1-7, E1-8  
Fig. II-4-7 Geological Section of Drill Hole in Area E1 (5)  
E1-9  
Fig. II-4-8 Geological Section of Drill Hole in Area E1 (6)  
E1-10

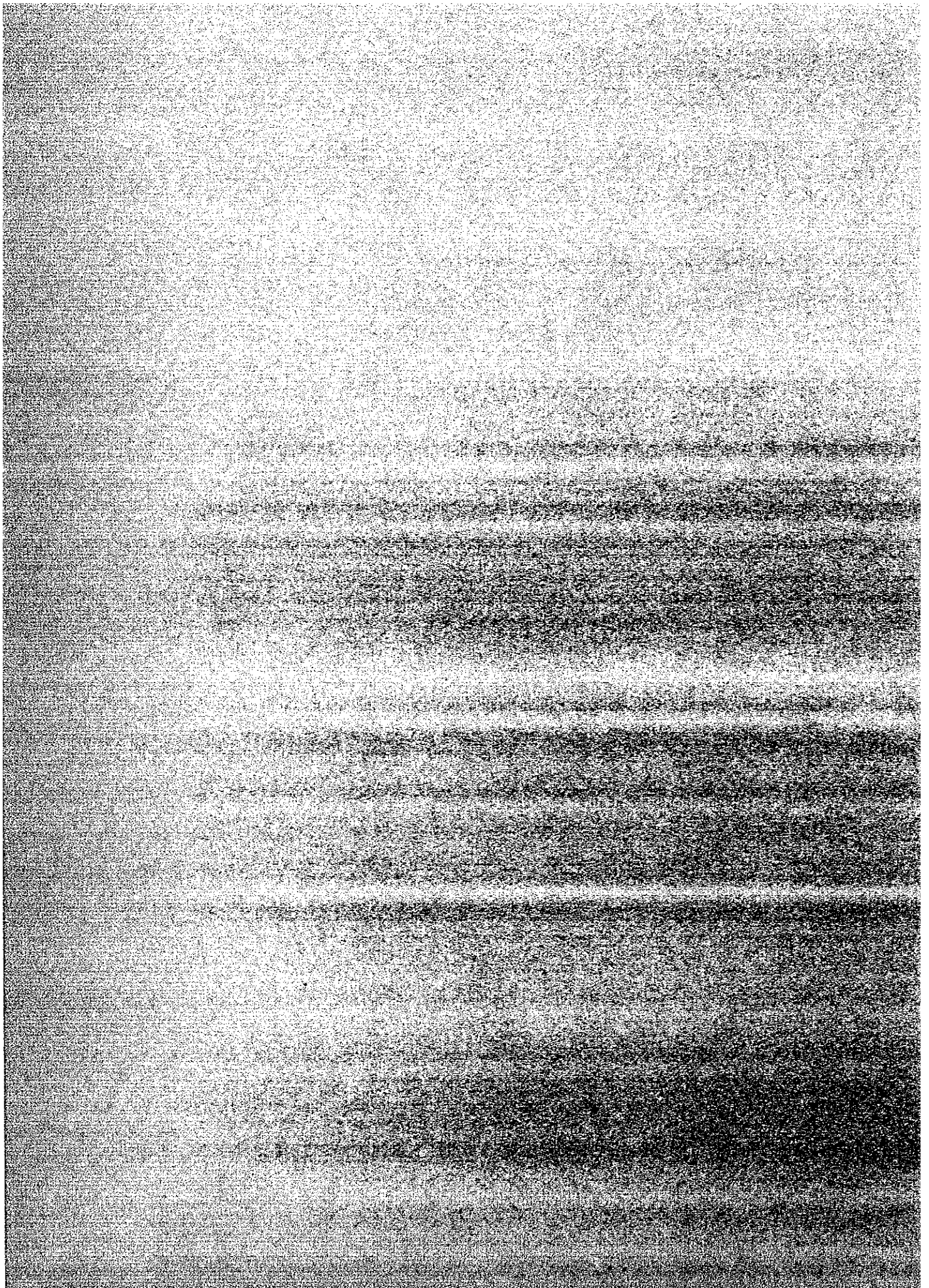
- Fig. II-4-9 Geological Section of Drill Hole in Area E1 (7)  
E1-11
- Fig. II-4-10 Geological Section of Drill Hole in Area E1 (8)  
E1-12
- Fig. II-4-11 Drilling Log of Area E1 (1) E1-1, E1-2
- Fig. II-4-12 Drilling Log of Area E1 (2) E1-3, E1-4
- Fig. II-4-13 Drilling Log of Area E1 (3) E1-5, E1-6
- Fig. II-4-14 Drilling Log of Area E1 (4) E1-7, E1-8
- Fig. II-4-15 Drilling Log of Area E1 (5) E1-9, E1-10
- Fig. II-4-16 Drilling Log of Area E1 (6) E1-11, E1-12
- Fig. II-5-1 Location of Drill Hole and Cross Section  
of Geochemical Anomalies in Area A3
- Fig. II-5-2 Location of Drill Hole and Cross Section  
of Geochemical Anomalies in Area C2
- Fig. II-5-3 Location of Drill Hole and Cross Section  
of Geochemical Anomalies in Area E1
- Fig. II-5-4 Subsurface Mineralisation and Geochemical  
Anomalies of Area A3
- Fig. II-5-5 Subsurface Mineralisation and Geochemical  
Anomalies of Area A3 and C2
- Fig. II-5-6 Subsurface Mineralisation and Geochemical  
Anomalies of Area E1 (1)
- Fig. II-5-7 Subsurface Mineralisation and Geochemical  
Anomalies of Area E1 (2)
- Fig. II-5-8 Subsurface Mineralisation and Geochemical  
Anomalies of Area E1 (3)
- Fig. II-5-9 Histogram of Homogenization Temperatures  
of Fluid Inclusions (1)
- Fig. II-5-10 Histogram of Homogenization Temperatures  
of Fluid Inclusions (2)

