

407
66.1
MPN

ケニア共和国モンバサ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第3年次

JICA LIBRARY



1103140181

24692

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

24692

は し が き

日本国政府は、ケニア共和国政府の要請に応え、同国の海岸地帯に位置するモンバサ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は平成2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6名の調査団を編成して平成4年9月22日から平成5年2月11日まで現地に派遣した。

現地調査は、ケニア共和国政府機関、環境天然資源省鉱山地質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、本調査の実施にあたってご協力いただいたケニア共和国政府機関ならびに外務省、通商産業省、在ケニア共和国日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成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

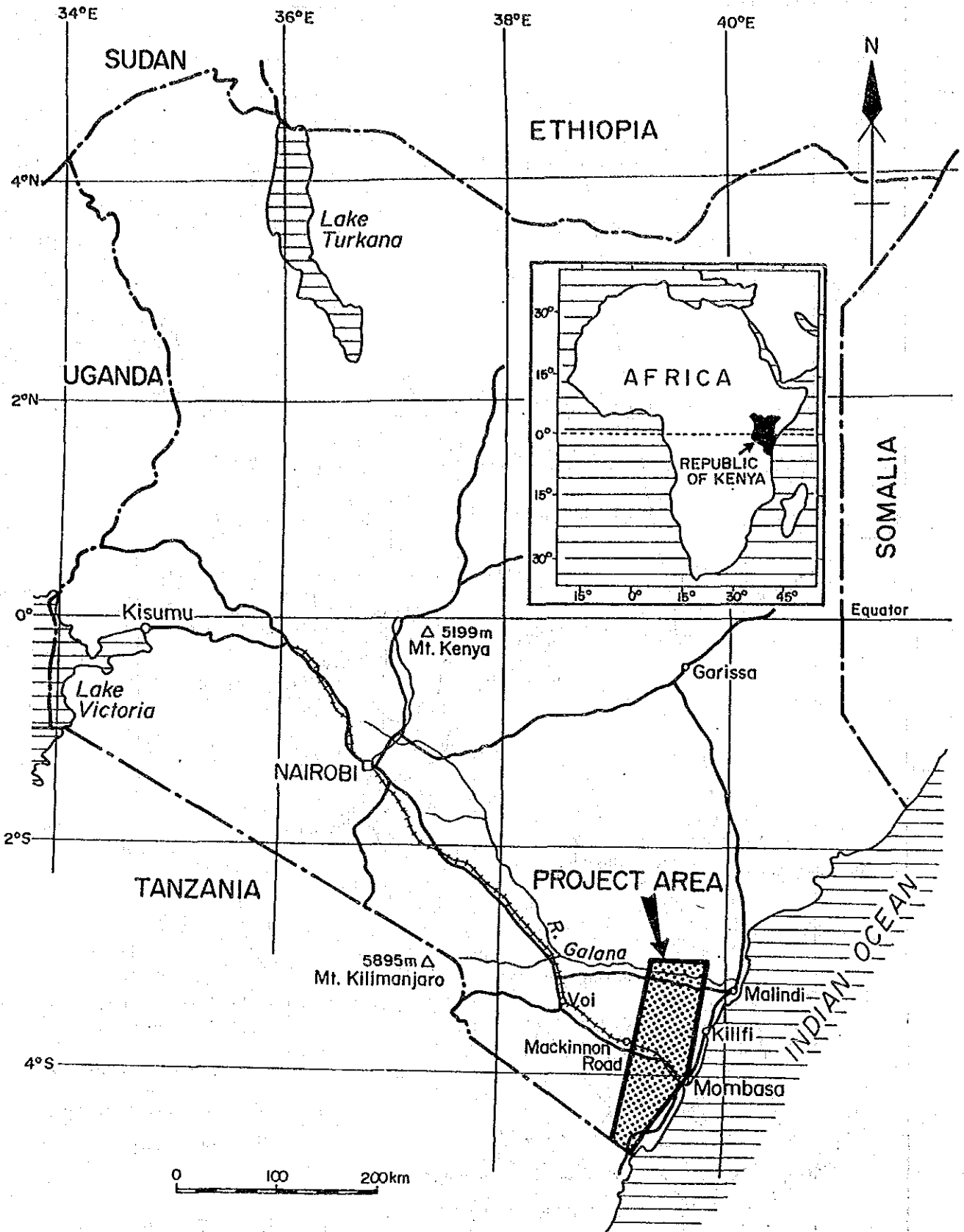


Figure 1 Index Map of Kenya Showing Location of the Mombasa Area

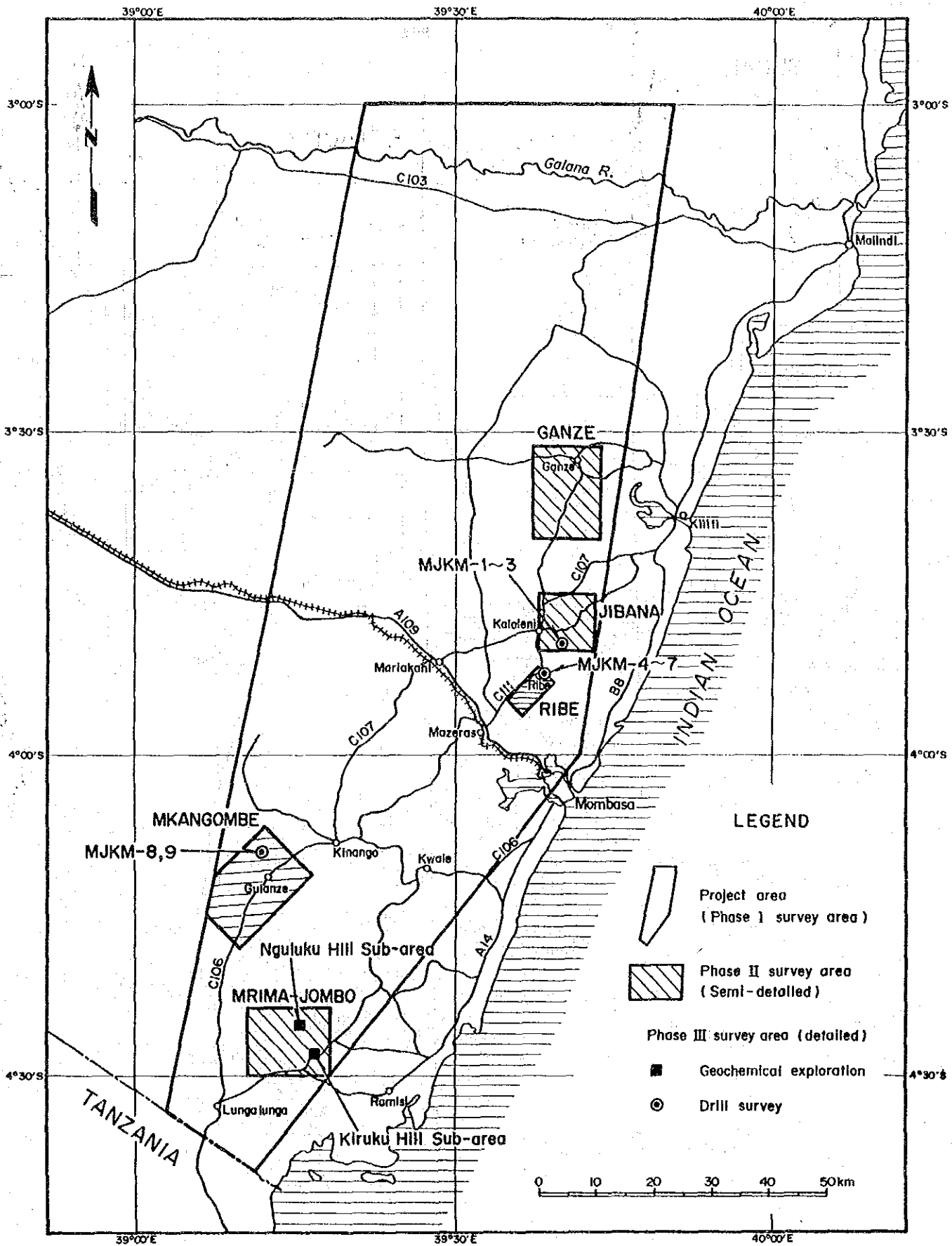


Figure 2 Location Map of Phase III Survey Area

要 約

ケニア共和国モンバサ地域における資源開発協力基礎調査の目的は、同地域において既存データ解析、地質調査、地化学探査及びボーリング調査を実施することにより鉱床賦存状況を把握すること及び調査の実施を通じて相手国機関に技術移転を図ることにある。

最終年次にあたる第3年次調査では、第2年次調査結果に基づいて選ばれたJibana, Ribe, Mkangombe の3地区に対してはボーリング調査を、Mrima-Jombo 地区に対しては地化学精査を実施し、鉱化作用の性状の把握と鉱床賦存可能性の評価を行った。

各地区の主要探査対象は、Jibana, Ribe, Mkangombe 地区では卑金属鉱脈鉱床、Mrima-Jombo 地区ではニオブウム・希土類 (Nb, REE) 鉱床である。

第3年次調査の結論は、次のとおりである。

(1) Jibana地区

ボーリング箇所近傍での鉱脈鉱床の賦存を示唆する鉱徴は得られなかった。

(2) Ribe地区

Chieme Hill 鉱化帯は、小規模で、下部に連続していないと考えられる。

Ribe鉱化帯ボーリングでは、肉眼的有用鉱物として珪化岩中に重晶石細脈が見られたのみであり、鉛-亜鉛鉱脈鉱床の賦存を示唆する鉱徴は得られなかった。

(3) Mkangombe 地区

ボーリング調査の結果、Mkangombe North 卑金属石英脈鉱徴は、地下深部の鉱況が地表部鉱況より優勢である事が判明し、地下深部での鉱床賦存可能性が高まった。MJKM-8孔の厚さ24cmの塊状閃亜鉛鉱脈は、経済的鉱床が付近に賦存する可能性が小さくない事を示している。また、同時に実施された石英脈鉱化帯の地質踏査では、Mkangombe South 鉱徴付近で、銅鉱物を含む石英脈の露頭及び転石が新たに発見され、石英脈鉱化帯内の鉱床賦存可能性が高められた。

