

第2章 Ribe地区

2-1 調査方法

ボーリング調査、4孔、計602.90mを実施した。内訳はChiume Hill 鉍化帯で1孔、152.20m Ribe鉍化帯で3孔、計450.70mである。

2-2 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。

2-2-1 地質概説

本地区の地質図及び断面図をFigure II-2-1に示す。

地質は三疊紀からジュラ紀の堆積岩類からなり、地区北西部から南東部に向かって下位から Mariakani 層、Mazeras 層、Kambe層、Mtomkuu 層の順に累重する。

(1) Mariakani 層(Mk1, Mkm, Mku)

本地区には、Mariakani 層の下部層(Mk1)、中部層(Mkm)、上部層(Mku)が分布する。

下部層(Mk1)は、地区西端部に局所的に分布するが、本地区には露出がみられず、その岩相は不明である。既存資料によれば、砂岩からなるとされる。

中部層(Mkm)は、地区北西部に分布し、淡灰色、粗粒～細粒の砂岩からなる。砂岩には、白雲母片がよくみられる。

上部層(Mku)は、地区南部に分布し、主として細粒砂岩からなる。砂岩には、葉理構造がよく発達し、白雲母質である。

(2) Mazeras 層(Mzm)

本地区には、Mazeras 層の中部層(Mzm)が、地区中央部を幅1~2kmでNE-SW方向に伸びて分布する。本地区の同層中部層は地表露頭では砂岩のみから構成され、頁岩はみられない。砂岩は細粒のものから粗粒のものまであり、時に葉理が発達する。鉍化変質を受けているものも多く、褐鉄鉍化、珪化、粘土化が著しい。

下位のMariakani 層を不整合に覆い、しばしば断層で境されている。

(3) Kambe 層(K)