Table I -1-1	Appraisal of Geochemical Anomalies of Phase II
Table II-1-1	Summary of Drilling Programme
Table II-1-2	Summary of Drilling Programme in Area A3 (1)
Table II-1-3	Summary of Drilling Programme in Area A3 (2)
Table II-1-4	Summary of Drilling Programme in Area A3 (3)
Table II-1-5	Summary of Drilling Programme in Area C2
Table II-1-6	Summary of Drilling Programme in Area E1 (1)
Table II-1-7	Summary of Drilling Programme in Area E2 (2)
Table II-1-8	Summary of Drilling Programme in Area E3 (3)
Table II-1-9	Summary of Drilling Programme in Area E4 (4)
Table II-1-10	List of Equipment Used in Area A3
Table II-1-11	List of Equipment Used in Area C2 and E1
Table II-1-12	List of Supplies and Consumables Spent
Table II-5-1	Gold Mineralisation Intersected by Drill Holes

APPENDICES

- APPENDIX 1. Au, Ag Assay Values of Samples (1) (2) (3) (4) (5)
- APPENDIX 2. Results of Microscopic Identification  
of Thin Sections
- APPENDIX 3. Results of Microscopic Identification  
of Polished Sections
- APPENDIX 4. Photomicrographs of Thin Sections
- APPENDIX 5. Photomicrographs of Polished Sections
- APPENDIX 6. Homogenization Temperature of Fluid Inclusions  
(1) (2) (3)

# 第 I 部 總 論



## 第1部 総論

### 第1章 序論

#### 1-1. 調査の経緯

ジンバブエ共和国における資源開発協力基礎調査は、1983年にシャムバ地域において開始され、同年から1985年までの3年間実施されたが、ジンバブエ政府の強い要請により日本政府は協力調査を継続すべく事前調査協定折衝団を派遣した。1986年6月2日付けで署名されたS/Wにより、昭和61年度から引き続き、二番目の資源開発基礎調査をカドマ地域において開始した。

初年次では面積約5000km<sup>2</sup>の広い調査対象地域から、ジンバブエ共和国地質調査局の意見や文献、探鉱実績等に基づき、地質調査、地化学探査(概査)を実施すべき5地域(面積約500km<sup>2</sup>)を設定した。初年次の調査の結果、これらの地域の中に金を主とする地化学異常帯が見いだされ第二年次調査では更に試料採取密度を高めた地化学精査を実施した。本年次調査は、第二年次調査結果にしたがって更に選出した3地区についてボーリング調査を行い、これらの地区の地表下における鉱化作用を把握し、鉱床賦存ポテンシャルを評価することを目的として実施された。

#### 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

本年次の調査は、初年次で実施された土壌地化学探査の結果に基づき、125km<sup>2</sup>の調査対象地区を2.36km<sup>2</sup>に限定し、そこで更に精度の高い土壌地化学探査を行った。その結果、地区内にいくつかの顕著な異常帯を捕捉し、地質精査やトレンチ調査から得られたデータからこれら地化学異常と地質構造などの関係が鉱床賦存のポテンシャルの高いことを示した。Table 1-1-1 に各地区毎の地化学探査結果のまとめを掲げる。

この中で、A3地区はAu異常帯の規模が50m×200mと小さいが、平均値の5~20倍の強い異常値から構成され、最も有望な地区と判断される。また異常帯の近傍のトレンチ跡や、Rise Up鉱山(現在廃坑)が推定構造延長線上に位置していることもこの地区の有望性を裏付けている。