(4) Mrima-Jombo 地区

Kiruku Hill 区域では、Nb, REEほかの地化学異常が捕捉された。Kiruku Hill の鉱化は、NW-S E からWNW-ESE 方向の断層に沿って生じた熱水活動による珪化岩帯の形成に伴って、Nb, REEその他の貴金属、卑金属元素が濃集したものとみなされ、岩石分析結果もこれを支持する。Kiruku HillのNb, REE鉱化は、品位と広がりの中でMrima HillのNb, REE鉱床より小規模であるが、これは、珪化岩に伴われるKiruku Hill の鉱化とカーボナタイトに伴われるMrima Hillの鉱化の違いを反

映している可能性が高い。

Nguluku Hill区域では、Nb, REEの地化学異常は得られなかった。

上述の結論から将来の調査として、下記の調査を提案する。

(1) Jibana地区, Ribe地区

現時点で継続した調査を考えるべき鉱徴はない。

両地区における断層や熱水変質の発達は、地区全体としては鉱床賦存可能性を依然有することを示しており、今後も、新たな鉱徴を見出だす努力は必要であろう。

(2) Mkangombe地区

Mkangombe north 鉱徴の鉱脈全長を対象とした複数深度での、深部鉱況を調査するボーリングが望まれる。石英脈鉱化帯については、今後、精査未実施地域の地質精査が望まれよう。Mkangombe 地区の探査は、本プロジェクトによってその端緒が開かれたものである。本地区の探査は、従来、海岸地域の鉛-重晶石脈鉱床を中心に注がれていた探査活動に対して、内陸部の卑金属脈鉱床の賦存可能性をアピールするものであり、今後の調査には大きな期待が持たれる。

(3) Mrina-Jombo地区

Kiruku Hill 区域での、今後の積極的な探鉱の必要性は小さいと考えられる。

研究的調査としては、Kiruku Hill 珪化岩中のNb, REE鉱物の存在形態や二次富化の有無を調査しておくことが望ましい。また、珪化作用をもたらした熱水作用について、その分布と地質、構造との関係を広域的に調査し、各種の熱水性鉱床の可能性を検討する事も、本地区に残された課題の一つであろう。

目 次

はしがき

調査地域位置図

要 約

第I部 総 論

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3年次調査への提言	3
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	4
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	8
2-1 地形及び水系	8
2-2 気候及び植生	9
第3章 一般地質	10
第4章 調査結果の総合検討	13
4-1 地質構造, 鉍化作用の特性と鉍化作用	13
4-2 鉍床賦存のポテンシャル	13
4-3 地化学異常と鉍化作用との関係	14
第5章 結論及び提言	15
5-1 結 論	15
5-2 提 言	16

第II部 各 論

第1章 Jibana 地区	19
1-1 調査方法	19
1-2 地 質	19
1-3 ボーリング調査結果	24
1-4 鉍石分析結果	29
1-5 考 察	29
第2章 Ribe 地区	30
2-1 調査方法	30
2-2 地 質	30
2-3 ボーリング調査結果	35
2-3-1 概 要	35
2-3-2 Chiume Hill 鉍化帯ボーリング調査結果	36
2-3-3 Ribe鉍化帯ボーリング調査結果	38
第3章 Mkangombe 地区	45
3-1 調査方法	45
3-2 地 質	45
3-3 ボーリング調査結果	50
3-4 鉍石分析結果	57
3-5 考 察	57
第4章 Mrima-Jombo 地区	59
4-1 調査方法	59
4-2 地質調査結果	59
4-3 地化学探査結果	63
4-4 考 察	79

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結論	83
第2章 提言	84

参考文献

卷末資料

F I G U R E S

	Page
Figure 1	Index Map Of Kenya Showing Location of Mombasa Area
Figure 2	Location Map of Phase III Survey Area
Figure 3	Generalized Geological Map of the Mombasa Area 1 1
Figure 4	Geological Sequence of the Mombasa Area 1 2
FigureII-1-1	Geological Map of the Jibana Area 2 1
FigureII-1-2	Location Map of the Drill Holes, Jibana Area 2 5
FigureII-1-3	Geological Sections along the Drill Holes, Jibana Area..... 2 6
FigureII-2-1	Geological Map of the Ribe Area 3 1
FigureII-2-2	Mineralized Zones in the Ribe-Jibana Area 3 4
FigureII-2-3	Location Map of the Drill Hole and Geological Section along the Drill Hole, Chiume Hill Mineralized Zone, Ribe Area 3 7
FigureII-2-4	Location Map of the Drill Holes, Ribe Mineralized Zone, Ribe Area 3 9
FigureII-2-5	Geological Sections along the Drill Holes, Ribe Mineralized Zone, Ribe Area 4 0
FigureII-3-1	Geological Map of the Mkangombe Area 4 7
FigureII-3-2	Quartz Vein Zone in the Mkangombe Area 4 9
FigureII-3-3	Location Map of the Drill Holes, Mkangombe North Mineral Showing ... 5 1
FigureII-3-4	Geological Sections along the Drill Holes, Mkangombe North Mineral Showing 5 3
FigureII-3-5	A Sketch of Ore Vein Intersected in the DDH MJKM-8 5 4
FigureII-3-6	A Sketch of Ore Vein Intersected in the DDH MJKM-9 5 6
FigureII-4-1	Geological Map of the Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area 6 0
FigureII-4-2	Cumulative Frequency Curves and Partition of Populations, Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area 6 6
FigureII-4-3	Geochemical Interpretation Map of the Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area 7 7

TABLES

	Page
Table 1	Amount of Geochemical Works and Drilling Works 5
Table 2	Amount of Drilling Works 5
Table 3	Amount of Laboratory Works 6
Table 4	Member List of Programming/Negotiation/Coordination Teams 6
Table 5	Member List of the Field Survey Team 7
Table 6	Monthly Average Maximum Air Temperature, Minimum Air Temperature and Rainfall in Coast Province, Kenya 9
Table II-1-1	DDH in the Jibana Area 2 4
Table II-1-2	Results of the Chemical Analysis of Drill Core Samples, Jibana Area 2 9
Table II-2-1	DDH in the Ribe Area 3 6
Table II-2-2	Results of the Chemical Analysis of Drill Core Samples, Ribe Area ... 4 4
Table II-3-1	DDH in the Mkangombe Area 5 0
Table II-3-2	Results of the Chemical Analysis of Drill Core Samples, Mkangombe Area 5 7
Table II-4-1	Result of the Chemical Analysis of Rock Samples 6 2
Table II-4-2	Analytical Procedures 6 4
Table II-4-3	Statistics of Geochemical Data 6 5
Table II-4-4	Threshold and Number of Anomalous Samples 7 2
Table II-4-5	Correlation Coefficients 7 4
Table II-4-6	Summary of Principal Component Analysis 7 5

PLATES

- PL. 1 Geological Map and Sections of the Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area
- PL. 2 Location Map of Tested Samples in the Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area
- PL. 3 Geochemical Interpretation Map of the Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area(1)
— Au, Ba, Sr, Fe, Mn, P
- PL. 4 Geochemical Interpretation Map of the Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area(2)
— Nb, La, Ce, Nd, Sm, Eu
- PL. 5 Geochemical Interpretation Map of the Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area(3)
— Y, U, Th, Tb, Yb, Lu
- PL. 6 Location Map of Mineral Occurrences and Summarized Geochemical Anomalies in the Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area

APPENDIXES

	Page
1. Microscopic Observation of Rocks in Thin Section(1) —Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area	A-1
2. Microscopic Observation of Rocks in Thin Section(2)—Drill Core Samples	A-11
3. Microscopic Observation of Ores in Polished Section—Drill Core Samples	A-19
4. Summary of X-ray Diffraction(1)—Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area	A-24
5. Summary of X-ray Diffraction(2)—Drill Core Samples	A-25
6. Chemical Analysis of Rock samles —Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area ...	A-26
7. Chemical Analysis of Ore samles —Drill Core Samples	A-27
8. Chemical Analysis of Soil samles —Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area ...	A-28
9. Geological Log of Diamond Drill Hole, MJKM-1	A-40
10. Geological Log of Diamond Drill Hole, MJKM-2	A-41
11. Geological Log of Diamond Drill Hole, MJKM-3	A-42
12. Geological Log of Diamond Drill Hole, MJKM-4	A-43
13. Geological Log of Diamond Drill Hole, MJKM-5	A-44
14. Geological Log of Diamond Drill Hole, MJKM-6	A-45
15. Geological Log of Diamond Drill Hole, MJKM-7	A-46
16. Geological Log of Diamond Drill Hole, MJKM-8	A-47
17. Geological Log of Diamond Drill Hole, MJKM-9	A-48
18. Progress of Drilling Survey	A-49
19. Summary of Drilling Results	A-50
20. Drilling Progress by Hole	A-51
21. Drilling Equipments	A-56
22. Amount of Consumed Materials and Diamond Bits	A-57

第 I 部 總 論

第1章 序 論

1-1 調査の経緯

本調査は、金属鉍業事業団とケニア共和国環境天然資源省(Ministry of Environment and Natural Resources: MENR)及び鉍山地質局(Mines and Geological Department: MGD)との間で1990年3月13日付で署名されたScope of Workに基づいて実施された資源開発協力基礎調査(資源調査)の第3年次調査として実施されたものである。

第1年次調査は、プロジェクト地域(Figure 1 参照)の地質情報を収集し、これらを総括してモンバサ地域の地質的背景を把握し、この地域の鉍床ポテンシャルを評価すると同時に、鉍徴地調査及び地化学探査を実施することによって、当該地域内の鉍徴地の性状を把握することを目的として実施された。

第2年次調査は、第1年次調査結果に基づいて選ばれたGanze, Jibana, Ribe, Mkangombe, Mrima-Jomboの5地区(Figure 2参照)に対して、地質調査及び地化学探査を行うことによって、それぞれの地質構造及び地化学特性を解明し、鉍床・鉍化帯の賦存状況を把握することを目的として実施された。

本年度第3年次調査は、第2年次調査で分布が明らかにされた鉍徴、鉍化帯、地化学異常帯に対して地化学探査またはボーリング調査を実施し、地表及び地下深部での鉍化状況を確認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

第2年次調査の結論は次のとおりである。

(1) Ganze 地区

地質調査及び地化学探査の結果によれば、本地区には、更に高次の探鉍を考慮すべき明瞭な鉍化示徴は認められなかった。

(2) Jibana地区

断続した“焼け”及び弱変質砂岩からなるJibana鉍化帯(幅約100m, 延長約2km)が確認された。“焼け”部からの4試料の化学分析結果では、貴金属及び卑金属の目立った濃集はみられなかった。

地化学探査の結果、Jibana鉍化帯の一部に鉍化を反映したとみられるPb異常(84~142ppm)が抽出された。このほかにKambe層石灰岩地帯の鉄質コンクリーションに伴われて濃集したと見ら