本層は海成石灰岩からなり、断層に切られて断続した小規模な分布を示す。

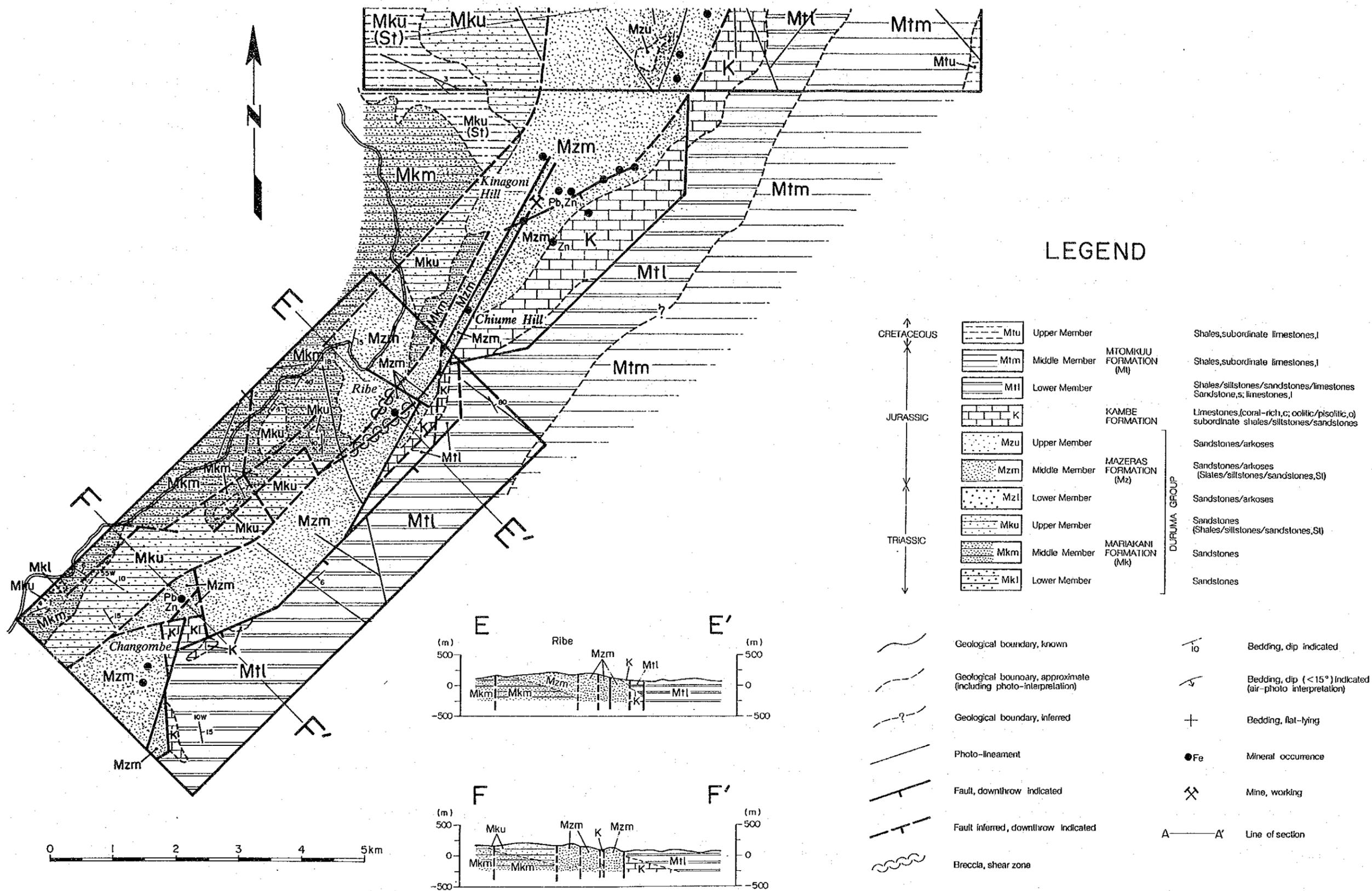


Figure II-2-1 Geological Map of the Ribe Area

石灰岩は、灰色～暗灰色、塊状緻密な岩相を示し、細粒の魚卵状組織を示すものも時々みられる。

(4) Mtomkuu 層(Mt1)

本地区には、Mtomkuu 層の下部層(Mk1) が分布する。黄灰色の風化色を呈する頁岩からなる。葉理がよく発達し、著しい剥離性を示す。Ganzoni 部落西約1km のTsalu 川沿い露頭には、アンモナイトの化石が含まれている。下部層の時代はジュラ紀である。

2-2-2 地質構造

断層の発達により、本地区の地層はかなり乱されており、走向NE-SW、傾斜SEの一般的な層理方向を示さない露頭が多い。

本地区では、NE-SW 方向の断層が顕著に発達しており、地層の配列を規定している。NE-SW 系断層に挟まれたMazeras 層中部層(Mzm) 砂岩には、鉍化変質を受けたものが数箇所に見られ、NE-SW 系断層の発達が鉍化の必要条件の1つであった可能性を示唆する。

2-2-3 鉍徴・鉍化帯

Ribe地区の鉍徴・鉍化帯の位置をFigure II-2-2に示す。

本地区には、既知鉍徴としてChangombe 鉍徴及びChiume Hill 鉍化帯が分布し、また、第2年次調査でRibe鉍化帯が新たに発見され、今年次調査でもRibe鉍化帯南西方に別の鉍化帯（珪化帯）が発見された。

ボーリング調査対象となったのは、Chiume Hill 鉍化帯及びRibe鉍化帯である。

(1) Chiume Hill 鉍化帯

Chiume Hill (Kalume Hillとも呼ばれる) は、Kinagoni Hill とRibe部落のほぼ中間に位置し、頂上にはMombasa に送る用水の流送施設が設けられている。

本鉍化帯は、Kinagoni鉍床からKaya Kambeを経て南西に伸びる一連の鉍化帯の南端部に位置する。1964年から1967年にかけて、MGD による土壌地化学探査が、Jibana周辺からRibe周辺にかけての広い範囲で実施され、本鉍化帯はこの結果によるKinagoni鉍床からKaya Kambeを経て南へ延びるPb地化学異常帯の南端部を占めている。このPb異常帯はNNE-SSW 方向に延びる推定断層に沿うものであり、同断層に沿う鉛-亜鉛-重晶石鉍脈型鉍化作用を反映したものである。

この地化学探査のフォローアップ調査は、Kaya Kambeまでは試錐探鉍が行われ、鉛・亜鉛鉍化作用の存在が確認されたが、Chiume Hill 鉍化帯では実施されなかった。

Chiume Hill では東側山腹を断層が通過し、断層東側ではKambe 層石灰岩が、西側では、Mazeras 層中部層砂岩が分布する。断層西側の頂上付近では、珪化、赤鉄鉍化を受けた砂岩露頭