E1地区では3つの異常帯が抽出されているが、このうち珪長質溶岩および同質凝灰岩域に含まれるAu異常帯が、小規模ではあるが、他の地区にはみられないAs異常帯やパイロフィライト変質帯との対応性がよいことと、1ppmを含む平均値の4~20倍の異常値からなる点で特に注目される。当地区の縞状鉄岩を母岩とする中規模のAu異常帯は微粒金の存在を暗示する1~3g/tの異常値を含み、E1地区の鉱床賦存ポテンシャルがたかく、今後の継続調査の対象地区とすべきと考える。

次にC2地区のAu異常帯はよくまとまっており、異常値も平均値の3~12倍と顕著で、周囲に硫化物鉱化の痕跡のある石英脈が分布することなど高いポテンシャル評価が可能である。しかし本年次のトレンチ調査箇所が、本年次の地化学探査で現れたAu異常帯と一致していないため鉱化や断裂系のデータに乏しいことでA3地区よりは若干ランクが低い。継続調査としてトレンチ調査や石英脈のAu分析が必要と思われる。

D1地区のAu異常帯は、すべて縞状鉄岩域に含まれており、走向方向に伸長した分布を呈すること、異常値が平均値の2~4倍でそれほど強くないため、その他の地区に比べてAu鉱床ポテンシャルはあまり高いとは言えない。またNi、Pt、Crの含有量およびCu/Ni比、Ni/Cr比から白金族鉱床やNi鉱床の賦存の可能性も少ない。

D2地区の異常帯の評価はかなり難しい。少なくとも異常帯として抽出された箇所の一部はRosstack鉱山の尾鉱堆積場と重複しており、異常値を示した試料も多くは尾鉱であることから、地区中央部のAu異常帯は尾鉱およびそれによる汚染と考えざるを得ない。しかしこの尾鉱は明らかにこの付近から採掘されたものであること、異常帯の顕著な方向性は汚染では説明できないことも考慮すると、この地区の残存Au鉱化ポテンシャルは無視できない。

#### 1-2-2. 第2年次調査の提言

前項で述べた結論に基づき、第2年次の調査として次のような探鉱調査を実施することが望ましい。

1. 評価の高いA3、E1、C2地区のAu地化学異常帯に対し、試錐探鉱を実施し、実際の鉱化の有無を確かめる。掘進深度は100m程度とし、できるだけ広い範囲を探鉱できるように計画する。



Table I -1-1 Appraisal of Geochemical Anomalies of Phase II

Area	Au Anomaly						Other Anomalies than Au
	Number of Anomaly Zone	Number of over $M + \sigma$	Number of over $M + 2\sigma$	$\frac{M + 2\sigma}{M}$	Host Rock	structural Control	
A3	1	1	6	5.5	Basalt Felsic Dike Granitic Intrusi -ve	NE fractures and felsic dike Auriferous quartz veins max. 1.7 g/t Au	Unconformable with Ag, As Ag, As $\leq 8.6 \times 2.5$ small zone of 4 samples of $\leq 1.2\sigma$ Ag, As anomalies No coinciden -ce with Au anomalies
C2	2	9	9	4.3	Mafic Intrusive (Dolerite)	Inferred NE quartz system	Unconformable with Ag, As Cu mineralisation in quartz vein
D1	2	12	9	3.5	Banded Iron Form -ation (BIF)	NNE to NS trend conformable to BIF strike	Unconformable to any other Indicators Ni Co Cr anomalies located at convex contact of Kwekwe Complex, Intensity is small
D2	1	3	6	5.0	BIF	NS? Contamination by dump dispo -sal	As anomalies lie some hundred metres north Intensity of As anomalies 2-2.5 times of the mean
E1	3	14	25	3.5 5.0	BIF felsic tuff	elongated zonation parallel to geological trend	North and east anomali -es overprint Ag, As and -malies Ag anomalies concentrate in the north Some analytical problem with As?



2. 採取されたコアは、石英部分や破碎帯の部分を鉍石試料として Au, Ag, As, Sb, Hg などの分析を実施する。
3. C2 地区に対しては、試錐探鉍を実施する前にトレンチ調査を行い石英脈や断裂の方向、傾斜など試錐計画に必要なデータを収集する。

### 1-3. 第三年次調査の概要

#### 1-3-1. 調査地域

3つの調査地区を含む調査地域は、Fig.1-1-1に示すように首都ハラレ (Harare) の南西100 kmから230 kmに位置し、ハラレからブラワヨ (Bulawayo) へ通じる主要国道の沿線にある。地域内には、カドマ (Kadoma、人口4万5千)、ケケ (Kwekwe、人口4万8千) の2都市があり、農業や工業の中心地となっている。ハラレからカドマまでは、車で国道を約140 km、約1時間40分を要する。カドマとケケの間は80 km、約1時間を要する。ボーリング調査地へは、よく発達した地方道や各農道から、新たに150 mから数 kmの運搬道路を切り開いた。