れるPb, Znの異常, Mtomkuu層中の銅含有量の高い頁岩を反映したとみられるCu異常, Mazeras層中部層砂岩中の南北に伸びたBa, Sの重複した異常などが抽出されたが, 前2者は鉍化作用を直接反映するものではなく, また, 後者については鉍化作用との関係は明らかではない。

(3) Ribe 地区

Ribe 地区近傍には, 現在稼行中のKinagoni鉛鉍床や Chiume Hill鉍化帯などの鉍床・鉍徴が分布し, 地区内にはChangombe North 及び同South 鉍徴が分布する。一方, 本地区は地質構造的に断層が著しく発達しており, 鉍脈型鉍床が胚胎するのに好ましい場を提供している。これらの既知鉍床・鉍徴の分布や地質構造的な特徴から, Ribe地区は鉍床賦存可能性の非常に高い地域であると判断される。これを裏付けるかのように, 今回の調査の結果Ribe鉍化帯が発見された。

Ribe鉍化帯の変質岩試料の化学分析結果は, 概して有用金属の高い濃集を示さないが, 地表での風化溶脱に起因する可能性がある。

地化学探査では, Changombe North 及びSouth 鉍徴を反映するAg(0.2~3.3ppm), Pb(88~718ppm), Zn(766ppm)の異常が抽出された。

(4) Mkangombe地区

Mkangombe North 鉍徴は断層規制を受けた銅-鉛-亜鉛-石英脈鉍徴である。鉍脈の走向・傾斜はN25°~30°E・55°~70°SEで, 走向延長300m以上, 幅20cm-1.5m以上を示す。本鉍徴での貴金属の濃集は今回確認されていない。

Mkangombe North 鉍徴と同South 鉍徴を結ぶN45°E方向の地帯には, 石英脈の露頭や転石が多数分布し, 延長10km以上に達する石英脈鉍化帯が形成されている。

地化学異常は散点状で, 鉍化帯を直接反映したような異常帯は抽出されなかった。これは, 鉍化による母岩の変質が局所的であること, 及び土壌試料採取間隔が広いことに起因すると考えられる。

(5) Mrima-Jombo地区

貴金属及び卑金属鉍化作用の地表徴候は確認されず, また, Au, Pb, Znの地化学異常もカーボナタイト, アグロメレート岩体の分布を反映したものとみられることから, 本地区での貴金属及び卑金属鉍床の賦存可能性は低いと考えられる。

ニオビウム・希土類鉍化作用については, Mrima Hillの他, Kiruku Hillにも地化学異常が認められ, 同鉍化作用がKiruku Hillにも行なわれている可能性が示唆された。Kiruku Hillと同様の地質が分布するNgulukuにも同鉍化が期待され得る。また, Mrima Hill北方のフェン岩化岩体は, 岩体下部に潜頭カーボナタイトが存在している可能性を示している。

1-2-2 第3年次調査への提言

第3年次調査への提言は次のとおりである。

(1) Ganze, Jibana, Ribe の北部三地区では, Jibana 鈹化帯から Kinagoni 鈹山を経て Changombe 鈹徴に至る地帯に, 鈹床賦存の可能性が最も高い。この地帯のうち, 明瞭な鈹化変質がみられる Ribe 鈹化帯や Chiume Hill 鈹化帯では既往調査によりボーリング調査が実施されていないこともあり, ボーリング調査を実施して深部の鈹況を把握することが望まれる。なお, ボーリングの位置選定のために, 事前に地質精査を行なうことも望まれる。

本地帯での新規鈹床の発見は, Kinagoni 鈹山の施設及び技術者の活用やまた同鈹山の延命につながることから, 地域経済への貢献に大きく寄与するものと考えられる。したがって, 本地帯は今年度調査地区の中で探鈹に最も力を注ぐべき地帯と言えよう。

(2) Mkangombe 地区では, 石英脈鈹化帯のうち鈹況が最も優勢で, 地表部の鈹況が明らかにされている Mkangombe North 鈹徴について, その深部の鈹況を確認するためのボーリング調査が望まれる

(3) Mrima-Jombo 地区では, Kiruku Hill のニオブウム・希土類地化学異常について, その水平的, 垂直的広がりや鈹況を確認するための地質・地化学精査(トレンチを含む)が望まれる。また, Kiruku Hill と同様の地質を有する Nguluku アグロメレート岩体についても, 同様の調査の実施が望まれる。

1-3 第3年次調査の概要

1-3-1 調査地域

モンバサ地域はケニア共和国南東部海岸地域の面積約9,000km²の範囲である (Figure 1参照)。

Figure 2に各年次調査地区を示す。調査地区はすべてCoast Provinceに属しており, このうち, 今年次調査地区の北部2地区(Jibana, Ribe)はKilifi district に, 南部2地区(Mkangombe, Mrima-Jombo)はKwale districtに含まれる。

調査地区内の道路網の発達は良く, モンバサから舗装道路及び未舗装道路を通して, すべての調査地区に, 約1.5時間以内で到達することができる。

1-3-2 調査目的

本調査は, モンバサ地域において地質状況及び鈹床賦存状況を解明することにより, 新鈹床を発見すること, 及び調査の実施を通じて相手国機関に技術移転を図ることを目的とする。本年次

の調査は、第1年次、第2年次調査結果から選ばれた地区に対する、地化学探査とボーリング調査からなる。

地化学探査は、Mrima-Jombo 地区でアグロメレート（火道角礫岩）が分布するKiruku Hill 区域及びNguluku Hill区域において、Nb, REEの賦存状況を明らかにすることが重点課題とされた。

ボーリング調査は、Jibana, Ribe, Mkangombe 地区で確認された銅、鉛、亜鉛などの卑金属鉱化を示す鉱徴、鉱化帯に対して、地下深部の鉱化状況を確認することが重点課題とされた。

1-3-3 調査方法

地化学探査をMrima-Jombo 地区のKiruku Hill 区域及びNguluku Hill区域で、また、ボーリング調査をJibana, Ribe, Mkangombe 地区で実施した。

調査内容及び数量をTable 1 ~Table 3 に示す。

地化学探査は土壌を対象とし、試料採取パターンは100m×100mグリッドである。土壌試料は、B層から採取され、天日乾燥後-80 メッシュに篩別されたものが分析用試料となった。現地調査に当たっては縮尺1/5,000 の拡大地形図を用いた地質踏査も並行して行われ、結果は1/5,000 地質図及び断面図としてまとめられた。

ボーリング調査はNQまたはBQ口径のワイヤーライン工法によって行われた。採取されたコアは鑑定後、縮尺1/200 の柱状図にまとめられた。

1-3-4 調査団の編成

本年次調査に対する計画及び折衝、現地調査への参加者をTable 4,5 に示す。

1-3-5 調査期間

現地調査団の日程の概略は次のとおりである。

移動	平成4年 9月22日～	平成4年 9月25日
表敬、打合せ、移動	平成4年 9月25日～	平成4年 9月28日
機材移動、調査準備	平成4年 9月27日～	平成4年10月 8日
地化学探査	平成4年10月 1日～	平成4年10月13日
ボーリング調査	平成4年10月 9日～	平成5年 1月24日
整理作業、打合せ及び移動	平成5年 1月25日～	平成5年 2月 1日
中間報告及び帰国挨拶	平成5年 2月 2日～	平成5年 2月 7日
移動	平成5年 2月 8日～	平成5年 2月11日

Table 1 Amount of Geochemical Works

Name of Area	Area Surveyed (km ²)	Number of Soil Samples collected
Kiruku	4	400
Nguluku	2	200
Mrima		6 (for comparison)
Total	6	606

Table 2 Amount of Drilling Works

Name of Area	Hole No.	Direction	Inclination	Hole Length
Jibana	MJKM-1	N 70° W	-50 °	150.00m
	MJKM-2	N 68° W	-50 °	150.00m
	MJKM-3	N 53° W	-50 °	150.00m
Ribe	MJKM-4	N 82° W	-50 °	150.00m
	MJKM-5	S 75° W	-50 °	150.00m
	MJKM-6	S 75° W	-50 °	150.00m
	MJKM-7	S 75° W	-50 °	150.00m
Mkangombe	MJKM-8	N 63° W	-65 °	100.00m
	MJKM-9	N 63° W	-65 °	100.00m
Total	9 holes			1250.00m

Table 3 Amount of Laboratory Works

Survey Method	Mode of Analysis	Amount
Geochemical Survey		
	Microscopic observation of rocks in thin section	10
	Chemical analysis	
	Rock (18 Elements : Au, Ba, Sr, Nb, Y, U, Th, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Fe, Mn, P)	10
	Soil (18 Elements : Au, Ba, Sr, Nb, Y, U, Th, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Fe, Mn, P)	606
	X-ray diffractometer analysis	16
Drilling Survey		
	Microscopic observation of rocks in thin section	10
	Microscopic observation of ores in polished section	10
	Chemical Analysis	
	Ore (6 Elements : Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Ba)	100
	X-ray diffractometer analysis	14

Table 4 調査計画及び折衝

日 本 側		ケニア共和国側	
山本 恭久	金属鉱業事業団ナイロビ事務所	C. Y. O. Owayo	鉱山地質局(MGD)
増田 信行	"	J. K. Wachira	"
牧野 浩二	国際協力事業団ケニア事務所	F. K. Muruga	"

Table 5 現地調査団

日 本 側		ケニア共和国側	
滝川 昭 (団長) 住鉱コンサルタント (株)		S. S. Hussein (Co-Leader) 鉱山地質局	
河田健二郎 (団員)	"	M. N. Mwangi (団員)	"
早川正史 (")	"	T. N. Ndola (")	"
上野孝志 (")	"	M. Masibo (")	"
福島幸雄 (")	"	E. Irura (")	"
丸山 賢 (")	"	J. A. Lichina (")	"
		P. O. Okelo (")	"
		J. O. Kitinya (")	"
		B. Owade (")	"
		M. C. Nyang'ara (")	"
		J. K. Nzinga (")	"
		M. M. Muhea (")	"
		J. E. Simwa (")	"
		L. Anyika (")	"
		A. K. Aura (")	"

第2章 調査地域の地理

2-1 地形及び水系

各地区別に記す。

Jibana地区： 地区南東部のMtomkuu 層分布地域は、標高約50～150mの丘陵地を構成し、それ以外の地域は、やや起伏の多い標高約 150～300 mの丘陵性山地となっている。地区内最高点は標高309.6 mである。地区内水系の大部分はMtomkuu 川水系に属し、南または南東方向へ流下するものが多い。