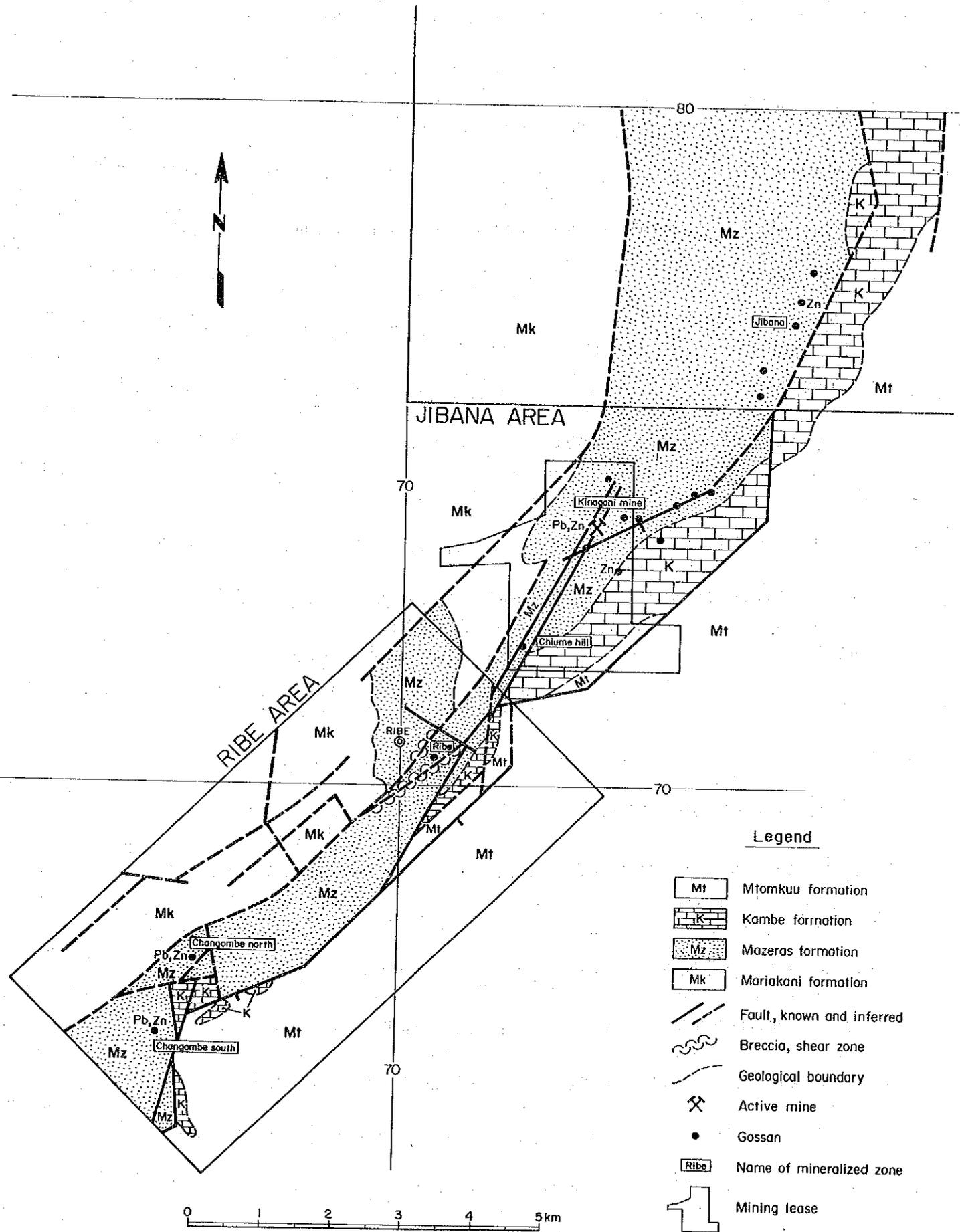


Figure II-2-2 Mineralized Zones in the Ribe-Jibana Area

及び転石が分布している。その分布範囲は、南北延長約100m、東西幅約30m程度で小規模である。

(2) Ribe 鉍化帯

本鉍化帯は、Ribe部落東方約0.5kmの尾根部を占める珪化帯からなり、第2年次調査によって発見された。鉍化帯はNNW-SSE方向に伸長しており、延長約400m、幅50m～80m程度を示す。

本鉍化帯の母岩は、Mazeras層中部層の砂岩で、鉍化部では酸化鉄汚染を受けた白色の珪化岩～粘土化岩に変質しており、時に角礫化組織が発達する。これらの状況はChangombe North鉍微での変質岩に極めて似ている。X線回折試験では変質岩の粘土鉍物としてはセリサイトとカオリンが同定された。

鉍石鉍物は、肉眼的に認められていないが、地表部変質岩のX線回折試験では、鉛鉍床の二次鉍物として産するplumbogummiteが微量同定され、鉛鉍化作用の存在を示唆している。地表部珪化岩の分析結果では有用金属の目立った濃集は認められていない。

(3) その他の鉍化帯

Ribe鉍化帯の南西方約500mには、NNW-SSE方向に延びる小尾根があり、今年次のRibe鉍化帯周辺の地表調査の際に、この小尾根上に珪化岩帯が発見された。延長は約300m、幅は70m程度であり、Ribe鉍化帯と同方向で、ほぼ同規模を有している。肉眼的有用鉍物は未確認である。