#### 1-3-2. 調査目的

本年次調査は、初年次、2年次調査結果に基づき、有望箇所として抽出した3地区 (A3、C2、E1地区 Fig.1-1-2 参照) の中の地化学異常において、その地下の鉍床ポテンシャルを探るためボーリング調査を実施する。

#### 1-3-3. 調査方法

実施した調査方法および作業量は次のとおりである。

##### トレンチ調査

C2地区 延長40 m

##### ボーリング調査

A3地区 8孔×100 m

C2地区 2孔×100 m

E1地区 12孔×100 m

##### 室内試験

岩石薄片 10件  
 鉍石研磨片 10件  
 流体包有物 20件  
 鉍石成分分析 (Au, Ag)  
 200件×2成分

1-3-4. 調査団の編成

調査計画及び折衝

日 本 側		ジンバブエ共和国側	
林 歳 彦	金属鉍業事業団	E. R. MORRISON	鉍山省地質調査局
沢 田 賢 治	同 ナイロビ 海外調査員	Sydney SIMANGO	同

現地調査団

日 本 側		ジンバブエ共和国側	
幢崎哲夫 団長	同和工営株式会社	Sydney SIMANGO	鉍山省地質調査局
		Brent BARBER	総括 土地交渉 業者連絡 総括

1-3-5. 調査期間

現 地 調 査 : 昭和63年6月24日～12月24日(184日間)  
 解析および報告書の作成: 昭和63年12月25日～平成元年2月28日

## 第2章 調査地域の地理

### 2-1. 地形および水系

調査地域は南部アフリカ高原地帯の標高1,000 m から 1,300 m にある。地域北端からケケ付近までは、地形はほとんど平坦で、突出した山岳は全く見あたらない。ケケから南方はやや高度を増し、一部には比高約 100mの山岳がある。

地域内には北にUmsweswe川、南にSebakwe川が東から西に流れ、これらは西方で合流してUmniati川となって北西方へ流下し、更に下ってザンベジ川となる。ボーリング調査地周辺の地形は起伏がせいぜい 4 ~ 5mの緩い丘の連続である。

### 2-2. 気候及び植生

調査地域は南緯18° から19° 10' に分布するが、高原地帯にあるため熱帯性気候を示さない。乾期と雨期が明瞭に分かれ、年間降雨量の700mmないし900mmは11月から4月までの雨期に集中する。気温は、夏期には最高30℃、最低16℃、冬季には最高21℃、最低7℃となる。10月が最も暑い。

植生は、丈の低い灌木が粗く自生しているのが一般的で、ときにトゲをもつ木の繁茂が著しい。Fig. 1-2-1 にカドマの年間の月別平均降雨量、および平均、最高、最低気温を示す。

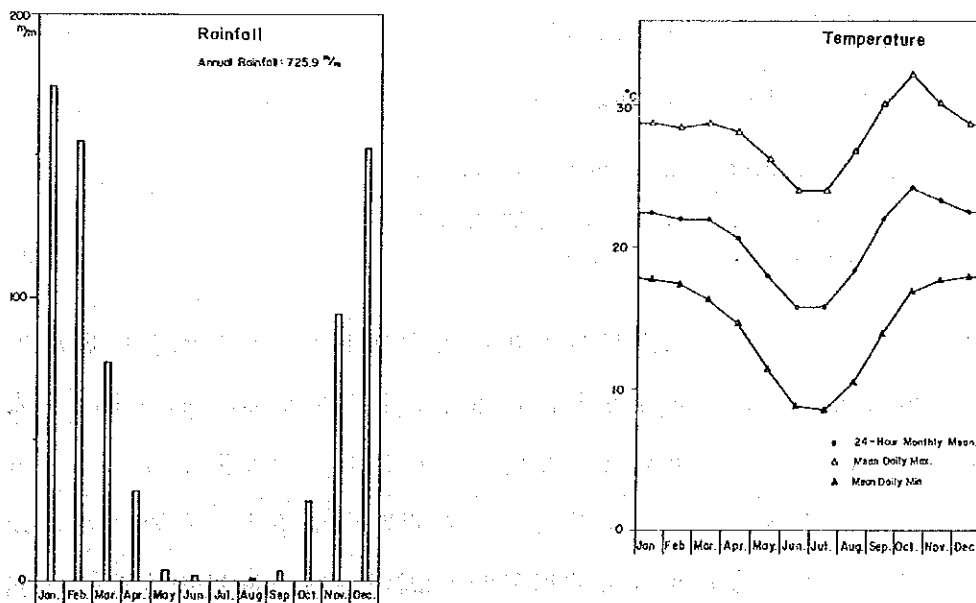


Fig. 1-2-1 Monthly Average Rainfall and Temperature in the Kadoma Area

### 2-3. 鋳業情勢

ジンバブエにおける1987年の鋳業生産は前年に比べ16.6%の伸びをみせ、Auを除いて816百万Zドルの生産額(生産高は4%増)をあげている。これは過去10年のうちの最高で農業生産とならんでジンバブエ経済を支えている。これは国際金属市況の好況によるもので、1988年も一時はNi価格が87年1月当時の4倍以上の高水準に達したため、上四半期では1987年同期を上回った。特にAnglo-AmericanグループのBindura Nickel Corporationはこの価格高騰でこれまでの累積赤字を一掃し、1981年以来の復配を発表した。