Jibana地区の各試錐地点は、Mwanai川流域の平坦地から西側の丘陵性山地に移り変わるあたりに位置し、標高110m～140m程度を示す。

Ribe地区： 標高約50～200 mの丘陵性山地地形を示す。地区北半部は主にTsalu 川の水系に、南半部はKombeni 川の水系に属する。Kombeni 川本流は地区西端部付近を蛇行して南流しており、明瞭な谷地形を形成している。

Ribe地区の各試錐地点は、丘陵性山地が海岸側の丘陵地に下る比較的急な斜面の末端付近に位置している。

Mkangombe 地区： 標高約150 ～250 mの起伏の乏しい丘陵地地形を呈す。水系は、北部がDuma川水系に、南東部がMbadzi川水系に、南西部がRamisi川水系に属する。本地区の河川は、乾季には水流がほとんど見られなくなる。

試錐地点付近の地形はかなり平坦であるが、各所に比高2 mほどの溜れ沢が入り込んでいる。

Mrima-Jombo 地区： 標高約50～150 mの丘陵地地形部と、その中に明瞭な孤立丘として突出するMrima Hill, Jombo Hill, Kiruku Hill などからなる。地区内最高点は、Jombo Hillの標高462.3 mである。水系の発達が悪く、明瞭な河川としては地区北端部付近を東流するRamisi川がみられるのみである。Nguluku Hillも規模は小さいが、明瞭な孤立丘地形を有している。

2-2 気候及び植生

ケニア海岸地方の月平均最高気温、月平均最低気温及び月平均降雨量をTable 6 に示す。

Table 6 月平均気温及び月平均降水量

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均最高温度 (°C)	32	32	33	31	29	29	28	28	29	30	31	32
平均最低温度 (°C)	23	24	24	24	23	21	21	21	21	22	23	24
平均降雨量 (mm)	17	10	30	108	149	54	34	47	46	62	66	32

北部2地区及びMrima-Jombo 地区は高温多湿の条件下にあって、かつては森林に覆われていたとみられるが、現在、森林の耕地化が進んでおり、ココナツ、カシューナツ、トウモロコシ、マンゴー、稲などの栽培が盛んである。Mrima Hill, Jombo Hillには濃密な熱帯性森林が保存されている。Mkangombe 地区は、半乾燥気候下にあり、アカシア属の低木やサボテン、棘の密生した小木などがブッシュを形成している。耕地化されたところでは、主としてトウモロコシが栽培されている。

第3章 一般地質

本プロジェクト地域の概略地質図をFigure 3に、また、地質模式層序図をFigure 4に示す。

当地域の地質は、先カンブリア紀から第四紀にかけての地層からなり、堆積岩類、火成岩類、変成岩類及び未固結堆積物によって構成される。主要な地層単元は、モンバサ地域の北西地区に分布するモザンビーク系、モンバサ地域の大半を占める古生界及び中生界、海岸地帯の第三系とそれより若い堆積物である。

モザンビーク系は片麻岩及び片岩からなる変成岩類を主としている。二疊紀の古生界は、本地域西部に分布している。この古生界及びその上位にのる三疊系は、一連の砂岩及び頁岩からなる。一方、ジュラ系（Kambe 層及びMtomkuu 層）は海成石灰岩及び頁岩からなる。本地区の二疊系～三疊系（Druma 層群；Taru層、Maji-ya-Chumvi層、Mariakani 層及びMazeras 層下部層）は南アフリカのカルー系に対比されるが、他の地域のカルー系と比較して一般により細粒であり、他の地域のカルー系を特徴づける堆積盆縁辺部での構造運動に起因して繰り返し現れる粗粒堆積物が欠如している。層相変化は西から東に向かっての変化よりも南西から北東への変化の方が顕著である。第三系及び更新世の堆積物は非火山性であり、沿岸部に分布している。海岸に沿う隆起珊瑚礁は更新世のものである。

本地域の古生代及び中生代堆積物中の貫入岩類は少数である。Jombo Hill及び近隣の丘陵で見出される貫入岩類はアルカリ岩であるが、Mrima Hillにはカーボナタイトが貫入している。

海岸線と平行する断層がNNE-SSW からNE-SW の方向に発達している。これらのうち、主要なものはKaroo-Jurassic 境界断層と呼ばれて、Mazeras 層砂岩とKambe 層石灰岩との境界をなし、海岸に沿って長く伸びている。これらの断層を横断する方向の断層及び断裂も良く発達し、それらの多くはKaroo-Jurassic 境界断層より若い。

Kinangoni 鉱床に代表される鉛-亜鉛-重晶石の鉱化は、NNE-SSW からNE-SW 方向の断層に規制されており、この種の鉱化は、鉛、亜鉛、重晶石及び関連元素の主要な地化学異常と同様に、この海岸線に平行するKaroo-Jurassic 境界断層の近傍に分布している。Mkangombe North 鉱徴は、断層規制を受けた銅-鉛-亜鉛石英脈からなり、NNE-SSW 方向に伸長する。

Nb, REE鉱化は、Mrima HillのカーボナタイトとKiruku Hill の珪化岩中にみられる。

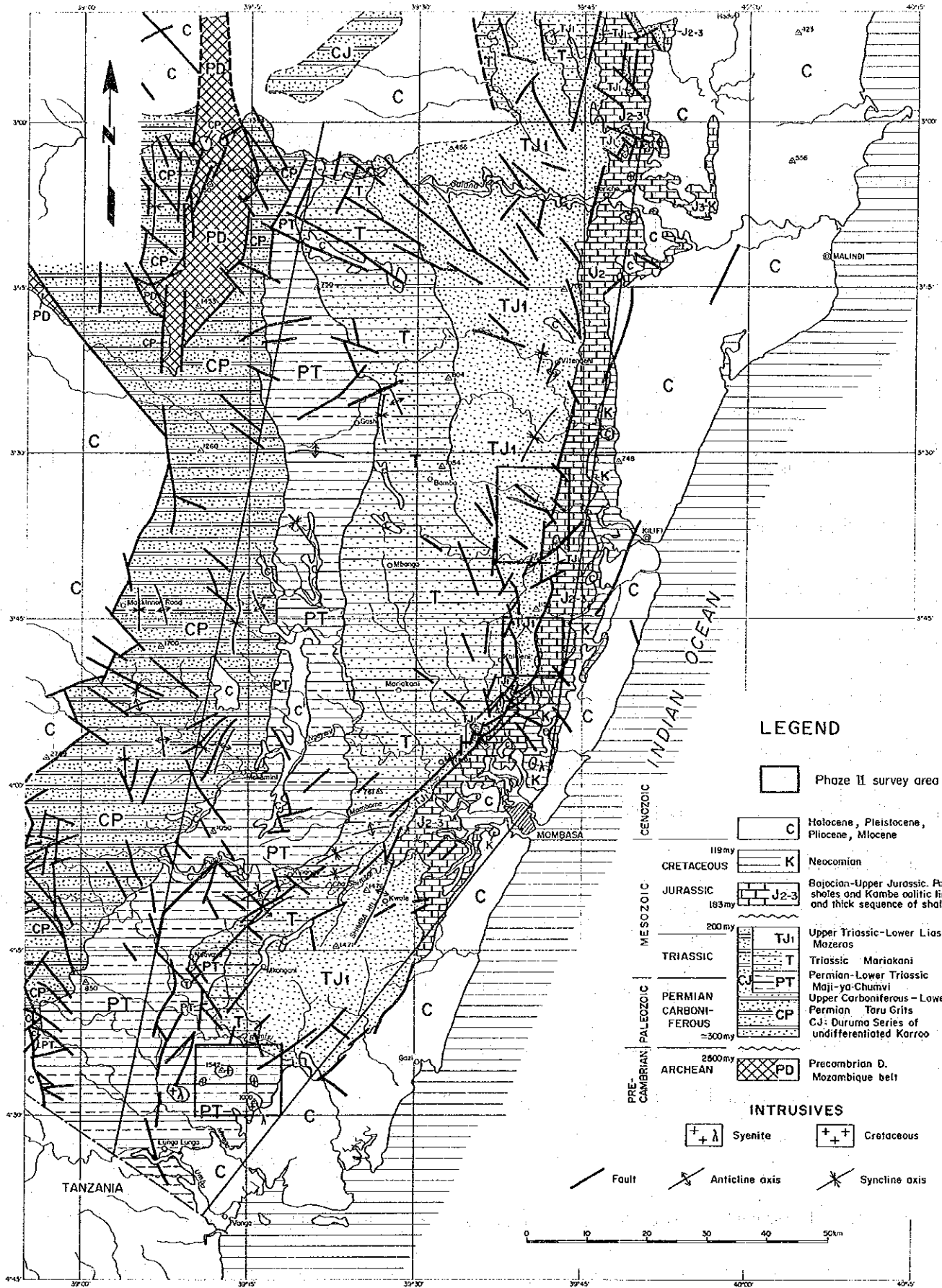


Figure 3 Generalized Geological Map of the Mombasa Area

ERA	PERIOD/SUB-PERIOD		AGE (Ma)	LITHOLOGY	STRATIGRAPHY	TECTONIC EVENTS	MINERAL OCCURRENCES
Ceno- zoic	Quater- nary	Holocene	0.01				
		Pleisto- cene					
	Neo- gene	Pliocene	1.64	sands	Magarini Fm.	Faulting	
		Miocene		ss, (sh/marl)	Marafa Fm.		
				ss, (ls/sh)	Baratum Fm.		
Meso- zoic	Creta- ceous	Senonian	65		Mtomkuu Fm.	Alkaline igneous intrusion Faulting	Mkang'ombe, Mkundi: Pb-Zn-Cu +++++ Mrima Hill: Niobium/ Rare earths
		Gallic	89				
		Neocomian	119				
	Jurassic	Malm	146	ls, (sh)	Kambe Fm.	Major faulting Up-doming	
		Dogger	157				
		Lias	178				
			183				
	Triassic	Tr3 Tr2 Scythian	20 208	ss(cs, gd)	Mazeras Fm.	Subsidence	
				ss, sh	Mariakani Fm.		
	Paleo- zoic	Permian	Zechstein Rotliegen. Pennsylv.	245	sh, silt st	Maji-ya- Chumvi Fm.	
				grits	Druma Group (Karroo) Taru Fm.		
Carbon- iferous			290				
Devonian			300				
362.5							
Precam- brian	Archean		408.5				
			439.0				
			510				
			570				
			2,500		gneisses schists etc.	Mozambique Belt	Mozam- biquian orogeny