2-3 ボーリング調査結果

2-3-1 概要

ボーリング調査は4孔、計602.90mからなる。Chiume Hill鉍化帯では1孔、計152.20m、Ribe鉍化帯では3孔、計450.70mが、それぞれ鉍化帯の深部鉍況を探る目的で実施された。

ボーリングの諸元をTable II-2-1に示す。

Chiume Hillでは、山頂部の赤鉄鉍化砂岩の下部延長を確認する目的で、東側山麓部から西側深部へ向かって、鉍化帯に直交する方向での傾斜ボーリングが実施された。

Ribe鉍化帯では、尾根部を構成する珪化岩帯の深部を確認する目的で、東側山麓部から西側深部に向かって、珪化帯に直交する方向での傾斜ボーリングが実施された。3本のボーリング孔は珪化帯にほぼ平行に並んでおり、相互の間隔は120m～145mである。

Table II-2-1 DDH in Ribe Area

Place	Hole No.	Direction	Inclination	Elevation	Hole Length
Chiume Hill	MJKM-4	N 82° W	-50 °	140.5m	152.20m
Ribe	MJKM-5	S 75° W	-50 °	157.5m	150.50m
Ribe	MJKM-6	S 75° W	-50 °	138.0m	150.10m
Ribe	MJKM-7	S 75° W	-50 °	114.5m	150.10m

2-3-2 Chiume Hill 鉍化帯ボーリング調査結果

(1) ボーリング孔の地質

Chiume Hill MJKM-4ボーリング孔の位置、周辺地質図及びボーリング地質断面図をFigure II-2-3に示す。

本孔の地質は、地表部の厚さ2mの表土層のあと、深度65.4mのKaroo-Jurassic境界断層を境に、孔口側がKambe層の石灰岩、孔底側がMazeras層のシルト岩を挟む砂岩からなる。断層破碎帯は、両層中に見られ、Kambe層中では深度39.15m~48.80m間、Mazeras層中では深度65.40m~79.20m間に発達する。地表地質との対比によれば、同断層の傾斜は東へ約87°と急傾斜である。

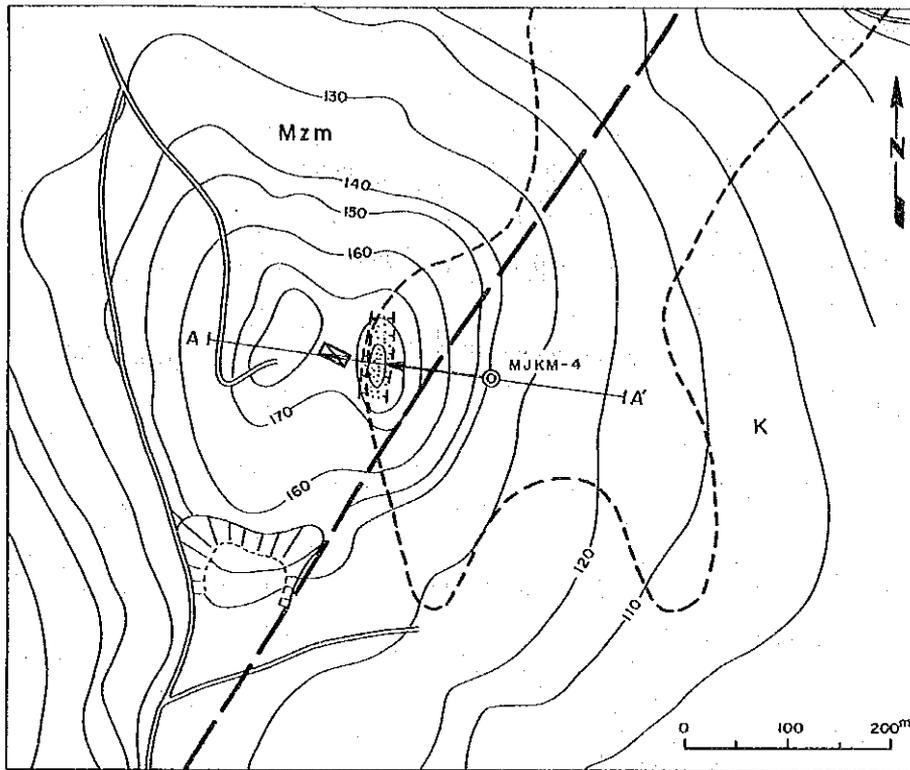
Kambe層石灰岩は淡灰色を呈し、塊状無組織のものから礫状組織を有するもの、砂粒や化石片を有するもの、オーライトやピソライトを有するものなど、多種の岩相がそれぞれ数mの厚さで出現する。