Auも1987年は14,710Kgを産し、350百万Zドルに達した。1988年では余り伸びは期待されていないが、探鋳開発は旺盛で、グリーンストーンベルトを中心にEPOの申請、認可の件数も急増している。Cluff Minerals社のFreda Rebecca鋳山の開発、Chase Minerals社(豪州資本)、African Gold社(英国資本)などによる探鋳が活発である。

カドマ地域の主なAu鋳山の生産状況は次のとおりである。

Dalny :	1,334 kg	5.42g/t
Venice :	542 kg	3.98g/t
Patchway/Brompton :	557 kg	7.68g/t
Cam & Motor(Dump) :	151 kg	0.51g/t
Riverlea :	24.5kg	5.00g/t
Indarama :	22.8kg	7.00g/t
Renco :	1,728 kg	7.31g/t (地域外)

鋳山従業員は60,000人で総人口の100人当たり1人、その家族、経済的依存者まで含めるとその数は500,000人になるといわれている。その上、化成品、爆薬をはじめ電力、生活必需品、運輸などの需要を維持し、他産業を支えている。

獲得外貨の40%を占めるが、反対に鋳業への外貨割当が不十分なため設備投資などが遅れ増産に対応できず、したがって獲得外貨も国際価格や通貨の変動に一義的に影響される産業構造をもっている。SADD Cメンバーの中では最も鋳物ポテンシャ

ルが高く、先進諸国による対南ア経済制裁が強まる中で、最近はず・グレートダイクに白金鉱床も発見され、外国資本による鉱山開発が検討されている。

### 第3章 一般地質

カドマ地域の模式柱状層序図を Fig.1-3-1 に示す。本調査地域の地質は、大部分、始生界の花崗岩・片麻岩類および緑色岩類と、これらを貫く各種貫入岩類からなっている。

花崗岩・片麻岩類は、地域の中央東部を占めて分布し、Rhodesdale岩体と呼ばれる複合岩体の西縁部をなすものである。ローデシア剛塊最古の地層といわれるSebakwian層群は30億年の年代を示し、高度に変成されて、本岩体の一部に封じ込まれている。27~30億年のBulawayan層群と25~27億年のShamvaian層群からなる緑色岩帯は、その他の地域の大部分を占めて分布する。

Bulawayan層群は、Lower GreenstonesとUpper Greenstonesに分けられ、いずれも苦鉄質火山岩類、同質火山砕屑岩類を主とし、珪長質火山岩類、縞状鉄岩、堆積岩類を伴うものである。Shamvaian層群は、砂岩、礫岩などの浅海性堆積岩類からなり、地域の北東部から南西部にかけて帯状に分布する向斜構造の軸部を構成する。

各層群に繰り返し現れる緑色岩類は、濃緑色の玄武岩溶岩を主とし、安山岩溶岩がこれに次いで多い。玄武岩溶岩は長径0.5~1.0 mの枕状構造が顕著で、表面のガラス質急冷相やその内側の気泡群が保存されている。火山砕屑岩類は溶岩類に伴われて分布し、ピロープレッチャから火山灰にいたる種々の岩相が認められる。この中には、明瞭な粒度分級を示すことがあることなどから、当時の海底火山活動の産物と考えられる。

貫入岩類としては、地域北部および西部にそれぞれ、Whitewaters岩体、Sesombi岩体と命名されているトーナライトの岩株状貫入岩体が分布する。これらの岩体は、初年次の調査で行った全岩K-Ar年代測定の結果、それぞれ  $1,829 \pm 91$  Ma,  $2,139 \pm 112$  Maを示した。これらの岩体は、金やタングステンの鉱化をもたらすことから、本地域の鉱床探査にとって重要な意味をもっている。その他、地域内には、数多くの小規模な石英斑岩の岩株の貫入がみられ、また僅かながら粗粒玄武岩の岩脈も発達する。地域中央南部には、Kwekwe超苦鉄質岩と呼ばれる蛇紋岩の岩体が分布する。

本地域の地質構造は、基本的には最も初期に形成されたNE-SW系の軸をもつ褶曲構造に規制されている。Bulawayan層群やShamvaian層群の分布も大きくはこの方向