Figure 4 Geological sequence of the Mombasa area

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

第3年次調査地区の探査対象は、次のとおりである。

- ①金、銀を伴う卑金属鉱脈鉱床：Jibana, Ribe, Mkangombe 地区
- ②Nb, REE 鉱床：Mrima-Jombo 地区のKiruku Hill, Nguluk Hill 区域

卑金属鉱脈鉱床は、Kinagoni 鉱床を代表とする鉛-亜鉛-重晶石鉱脈とMkangombe North 鉱徴にみられる銅-鉛-亜鉛-石英鉱脈に区分され、いずれも海岸線に略平行したNNE-SSW からNE-SW 方向の断層(帯)によって明瞭に規制されている。熱水変質は、前者で顕著であるが後者では不明瞭である。関係火成岩は、前者では明らかではないが、後者ではランプロファイア-岩脈の可能性はある。

Mrima HillのNb, REE 鉱床は、カーボナタイトが風化してできた風化残留型鉱床で、カーボナタイト中に含まれるパイロクロアやモナザイト、さらに二次的に生じたゴルサイクサイトなどにより富化したものである。Kiruku Hill に見出されたNb, REE 鉱化は、これとは異なり、NW-SE からWNW-ESE 方向の断層に沿って生じた熱水活動による珪化岩帯の形成に伴われて、Nb, REEその他の貴金属、卑金属元素が濃集したものとみなされる。第2年次調査では、Kiruku Hill のNb, REE 鉱化はアグロメレートに伴われている可能性が示唆されたが、今年次調査の結果、アグロメレートとの直接的関係は乏しいと判断された。

4-2 鉱床賦存のポテンシャル

卑金属鉱脈鉱床では、Mkangombe 地区のポテンシャルが高い。今年次ボーリング調査の結果、Mkangombe North 卑金属石英脈鉱徴は、地下深部の鉱況が地表部鉱況より優勢である事が判明し、地下深部での鉱床賦存可能性が高まった。MJKM-8孔で出現した、厚さ24cmの塊状閃亜鉛鉱脈は、経済的鉱床が付近に賦存する可能性が小さくない事を示す有力な証拠と考えられる。また同時に実施された石英脈鉱化帯の地質踏査では、Mkangombe South 鉱徴付近で、銅鉱物を含む石英脈の露頭及び転石が新たに発見され、石英脈鉱化帯内の鉱床賦存可能性が高められた。

Ribe及びJibana地区では、ボーリングの結果、珪化、黄鉄鉱化を受けた岩石や重晶石、黄鉄鉱の細脈が捕捉された。鉱床に直接結び付くような結果ではなかったが、両地区における断層や熱水変質の発達は、地区全体としては、鉱床賦存可能性が依然高いことを示している。

Kiruku Hill のNb, REE 鉱化は、珪化岩に伴われており、カーボナタイトに伴われるMrima Hill

のNb, REE鉱床より品位と広がり小規模である事が明かとなった。珪化岩に伴われたKiruku HillのNb, REE鉱化作用は、次の諸点で鉱床の形成に対して不利であると考えられる。

- ① 鉱化範囲が珪化岩帯に規制され小規模である。
- ② 珪化岩であることから風化抵抗性が強く、風化の発達による二次富化の可能性が小さい。
- ③ 細粒緻密な珪化岩であり、Nb, REE鉱物の存在状態によっては選鉱による鉱物の抽出が困難な可能性がある。

今回の調査によりKiruku HillのNb, REE鉱床の賦存可能性は小さい事が判明したが、熱水作用に伴うNb, REEほか貴金属、非金属の濃集作用の発見は、これらの熱水性鉱床が形成される可能性を示しており、地域全体としては、Nb, REEほか第2年次調査では否定的であった貴金属、卑金属の熱水性鉱床の賦存可能性も含めて検討する余地がある事を示している。

4-3 地化学異常と鉱化作用の関係

Nb, REEの地化学異常は Kiruku Hill区域のみで捕捉された。

地化学異常は、山頂部地化学異常と北東部地化学異常の2箇所に分かれる。それぞれで異常を示す元素は、次のとおりである。

山頂部地化学異常の元素：Au, Nb, Y, Th, Tb, Yb, Lu, Eu

北東部地化学異常の元素：Ba, Sr, U, La, Ce, Nd, Mn, P, (Fe)

両異常に発現の元素：Sm, (Fe)

両地化学異常域には珪化岩の分布が知られている。山頂部地化学異常は、山頂部珪化岩帯（幅150～250m、延長約800m）に分布範囲とNW-SEの分布方向が良く一致している。NW-SEからWNW-ESE方向を示す北東部地化学異常には、分布の方向性や範囲は不明瞭ながら、北東部珪化岩帯が対応するとみられる。

両地化学異常、山頂部珪化岩帯は、NW-SEからWNW-ESEの方向性を示すが、この方向は、地域の断層の方向に一致しており、鉱化作用に対する断層構造の影響が窺える。

第5章 結論及び提言

5-1 結 論

第3年次調査の結論は、次のとおりである。

(1) Jibana地区

ボーリング調査対象となった地表部の“焼け”やPb地化学異常に対応するものは、黄鉄鉱染を受けた断層破碎帯やMazeras 層の砂岩、シルト岩であった。これらの“焼け”や地化学異常は、黄鉄鉱を含む破碎帯粘土や岩石が風化して行く過程で、鉄分や重金属成分の残留と濃集が起こって生じたものと考えられ、鉛-亜鉛-重晶石脈鉱床の存在を直接示すものではないと判断される。

(2) Ribe地区

Chiume Hill 鉱化帯は、ボーリングの結果、露頭・転石の分布に見られるように、小規模で下部に連続していないと考えられる。

Ribe鉱化帯ボーリングでは、地表の珪化岩露頭に対応する黄鉄鉱染を受けた珪化岩のほか、黄鉄鉱染の著しい多くの断層破碎帯を捕捉したが、肉眼的有用鉱物としては、珪化岩の開口亀裂中に重晶石細脈（幅5mm以下）が広く見られたのみであった。これら断層構造及び珪化、黄鉄鉱化などの鉱化変質の発達と重晶石細脈の存在は、本鉱化帯が、鉛-亜鉛-重晶石脈型鉱化作用の場にあったことを示すものではあるが、閃亜鉛鉱や方鉛鉱を伴う脈の形成までには至っていないことが判明した。

(3) Mkangombe 地区

ボーリング調査の結果、Mkangombe North 卑金属石英脈鉱徴は、地下深部の鉱況が地表部鉱況より優勢であることが判明し、地下深部での鉱床賦存可能性が高まった。MJEM-8孔で出現した、石英を殆ど伴わない厚さ24cmの塊状閃亜鉛脈は、経済的に開発可能な鉱床が付近に賦存する可能性が小さくないことを示す有力な証拠と考えられる。また今回、同時に実施された石英脈鉱化帯の地質踏査では、Mkangombe South 鉱徴付近で、銅鉱物を含む石英脈の露頭及び転石が新たに発見され、石英脈鉱化帯内の鉱床賦存可能性が高められた。

(4) Mrima-Jombo 地区

Kiruku Hill 区域

本区域では、Nb, REEほかの地化学異常が捕捉された。地化学異常は、山頂部地化学異常と北東

部地化学異常の2箇所に分かれ、両地化学異常域には珪化岩が分布する。地化学異常は珪化岩帯と、分布範囲や分布方向の一致がみられ、Kiruku Hill 区域のNb, REEの鉍化は、珪化に伴われている可能性が高く、岩石分析結果もこれを支持する。地化学異常、珪化岩帯の方向は、地域の断層の方向に一致しており、鉍化作用に対する断層構造の影響が窺える。これらの点からKiruku HillのNb, REE鉍化は、NW-SE からWNW-ESE 方向の断層に沿って生じた熱水活動による珪化岩帯の形成に伴われて、Nb, REEその他の貴金属、卑金属元素が濃集したものとみなされる。第2年次調査では、Kiruku Hill のNb, REE鉍化はアグロメレートに伴われている可能性が示唆されたが、今年次調査の結果、アグロメレートとの直接的関係は乏しいと判断された。

Kiruku Hill のNb, REE鉍化は、品位と広がりの中でMrima Hillの鉍床より小規模であるが、これは、珪化岩に伴われるKiruku Hill の鉍化とカーボナタイトに伴われるMrima HillのNb, REE鉍化の違いを反映している可能性が高い。

Nguluku Hill区域

Nb, REEの鉍化作用を示唆するような地化学異常は得られなかった。

5-2 提 言

上述の結論から将来の調査として、下記の調査を提案する。

(1) Jibana地区

現時点で継続した調査を考えるべき鉍徴はない。

Jibana地区の黄鉄鉍鉍染岩石は、鉛-亜鉛-重晶石鉍脈鉍床の存在を直接に示すものではないが、Karoo-Jurassic 境界断層周辺での鉍化に関連した熱水活動により生じたものと見られることから、本地区が依然、鉍床賦存の可能性を有する地域であることを示しており、新たな鉍徴を見出だす調査は、今後も必要とされよう。今後の本地区調査に当たっては、黄鉄鉍鉍染岩石の風化による“焼け”と鉍床の風化による“焼け”との区別が重要であり、そのためには、ボーリング調査に先だって地質、地化学調査を精密に実施し、珪化や鉍化細脈の有無、地化学異常の種類と規模などを十分に吟味する必要がある。

(2) Ribe地区

Chieme Hill 鉍化帯は、鉍化帯規模が地表部、地下延長部共に小規模で連続性を欠くことが判明したので、今後の調査は不要と判断される。

Ribe鉍化帯は、3本のボーリング結果により、今後の調査は不要と判断される。しかしながら本鉍化帯周辺には未調査の珪化帯が散在しており、Ribe地区は鉍床賦存の可能性を依然有する地

域であるとみられることから、今後も、新たな鉱徴を見出だす調査は必要とされよう。今後の本地区調査に当たっては、不毛の珪化帯をボーリング調査対象から除く必要があり、そのためには、ボーリング調査に先だって地質、地化学調査を精密に実施し、有用金属の有無を十分に吟味する必要がある。

(3) Mkangombe 地区

今回着鉱した2本のボーリング孔は、僅か30m程しか離れておらず、探査した深度はいずれも地表下60m程度であり、このことは、Mkangombe North 鉱徴の極めて限られた部分しかボーリング探査されていないことを示している。本鉱徴の本格的探鉱は今後に残されていると言え、今後は、鉱脈全長を対象とした複数深度での、深部鉱況を調査するボーリングが望まれる。