Mazeras層は、厚さ0.3mから5.4mの暗灰色縞状シルト岩を10層ほど挟在する淡灰色縞状細粒砂岩からなり、そのほか2層のフレーザー層理層を挟む。Mazeras層には細粒の堆積物が卓越し、中粒砂岩以上の粗粒堆積物は殆ど見られない。縞状構造のコア角は45°から70°を示す。変質としてはMazeras層の砂岩中に、長石を交代して生じたとみられる白色カオリン質粘土が砂粒間に広範に見られるが、鉍化に伴われたものかどうかは不明である。

風化帯下限は深度65.5mである。

(2) 鉍化作用

調査対象であるChiume Hill頂部の赤鉄鉍化砂岩の下部延長に対応するような鉍化部は認められなかった。微弱な鉍化としては、黄鉄鉍鉍染が深度69.5m-70.2m, 74.5m-78.5mの断層破碎帯砂岩中に見られたほか、幅7mm以下の黄鉄鉍-方解石細脈、黄鉄鉍-石英細脈が数箇所に見られたのみであった。

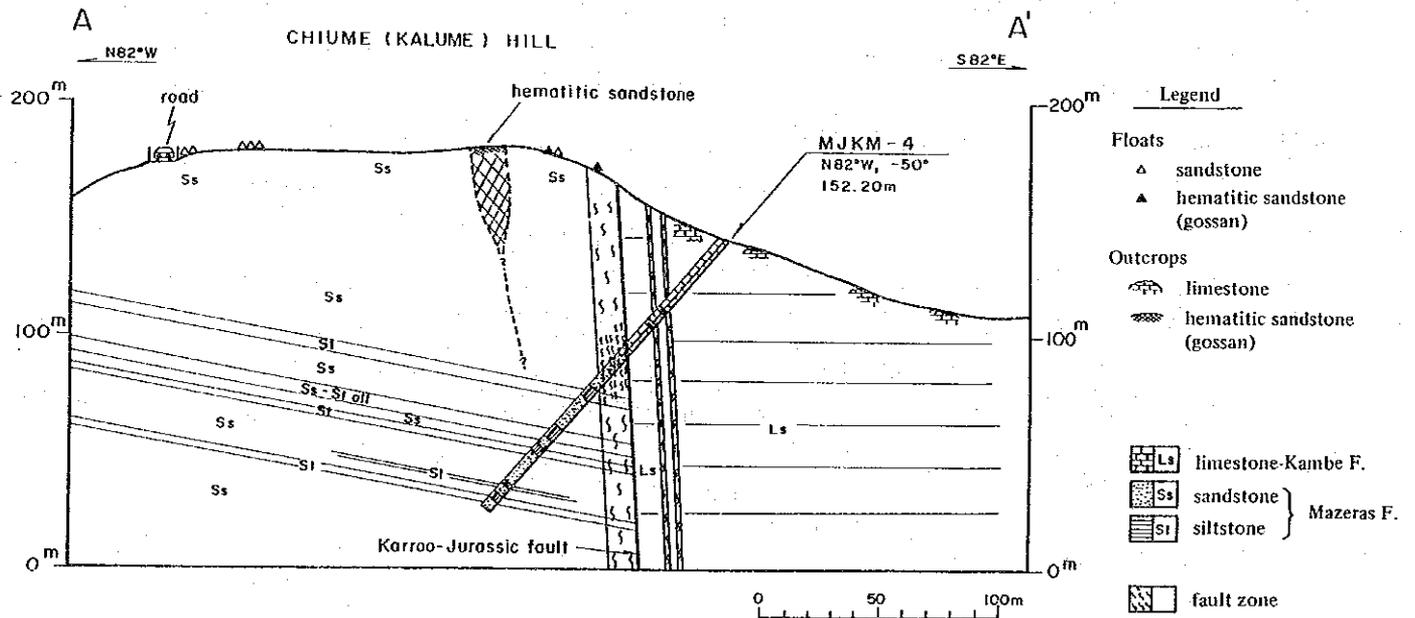


Legend

- K Kambe formation
- Mzm Middle member of Mazeras formation
- - - Inferred fault
- ▨ Hematitic gossan zone
- ▨ Pb anomaly (> 50ppm) zone by soil geochemistry (MGD Data)
- ▨ Quarry
- ⊞ Water booster station
- ⊙ Diamond drill hole
- A | - | A' Section line