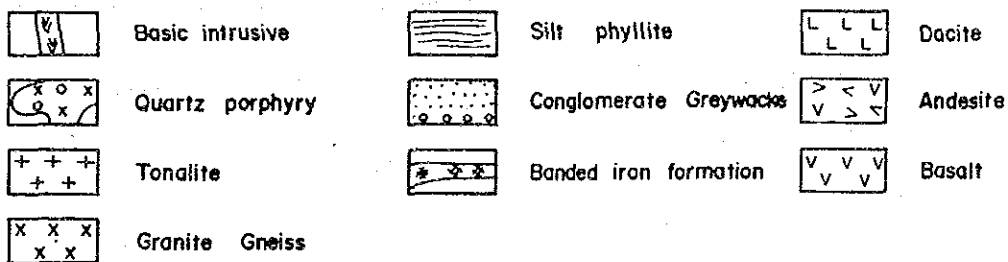
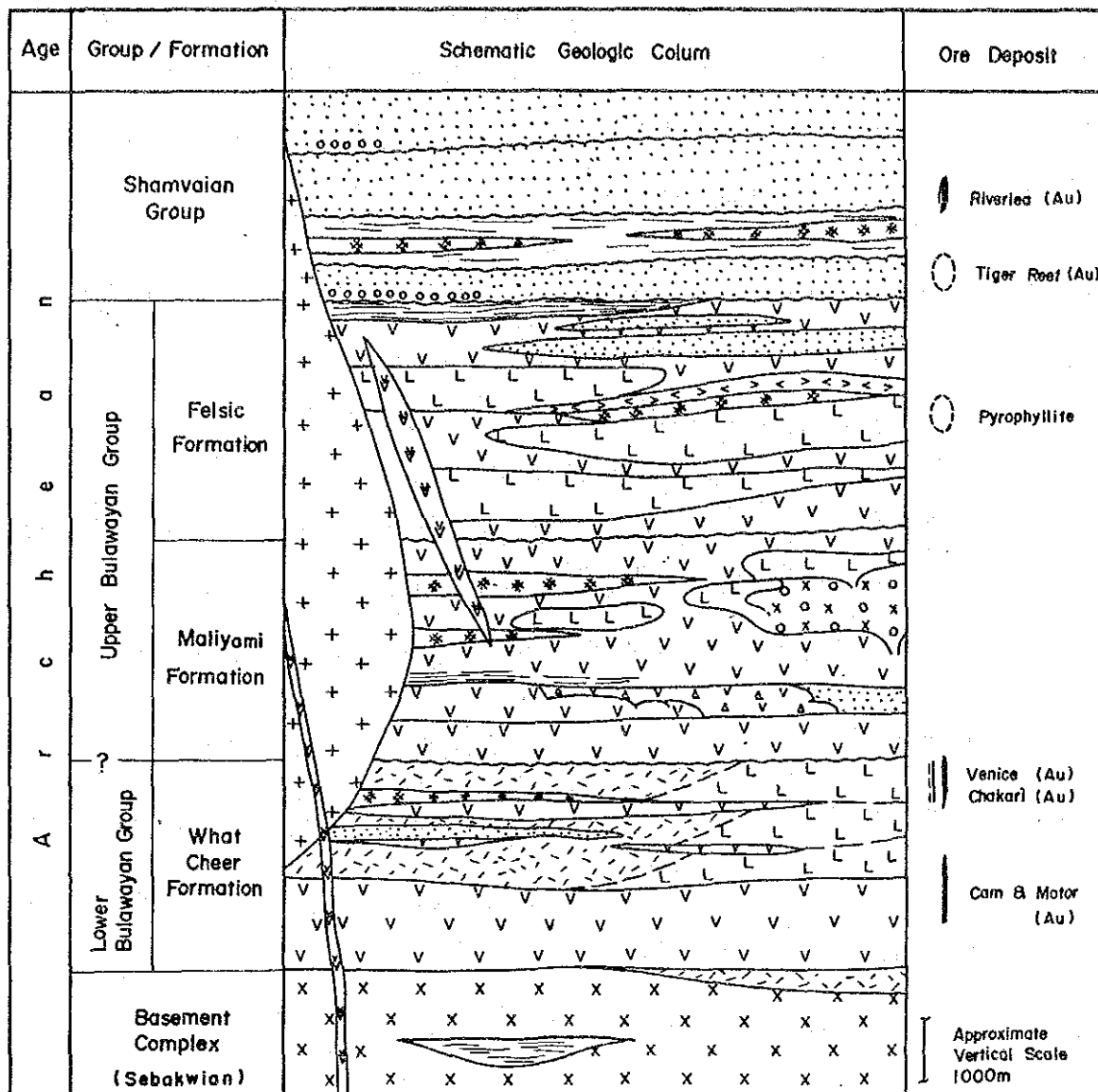