石英脈珪化帯については、今後、精査未実施地域の地質精査を実施してトレンチやボーリング調査の対象を見出だし、鉱床発見へと結び付けて行くことが望まれる。

Mkangombe 地区の探査は、本プロジェクトによってその端緒が開かれたものである。本地区の探査は、従来、海岸地域の鉛-重晶石脈鉱床を中心に注がれていた探査活動に対して、内陸部の卑金属脈鉱床の賦存可能性をアピールするものであり、今後の調査には大きな期待が持たれる。

(4) Mrima-Jombo 地区

Kiruku Hill のNb, REE 鉱化は、カーボナタイトの風化によって富化したMrima HillのNb, REE 鉱床とは成因が異なる可能性が高く、品位、広がりもMrima HillのNb, REE 鉱床より小さいことから、今後の積極的な探鉱の必要性は小さいと考えられる。

研究的調査としては、Kiruku Hill のNb, REE 鉱化は、珪化作用に伴われた特殊な鉱化作用である可能性が高いことから、珪化岩中のNb, REE 鉱物の存在形態や二次富化の有無を調査しておくことが望ましい。また、珪化作用をもたらした熱水作用について、その分布と地質、構造との関係を広域的に調査し、熱水性鉱床の可能性を検討することも、本地区に残された課題の一つであろう。

第Ⅱ部 各 論

第1章 Jibana地区

1-1 調査方法

ボーリング調査3孔、計451.40mを実施した。

1-2 地質

本地区の地表踏査は、第2年次準精査で実施されていることから、本項の記述は主にその結果による。

1-2-1 地質概説

本地区の地質図及び同断面図をFigure II-1-1に示す。

地質は三畳紀から白亜紀の堆積岩類からなる。地区西部から東に向かって、下位からMariakani層、Mazeras層、Kambe層、Mtomkuu層の各層が累重し、各地層は海岸線に沿ってほぼ南北に分布する。

(1) Mariakani層 (Mku)

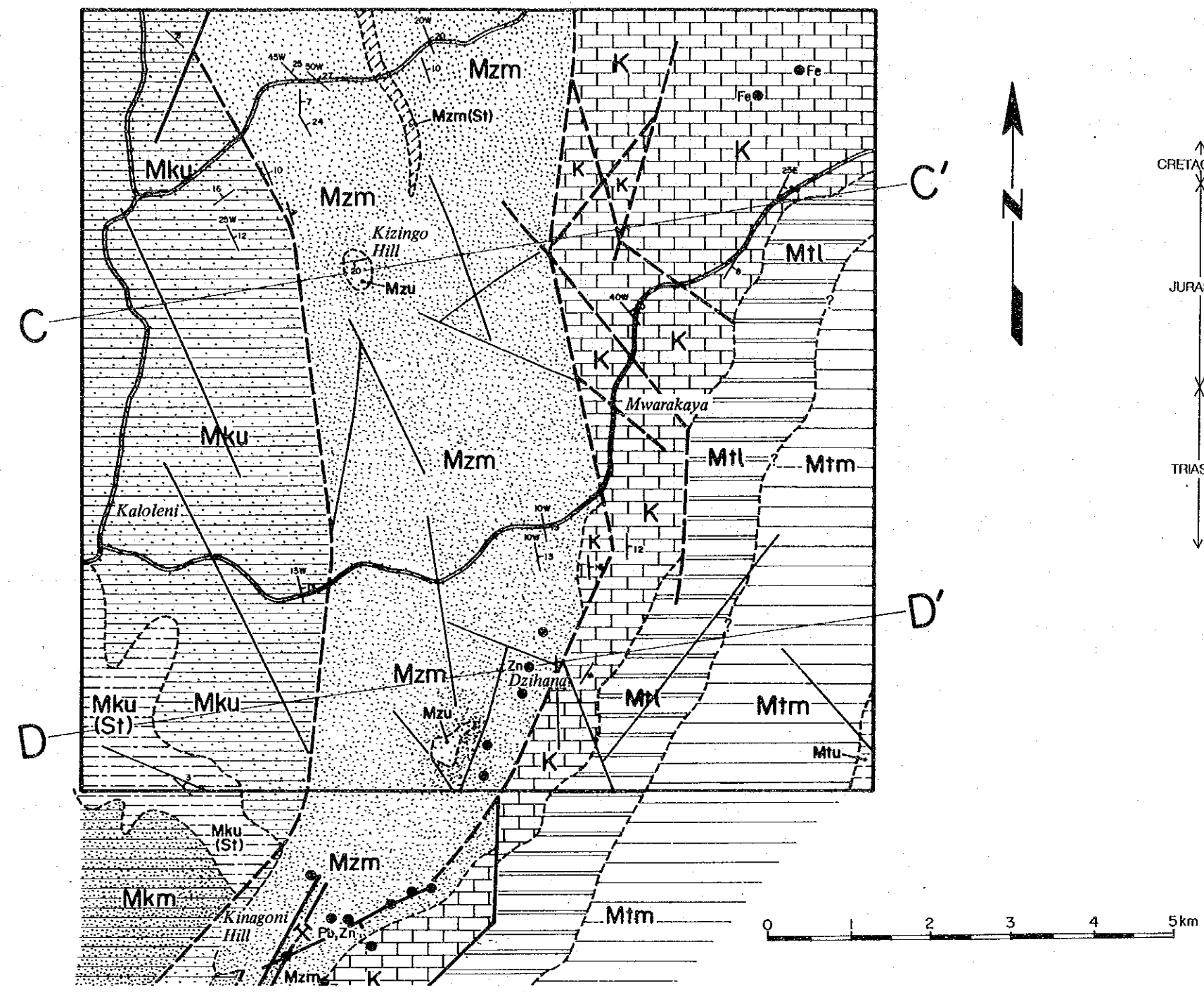
本地区にはMariakani層の上部層(Mku)が分布する。上部層は地区西部に露出し、幅2~3kmで南北に伸びた分布を示す。上位のMazeras層とは断層で境される。

本層は、砂岩及びシルト岩(Mku-St)から構成される。砂岩は、淡灰色~灰色、細粒~粗粒で斜交葉理の発達した岩相や雲母に富む岩相を含む。斜交葉理の発達は、Mazeras層ほどには顕著ではない。シルト岩(Mku-Sl)は地区南西端に分布する。本層の時代は三畳紀である。

(2) Mazeras層 (Mzm, Mzu)

本地区にはMazeras層の中部層(Mzm)と上部層(Mzu)が分布し、その主体は中部層である。上部層は中部層分布地の地形的高所に局所的に認められるにすぎない。本層は、地区中央部に東西幅約2.5~4kmの南北に伸びた分布をする。下位のMariakani層及び上位のKambe層とはNS系断層で境されている。

中部層(Mzm)は、砂岩及びシルト岩(Mzm-St)から構成される。砂岩は、淡灰色~灰色の粗粒砂岩を主とし、斜交葉理の発達が著しい。石英に富むものが多く、また、泥岩礫を含むものもしばしばみられる。Kinango Hill周辺の本層中に珪化木を産するが、その産出層準は本層最上部にあたる。シルト岩(Mzm-St)は、緑灰色~青灰色を呈し、非常に軟質で脆い。厚さは数mから数10mで、地区北部、Chasimba Hill付近の国道に数層の露出がみられる。地質図には、比較的厚いものを示した。地区中部及び南部にはシルト岩の分布は確認されていない。



LEGEND

CRETACEOUS	Mtu	Upper Member	Shales, subordinate limestones, l
	Mtm	Middle Member	Shales, subordinate limestones, l
	Mtl	Lower Member	Shales/siltstones/sandstones/limestones Sandstone, s; limestones, l
JURASSIC	K	KAMBE FORMATION	Limestones, (coral-rich, c; oolitic/plastic, o) subordinate shales/siltstones/sandstones
	Mzu	Upper Member	Sandstones/arkoses
	Mzm	Middle Member	Sandstones/arkoses (Slates/siltstones/sandstones, St)
	Mzl	Lower Member	Sandstones/arkoses
TRIASSIC	Mku	Upper Member	Sandstones (Shales/siltstones/sandstones, St)
	Mkm	Middle Member	Sandstones
	Mkl	Lower Member	Sandstones

	Geological boundary, known
	Geological boundary, approximate (including photo-interpretation)
	Geological boundary, inferred
	Photo-lineament
	Fault, downthrow indicated
	Fault inferred, downthrow indicated
	Breccia, shear zone
	Bedding, dip indicated
	Bedding, dip (<15°) indicated (air-photo interpretation)
	Bedding, flat-lying
	Mineral occurrence
	Mine, working
	Line of section

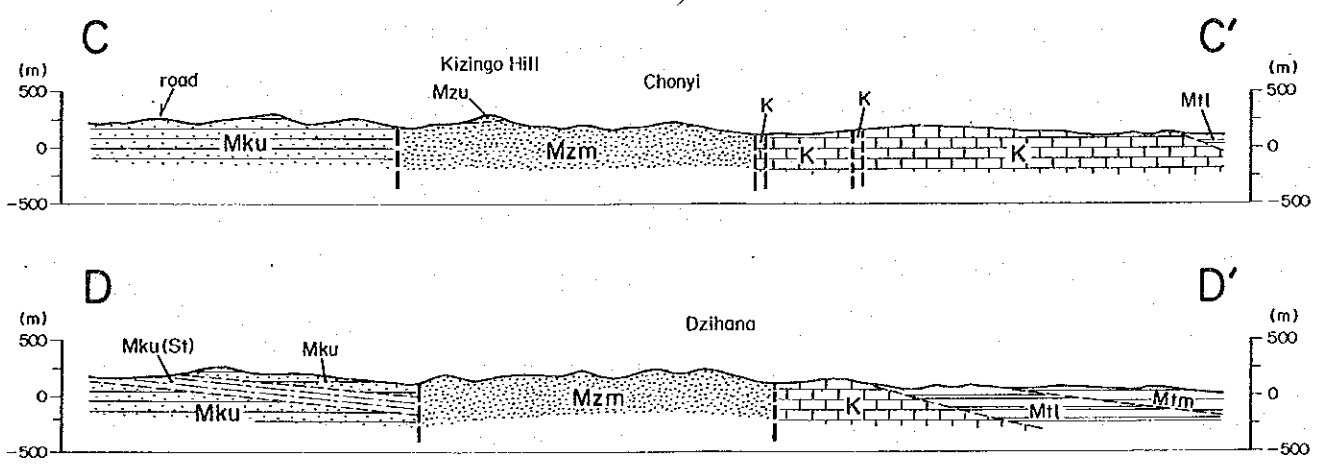


Figure II-1-1 Geological Map of the Jibana Area

上部層(Mzu) は、Kinango Hill及びKia Hillの地形的高所に局所的に分布する。岩相は、Kinango Hillでは灰白色粗粒砂岩からなる。

(3) Kambe 層(K)