List of DDH

Hole No.	Direction	Inclination	Length
MJKM-4	N82°W	-50°	152.20m



Legend

- Floats**
 - △ sandstone
 - ▲ hematitic sandstone (gossan)
- Outcrops**
 - ▨ limestone
 - ▨ hematitic sandstone (gossan)
- ▨ Ls limestone-Kambe F.
- ▨ Ss sandstone } Mazeras F.
- ▨ Sl siltstone
- ▨ fault zone

Figure II-2-3 Location Map of the Drill Hole and Geological Section along the Drill Hole, Chiume Hill Mineralized Zone, Ribe Area

(3) 鉍石分析結果

本孔では鉍化部が見出だされなかったため、鉍石分析試料は採取されなかった。

(4) 考 察

本鉍化帯の傾斜は、周辺の鉍床・鉍徴と同様に東への急傾斜であると推定される。ボーリングは、鉍化帯の東側約100mの地点から -50° の傾斜で掘進され、鉍化帯のほぼ真下まで到達していることから、鉍化部が捕捉できなかった理由は、鉍化帯が露頭・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ためと考えられる。

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、本鉍化帯に対する今後の調査は、不要と判断される。

2-3-3 Ribe鉍化帯ボーリング調査結果

(1) ボーリング孔の地質

Ribe鉍化帯ボーリング孔の位置及び周辺地質をFigure II-2-4に示す。また、ボーリング地質断面図をFigure II-2-5に示す。

(i) MJKM-5 孔

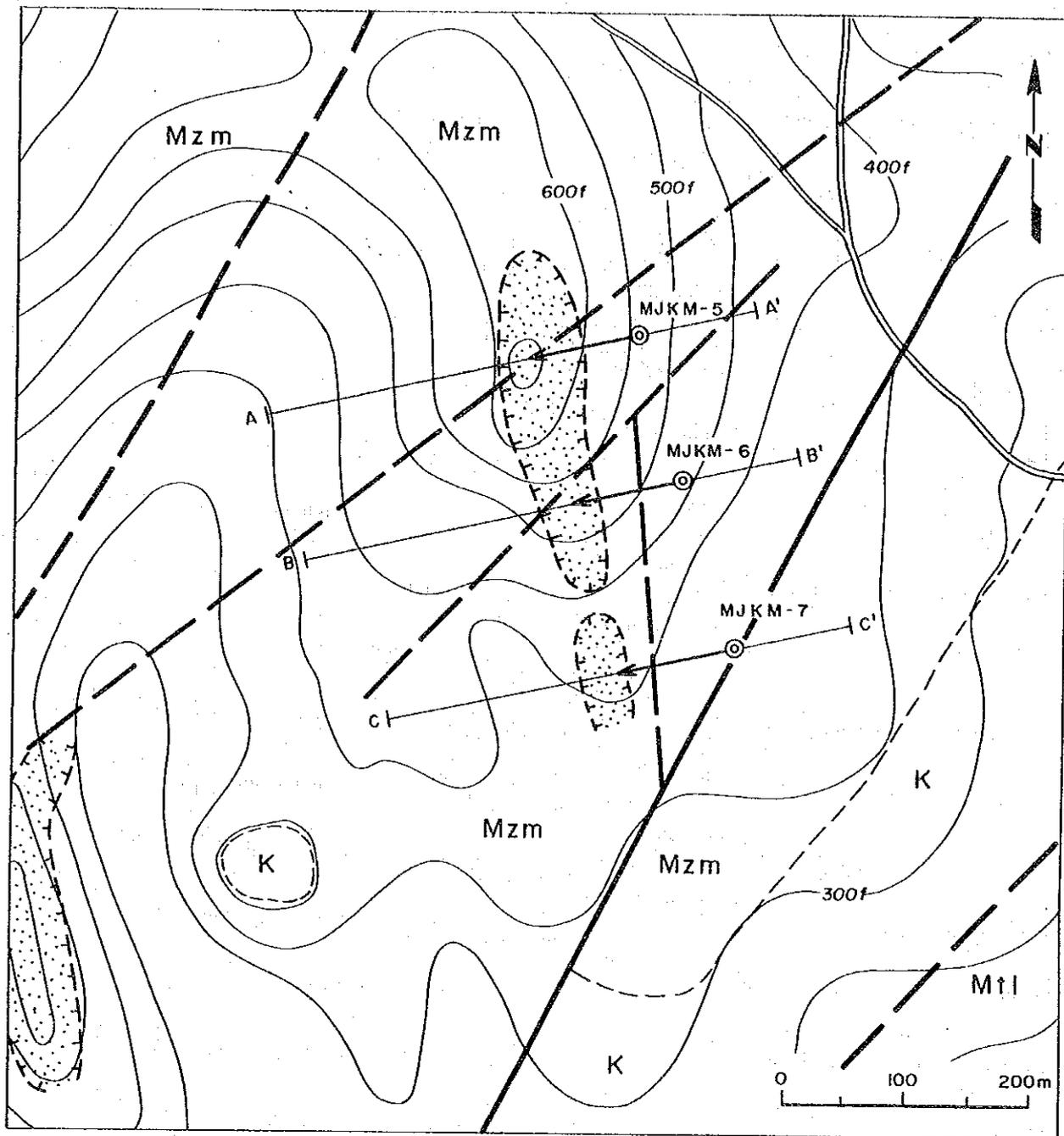
本孔の地質は、崖錐堆積物(0m-29.8m)、Mazeras 層(29.8m-150.5m)及びMazeras 層中の断層破碎帯(88.5m-94.2m)から構成される。