Fig. I-3-1 Schematic Geologic Columnar Section of the Kadoma District



に帯状に配列している。カドマの北から西方のWhitewaters岩体の中央を通り、南西へブランチする背斜軸を有する構造は、Kadoma背斜構造と呼ばれ、初期変形の顕著例である。2回目の変形は、NNW-SSEの軸をもつ等斜褶曲によるものであり、カドマの南西方の複雑な地層分布はこの時期に形成されたものと思われる。3回目の変形は、トーナライト岩体の貫入によって引き起こされたブロックの回転運動と断裂の発達である。

これら数回の変形運動により、顕著なトレンドをもつ断裂系が発達し、金鉱床胚胎の場となっている。本地域はジンバブエにおける主要産金地帯であり、Dalny, Venice, Riverlea, Tiger Reefの現稼行鉱山のほか、無数の旧鉱山や鉱徴地が地域内に分布している。これらは成因や母岩別に、縞状鉄岩に伴う型、含金石英脈・網状脈・断裂帯に胚胎する型、碎屑岩中の層状鉱染状鉱床型に分類される。現在生産中の鉱山ではDalnyが最も大規模で、既採掘鉱量500万t、金量にして40tに達している。1987年の出鉱量は約250,000t、平均品位はAu 5.42 g/tで1,334 Kgの金を生産した。

## 第4章 調査結果の総合検討

### 4-1. 地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制について

本地域のAu鉍化作用は下部～上部Bulawayan層群の緑色岩類を母岩としているがボーリング調査地区の地質構造、鉍化作用は各地区によって異なる。

#### A3地区

NNE～SSW系カドマ背斜構造の西翼に当り、二次的なNNW～SSE系の褶曲構造が重複している。玄武岩を主とする地層はWhitewaters トーナル岩貫入岩体に接しており、全体に弱い熱変成作用が認められる。地層の走向は概ねEW、 $90^{\circ}$ ～ $60^{\circ}$ 南に傾斜する。岩脈は緑色岩類と調和的なEWないしENE系とこれに直交する系がある。鉍化作用はENE系岩脈と同系の割れ目に密接に関係しており、Umswe-swe川を隔てたRise Up鉍山はこの構造の延長線上にある。鉍床型は石英脈で、走向傾斜も岩脈と調和的である。硫化物は少量で、黄鉄鉍の他に硫砒鉄鉍、磁硫鉄鉍、白鉄鉍よりなる。磁硫鉄鉍は初生鉍物である。鉍化時期については石英脈はENE系岩脈と同系の割れ目に胚胎していると考えられ、これらと平行な断層がWhitewaters トーナル岩貫入岩体を切ることから、同岩体生成後、Shamvaian層群堆積後と考えられる。( Fig. II-2-1～6 )

#### C2地区

上部Bulawayan層群の緑色岩類からなる。地層の走向はNSないしNNWであるが調査地区には塊状玄武岩と粗粒玄武岩が卓越し、両者の関係は漸移しており、粗粒玄武岩は塊状玄武岩の一岩相とみられる。これらを切る石英斑岩の岩脈はNE系の方向を持ち、西方のSesombi岩体をNEないしENE方向に切る岩脈と同じ活動と考えられる。

鉍化作用はA3地区と同じ石英脈で、石英斑岩と平行な割れ目を充填するものと考えられる。岩脈は全く鉍化を受けてないことから、鉍化生成は岩脈貫入以前である。

( Fig. II-3-1 )

#### E1地区

Shamvaian層群が軸部に分布する向斜構造の西翼部に位置し、上部Bulawayan層群の安山岩、石英安山岩、酸性凝灰岩を主とする。地層の走向はNE系でSEに急傾斜

する。鉍化作用は黄鉄鉍など硫化物の多い網状脈で、安山岩と石英安山岩の境界付近に発達する。主として安山岩側に地層の境界に平行とみられる数条の角礫帯が発達し、鉍化作用は特にこの付近に強い傾向がある。( Fig. 11-4-3~10 )

#### 4-2. 鉍床賦存のポテンシャルについて

##### A 3 地区

A 3-7 の 23. 56 から 23. 76 m での石英脈および珪化帯が 41. 21 g/t Au が最高品位で A 3-4 の 96. 77~96. 85 m が 7. 44 g/t Au がこれに次ぐ。脈幅については地表トレンチでは 30 cm 程度であるが、ボーリング調査でも走向方向にも傾斜方向にもこれ以上の脈幅の増大は認められなかった。