本層は、海成石灰岩からなり、南北に伸びた分布を示す。分布は地区北東部では東西幅4km以上と広いが、南部では狭くなり、幅1km以下となる。石灰岩は淡灰色～灰色を呈し、地区中部～北部では碎屑性のものや魚卵状組織を示すものを主体とし、サンゴ化石が時に認められる。南部では魚卵状組織は認められず、細粒塊状のものが主体である。

(4) Mtonkuu 層 (Mt1, Mtm, Mtu)

地区東部にNNE-SSW 方向に伸長した分布を示し、西側から下部層(Mt1)、中部層(Mtm)、上部層(Mtu)の順に累重する。

下部層(Mt1)として、本地区では、淡褐色の風化頁岩の転石しか見出されておらず、Ganze地区のように砂岩、頁岩の互層から構成されているかどうかは不明である。

中部層(Mtm)は、淡緑灰色を呈する頁岩からなり、一部に極細粒砂岩を挟む。頁岩は剥離性が顕著で、軟質かつ脆弱である。

上部層(Mtu)は、地区南東端に局所的に分布するが、本調査ではその岩相の確認は出来なかった。既存資料によれば、頁岩を主とし、石灰岩を伴うとされている。

1-2-2 地質構造

堆積岩類は、走向NW-SE からNNE-SSW で、東へ10°～20°程度傾斜している。NS系断層が多く推定されており、Mariakani 層、Mazeras 層、Kambe 層を境している。フォトリニアメントとしては、NNW-SSE 系が多く判読されている。

1-2-3 鋳徴・鋳化帯

本地区ではJibana鋳化帯以外見るべきものはなく、ボーリング調査もJibana鋳化帯が対象となった。

Jibana鋳化帯

Jibana(Dzihana) 部落西方のMazeras 層中部層(Mzm) からなる山地東斜面には、数箇所の“焼け”がこれまで知られている。“焼け”には、褐鉄鋳汚染を受けた砂岩、褐鉄鋳質コンクリーション、また、それらの角礫状集合物の露頭や転石がみられる。“焼け”は断続して分布しており、一箇所の規模は80m × 80m 以下である。この断続した“焼け”の分布する地帯がJibana鋳化帯で、

最大幅は100m程度、NNE-SSW 方向に約2.0km ほどの延長を示す。

本鉍化帯の地表部からは、第2年次調査において土壌及び褐鉄鉍化砂岩が採取され分析された。土壌では3点のPb地化学異常 (Pb:84-142ppm) が抽出されたが、褐鉄鉍化砂岩には貴金属及び卑金属の高い濃集は認められなかった。

本鉍化帯は、Kambe 層とMazeras 層を境するKaroo-Jurassic 境界断層の西側直近から400mの範囲に位置し、またPb地化学異常も見られることから、同断層に関連の深い鉛-亜鉛-重晶石鉍脈型鉍化作用の場となっている可能性が強い。

1-3 ボーリング調査結果

1-3-1 概 説

Jibana地区ボーリングの位置、周辺地質図をFigure II-1-2に、ボーリング地質断面図をFigure II-1-3に示す。

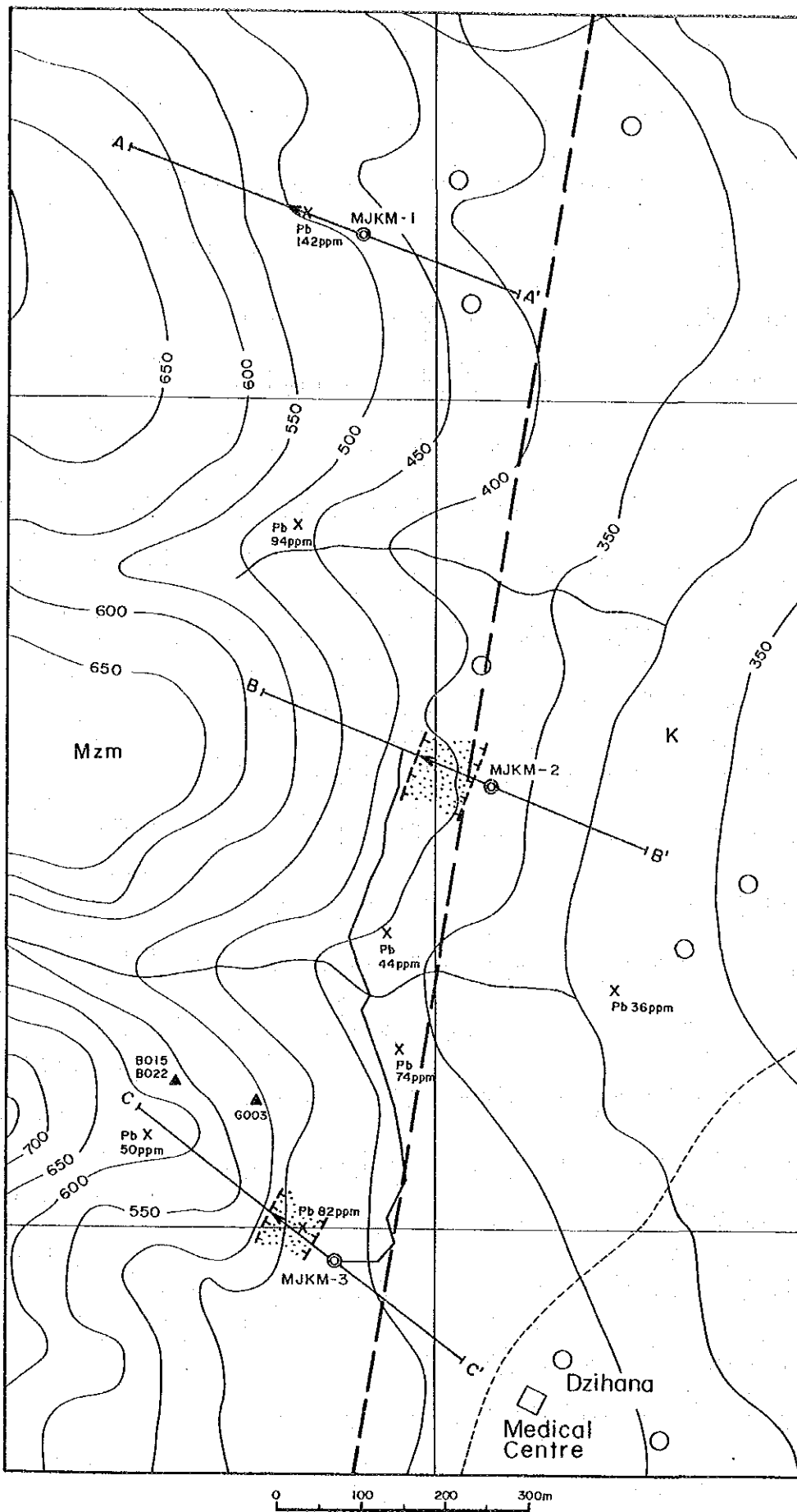
ボーリングの諸元をTable II-1-1に示す。

ボーリング調査は3孔、計451.40m が実施された。探査対象は鉛-亜鉛-重晶石鉍脈である。MJKM-1孔はPb地化学異常 (142ppm) の深部調査に対して、MJKM-2孔は“焼け”の深部調査に対して、MJKM-3孔は“焼け”及びPb地化学異常 (82ppm) 部の深部調査に対してそれぞれ計画され、実施された。

鉍化帯はNNE-SSW 走向で東への急傾斜と推定されることから、ボーリングは鉍化帯東側から鉍化帯にはほぼ直交する方向での傾斜ボーリングとされた。

Table II-1-1 DDH in Jibana Area

Hole No.	Direction	Inclination	Elevation	Hole Length
MJKM-1	N 70° W	-50 °	144.50m	150.40m
MJKM-2	N 68° W	-50 °	111.00m	150.70m
MJKM-3	N 53° W	-50 °	127.00m	150.30m



LEGEND

- K Kambe formation
- Mzm Middle member of Mazeras formation
- - - Inferred fault
- ▨ Gossan zone
- ▲ Analyzed gossan sample (Phase II)
- X Soil sample location (Phase II)
- ⊙ Diamond drill hole
- A'—A' Section line

List of DDH

Hole No.	Direction	Inclination	Length
MJKM-1	N70°W	-50°	150.40m
MJKM-2	N68°W	-50°	150.70m
MJKM-3	N53°W	-50°	150.30m

Result of the Chemical Analysis of Gossan Samples

Sample number	Au ppm	Ag ppm	Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Mn %
B015	<0.07	2	0.001	0.004	0.002	2.66	0.009
B022	<0.07	<2	0.001	0.007	0.002	3.19	0.001
G003	<0.07	2	0.010	0.037	0.135	31.9	0.177