崖錐堆積物は、褐鉄鉍汚染を受けた砂岩や珪化岩の礫を含む砂質シルトや粘土からなる。

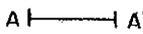
Mazeras 層は、砂岩を主として10層弱のシルト岩層を挟在するが、その岩相は断層破碎帯を挟んで両側で大きな違いが見られる。断層破碎帯より浅部(東側)では、砂岩は細粒から粗粒の塊状砂岩であり、珪化、黄鉄鉍化、カオリン化などの変質を受けている。シルト岩は、灰色から暗灰色の塊状のものを主とし、黄鉄鉍鉍染が見られる。断層破碎帯より深部(西側)は、縞状の細粒堆積物の発達で特徴付けられる。砂岩は大部分が細粒の縞状砂岩であり、変質は殆ど認められない。シルト岩もラミナが明瞭な灰色縞状シルト岩からなる。また、シルトラミナと細粒砂岩ラミナが細互層するフレーザー層理層も、深部側にのみ見られる。縞状構造のコア角は 55° ~ 65° ほどである。

断層破碎帯は、砂岩角礫を含む黒色粘土よりなり、多量の黄鉄鉍を鉍染する。白色のカオリン質粘土が、斑状または細脈状に黒色粘土中に入る。本断層両側で、Mazeras 層の岩相が大きく違っていることは、断層による変位が大きいことを示している。

風化帯は、深度81.0m-84.1mの漸移帯を経て、未風化帯に変わる。



LEGEND

-  Fault
-  Geological boundary
-  Diamond drill hole
-  Section line

List of DDH

Hole No.	Direction	Inclination	Length
MJKM-5	S75°W	-50°	150.50m
MJKM-6	S75°W	-50°	150.10m
MJKM-7	S75°W	-50°	150.10m

- Mtl** Lower member of Mtomkuu formation
- K** Kambe formation
- Mzm** Middle member of Mazeras formation
-  Silicified zone