一方、カドマ地域の坑内採掘による金鉍山の平均操業品位は、少なくとも 4~5 g/t Au であり、新規開発の場合は、7~8 g/t あるいはそれ以上の品位が経済品位となる。この地区では 2 箇所でこれらを上回る中、高品位を得たが、脈幅が小さく、実際の開発操業での最低加背幅を考慮すると、鉍石品位は 5~8 g/t 以下に希釈されるため、捕捉鉍徴の最高品位を使った試算でも採掘対象鉍床にはなり難い。

##### C 2 地区

1. 87 g/t Au の異常値を含む石英脈は黄鉄鉍、黄銅鉍を伴うが、脈幅は数センチの細脈で鉍化の中心からはずれている可能性もある。Au の地化学異常は実際の鉍床から長距離は移動しないと考えられるので、ボーリング調査地から少し北東に寄った古いトレンチの並ぶ付近の下部を浅いボーリングで調査するのも興味深い。

##### E 1 地区

最高値の 53. 37 g/t Au を除いた本地区全 Au 分析値の幾何平均は 0. 044、算術平均で 0. 176 g/t である。黄鉄鉍を主とした断続的鉍化帯は網状脈が発達するゾーンとしては約 10 m の幅をもつとみてよいが、これを鉍床と見なした場合の平均品位は 0. 1 g/t を越えない。また仮に 1 g/t 以上の範囲を考えると、殆ど異常 B の一部に限られ、かつ A 3 地区の場合同様、鉍石の希釈を考慮すれば採掘対象の鉍石品位には達しない。

#### 4-3. 地化学異常と鉍化作用との関係について

##### A3地区

Auの地化学異常は各孔で捕捉した石英脈の地表延長部とはほぼ一致する。その中でもA3-7の最高品位部(41.21 g/t)の地表延長は土地化学異常の最大値1.02 g/tの位置によく対応する。As異常はAu異常帯のすぐ南に接して分布すること、石英脈中の硫化物の中に硫砒鉄鉍が認められることなどからAs異常のソースはAuと同一で少し分散したものと考えられる。(Fig. 11-5-4~5)

##### C2地区

本地区のAu地化学異常は他の地区に比べて弱く、異常帯上のトレンチやボーリング調査でも1~2 g/t Auの細脈を捕捉したにとどまった。Ag, Asの異常はAuと空間的に一致せず、鉍物の検鏡結果でもAsの起源と考えられる硫砒鉄鉍は同定できなかった。(Fig. 11-5-5)

##### E1地区

算術平均+ $\sigma$ 以上の異常値は176個中僅か9個でそのうちの7個はAs, Ag地化学異常がAuと重なり合う異常帯に属する。土地のAu地化学異常値は大きいがAu以外の指示元素の異常が伴わない異常帯の地表下では2個の異常値しか得られなかった。このことはAu探鉍に土地化学探査法を用いる場合、土地に含まれるAuの異常値の大きさよりも他の指示元素の組合せの重複度の方が、より鉍化ポテンシャルを表していると言える。(Fig. 11-5-6~8)

## 第5章 結論および提言

### 5-1. 結論

本年次の調査は鉍脈型あるいは鉍染型金鉍床の有望地域において鉍化ポテンシャルを把握する目的で、トレンチ調査と3地区において合計22孔、総実掘進長、2202.9mのボーリング調査を実施した。

その結果、A3地区ではA3-7の41.21 g/t や7.44 g/t Auを含む石英脈や珪化帯に達着し、金鉍化作用を確認した。またE1地区では比較的多量の硫化物をともなう網状鉍化帯に達着し、その一部では最高、53.37 g/t Auの分析値を得た。しかし、いずれの地区もこうした鉍化部の厚さは十分でなく、鉍床としてみた場合、現在の稼行中の鉍山の金鉍石の品位に達しない。また実施したボーリング調査の密度も既に高いことから、経済的鉍床が周辺に発展するポテンシャルは低いと判断される。

一方、土地化学異常と地下の鉍化賦存状態との関係および生成温度についての興味ある情報は更に詳しい調査が必要であるが、今後カドマ地域での同型の金鉍床探査に、特に探査地区選定に応用されるべき知見と思われる。

### 5-2. 将来への提言

本年次の調査結果と、その検討によって得られた結論に基づき、将来の調査として次のことが提言される。本地域の金鉍床探査では土地化学探査法は有効であり、露頭探査や現地パンニング等と並行に行われるべき手法である。指示元素の選択には、分析精度などの技術的問題がともない、最適指示元素の特定には更に検討を要するが、地域内の開発鉍床の随伴鉍物の組合せの例などからしても、Au, Sb, As, Hgを用いた地化学探査の実施と地化学異常の組合せの検討、考察が望まれる。

第1年次の準精査地区外の地域、あるいは第2年次の精査の対象地区に選出されなかった第1年次の有望な地化学異常などは、本調査で実証された地化学探査の手法を用いた将来の探査対象となると考えられる。