Figure II-1-2 Location Map of the Drill Holes, Jibana Area

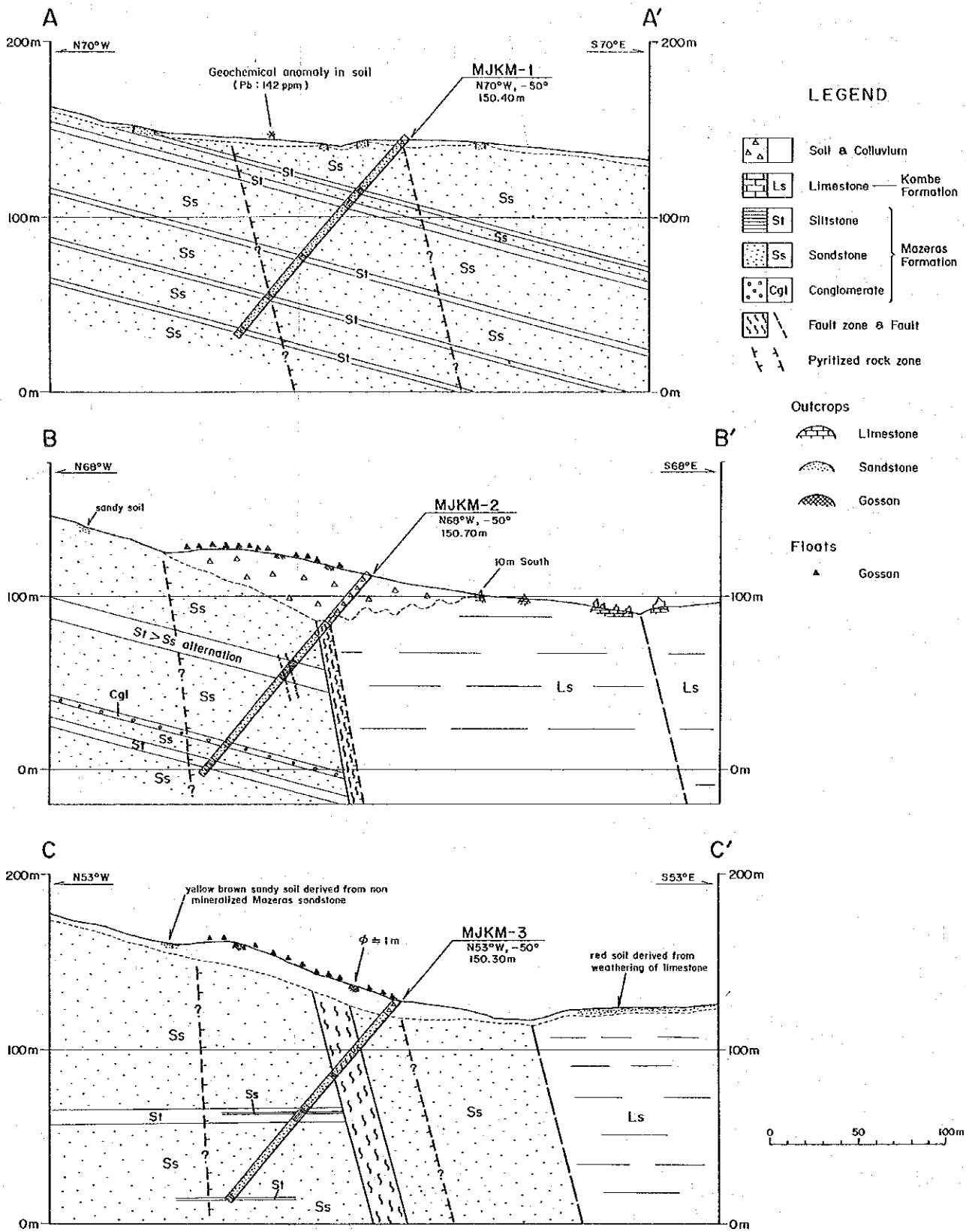


Figure II-1-3 Geological Sections along the Drill Holes, Jibana Area

1-3-2 ボーリング孔の地質

(1) MJKM-1 孔

本孔の地質は、風化残積土(0m-6.3m)とMazeras層(6.3m-150.4m)からなる。

風化残積土は、赤褐色の砂質シルト及び中粒砂からなる。

Mazeras層は、砂岩を主とし、シルト岩を挟む。砂岩は石灰質、縞状>塊状で、粒度は中粒>細粒>粗粒である。変質としては、細粒砂岩の一部を除いて黄鉄鉱染や白色カオリン化が広く認められる。縞状構造のコア角は、 60° ~ 80° が多い。

シルト岩は、緑灰色から暗灰色を呈し、塊状>縞状で、コア長は0.5mから最大5.2mで、7層挟在される。黄鉄鉱染は有るものと無いものがみられる。

風化帯下限は明瞭で、16.70mから未風化帯に変わる。

(2) MJKM-2 孔

本孔には孔口より風化残積土(0m-29.9m)、Kambe層(29.9m-36.5m)、断層破碎帯(36.5m-45.9)、Mazeras層(45.9m-150.70m)が出現する。

風化残積土は、赤鉄鉱化砂岩礫や褐鉄質コンクリーションを含む砂質シルトからなる。

Kambe層は、角礫構造を示す灰色石灰岩からなり、30.5m-34.0m間には石灰岩礫含有砂質粘土からなる空洞充填物を数層挟む。Kambe層の出現は予想外で、これによりKambe層とMazeras層とを隔すKaroo-Jurassic境界断層が、第2年次地質図上の推定位置より約180m西側を通る事が判明した。

断層破碎帯は、上部2.3m間が黄鉄鉱染を受けた暗褐色断層粘土からなり、下部7.1m間が、強く破碎された明褐色砂岩からなる。断層粘土は不透水性であるため、酸化を受けていない。

Mazeras層は、細粒から粗粒の縞状砂岩を主とし、シルト岩>細礫岩を挟む。砂岩は灰色、縞状で、69.2m以深では石灰質であるが、それ以浅の風化を受けている部分は、石灰分は溶脱されて無い。砂岩中の暗色縞は白雲母、黒雲母、緑泥石、黄鉄鉱、その他の鉱物から構成されている。縞状構造のコア角は 60° ~ 74° を示す。砂粒間を埋めて、白色のカオリン質粘土が全体に見られ、黄鉄鉱の染も酸化部を除いてほぼ全体に見られる。100m以浅の砂岩中には黒色炭質物の薄層、細脈、破片などが見られ、特に125.6mから5cm(+)間は石炭薄層となっている。

シルト岩は、緑灰色縞状または塊状、コア長0.3mから最大6.1mで、10層ほど挟在される。黄鉄鉱染は全体に見られる。上部のシルト岩では部分的に破碎が著しい。

Mazeras層中には、65.5m-90.8m間と90.8m-128.4m間の、2回の上方向細粒化サイクルが明瞭に認められる。

風化帯は、深度58.5mから63.8mの漸移帯を挟んで、未風化帯に変わる。

(3)MJKM-3 孔

本孔の地質は、風化残積土(0m-10.6m)とMazeras 層(10.6m-150.3m)からなり、Mazeras 層中には断層破碎帯(34.9m-57.6m)が出現する。

風化残積土は、赤鉄鉱化砂岩礫や褐鉄鉱質コンクリーションを含む砂質シルトからなる。

Mazeras 層は、細粒から粗粒の砂岩を主とし、シルト岩、細礫岩を挟む。砂岩類は深度67.20mを境に、上部は細粒から中流の塊状砂岩を主とし、風化と粘土化により軟質となっている。下部は縞状構造を有する中粒砂岩から細礫岩までの粗粒岩相を主とし、変質として黄鉄鉱染や白色カオリン化が広く発達する。縞状構造のコア角は、 50° ~ 60° が多い。

シルト岩は、暗灰色～暗緑灰色、縞状または塊状、コア長0.2mから最大7.1mで、6層挟在される。黄鉄鉱染が全体に見られる。

断層破碎帯は、深度34.9m-39.0m間と55.7m-57.6m間が断層粘土からなり、中間の39.0m-55.7m間は主に弱破碎した砂岩からなる。断層破碎帯はほぼ完全に酸化を受けているが、局所的な未酸化部では黄鉄鉱染が認められる。

風化帯は、深度46.3mから72.8mの漸移帯を挟んで、未風化帯に変わる。

1-3-3 鉱化作用

(1)MJKM-1 孔

黄鉄鉱染がMazeras 層中に広範囲に見られる以外、鉱化作用と呼べるものは認められない。

地表のPb地化学異常は、微量の重金属を含む黄鉄鉱染岩石が風化する過程で、土壤中への重金属の濃集が行われ、地化学異常として発現した可能性が高く、期待された鉛-亜鉛-重晶石脈鉱床の存在を示すものではないとみられる。

(2)MJKM-2 孔

黄鉄鉱染が断層破碎帯とMazeras 層中に広範囲に見られ、また幅0.5~1cmの黄鉄鉱細脈が、Mazeras 層砂岩中に局部的に見られる以外、鉱化作用と呼べるものは認められない。

ボーリング調査対象となった地表部の“焼け”は、これらの黄鉄鉱を含む破碎帯粘土や、岩石が風化していく過程で、鉄分の残留、濃集が連続的に起こって形成された、いわば風化残留褐鉄鉱“鉱床”といえるもので、期待された鉛-亜鉛-重晶石脈鉱床の風化部を示すものではないとみられる。

(3)MJKM-3 孔

MJKM-1, 2孔と同様、黄鉄鉱染以外の鉱化作用は見られず、地表部の“焼け”も全く同様に、黄鉄鉱染岩石の風化によって形成されたものとみられる。

1-4 鉍石分析結果

Jibana地区では、MJKM-3孔から2個の鉍石分析試料が採取されたのみである。

分析結果をTable II-1-2に示す。深度46.50-46.67mで採取された黄鉄鉍鉍染断層粘土（試料KM3-A01）からは、Zn=0.121%、Ba=2.60%の分析値が得られ、断層部での亜鉛-重晶石の微弱な鉍化作用の存在が示された。

Table II-1-2 Results of the Chemical Analysis of Drill Core Samples, Jibana Area

Sample No.	Hole No.	Depth (m)	Cu %	Pb %	Zn %	Au g/t	Ag ppm	Ba %
KM3-A01	MJKM-3	46.50-46.67	0.006	0.018	0.121	0.154	2	2.60
KM3-A02	MJKM-3	96.00-96.20	<0.001	0.003	0.011	0.069	<2	<0.01

1-5 考 察

ボーリング調査対象となった地表部の“焼け”やPb地化学異常に対応すると考えられるボーリング孔内の現象としては、黄鉄鉍鉍染を広く受けた断層破碎帯や、Mazeras層の砂岩、シルト岩が、コア中に出現したのみであった。これらの“焼け”や地化学異常は、黄鉄鉍を含む破碎帯粘土や岩石が風化して行く過程で、鉄分や重金属成分の残留と濃集が起こって生じたものと考えられ、鉛-亜鉛-重晶石鉍脈鉍床の存在を直接示すものではないと判断される。

Jibana地区の黄鉄鉍鉍染を受けた岩石は、鉛-亜鉛-重晶石鉍脈鉍床の存在を直接に示すものではないが、Karoo-Jurassic境界断層周辺での鉍化に関連した熱水活動により生じたものとみられることから、本地区が、鉍床賦存の可能性の依然高い地域であることを示している。しかしながら、今後の本地区調査に当たっては、黄鉄鉍鉍染岩石の風化による“焼け”と鉍床の風化による“焼け”との区別が重要であり、そのためには、ボーリング調査に先だって地質、地化学調査を精密に実施し、珪化や鉍化細脈の有無、地化学異常の種類と規模などを十分に吟味する必要がある。