Figure II-2-4 Location Map of the Drill Holes, Ribe Mineralized Zone, Ribe Area

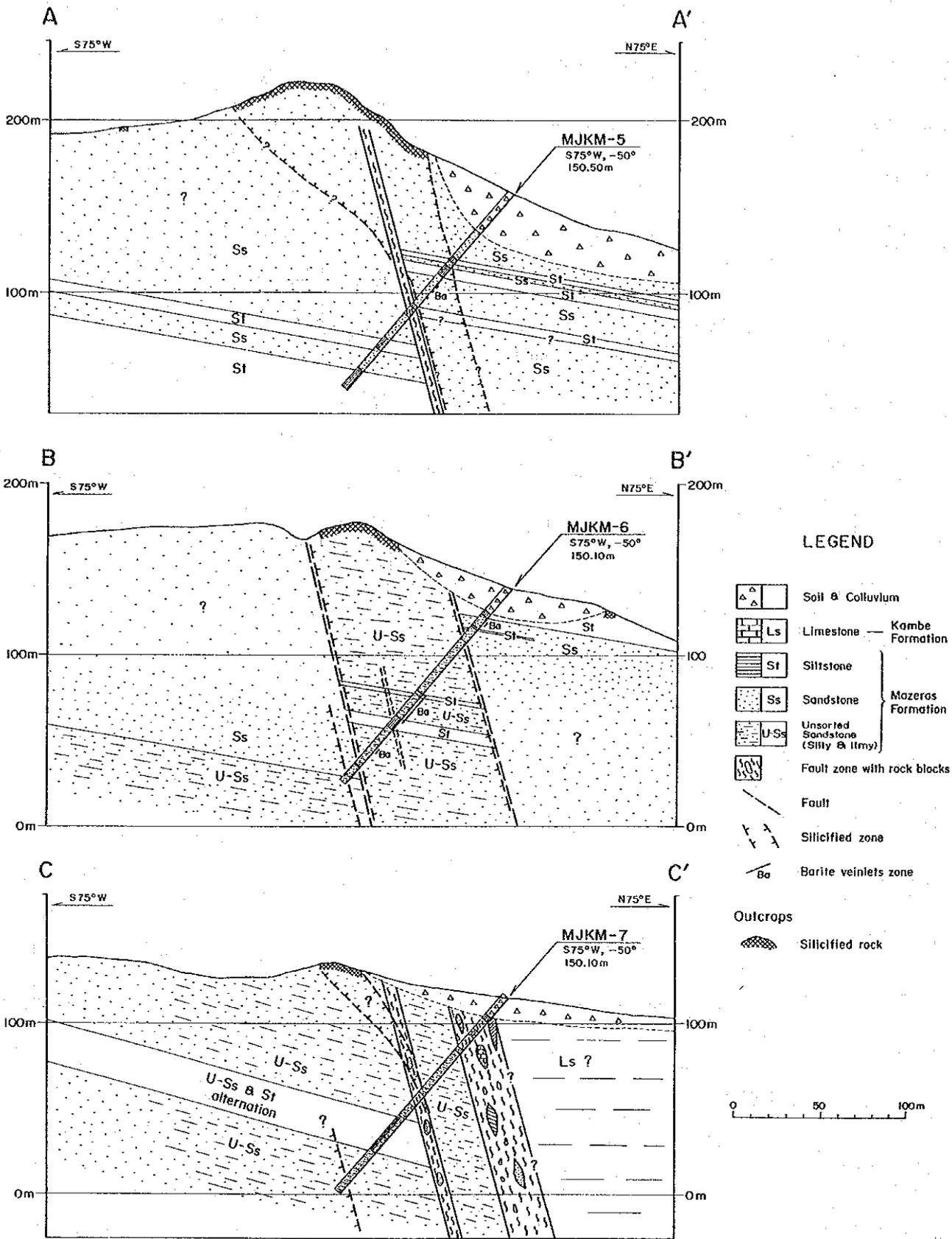


Figure II-2-5 Geological Sections along the Drill Holes, Ribe Mineralized Zone, Ribe Area

(ii)MJKM-6孔

本孔の地質は、崖錐堆積物(0m-19.6m)とMazeras層(19.6m-150.5m)から構成される。

崖錐堆積物は、褐鉄鉱汚染した砂岩や変質した砂岩の礫を含む砂質粘土や砂からなる。

Mazeras層は、シルト岩層を挟在する砂岩主体の地層であるが、深度42.0mを境に変質や破碎の程度に大きな違いが見られ、それ以深で変質や破碎構造の発達が顕著である。深度42m以浅のMazeras層は、2層の明灰色シルト岩を挟む細粒から粗粒の塊状砂岩からなり、変質としてはカオリンが全般的に生じているほか、砂岩中に部分的な珪化が認められる。

深度42.0m以深のMazeras層は、各種の変質を受けているが、原岩は、MJKM-7孔に見られるような非常に淘汰の悪い含礫シルト質砂岩を主体としシルト岩数層を挟む地層である。この岩相は、Mazeras層とKambe層との接触部に分布するとされる漸移岩類の岩相とみなされる。本孔では変質が進んでいることにより、MJKM-7孔のように石灰質の部分は見られない。礫や細粒物質は縞状の構造を示す箇所も多く、それらのコア角は 40° ~ 70° を示す。珪化はシルト岩部を除き顕著で、黄鉄鉱染とカオリン化は全体に見られる。

風化帯は、深度44.0mから67.8mの漸移帯を経て未風化帯に変わる。

(iii)MJKM-7孔

本孔の地質は、崖錐堆積物(0m-15.4m)、断層破碎帯(15.4m-46.4m, 70.9m-84.0m)及びMazeras層(46.4m-150.1m)からなる。

崖錐堆積物は、鉄-マンガン質コンクリーションや褐鉄鉱汚染を受けた砂岩、変質した砂岩の礫を含む粘土、シルトからなる。

上部の断層破碎帯(15.4m-46.4m)は、Kambe層とMazeras層を隔すKaroo-Jurassic境界断層に相当するものと思われる。コア長1.5mから6mほどの石灰岩、砂岩、シルト岩がコア長、約1mから3mの断層粘土を介して出現する。酸化を受けていない断層粘土では、黄鉄鉱染が認められる。下部の断層破碎帯(70.9m-84.0m)は、Mazeras層中の断層破碎帯で、砂岩や石灰岩ブロックを含む断層粘土からなる。黄鉄鉱染は全体に著しく、一部には珪化が見られる。

Mazeras層は、シルト岩層を挟在する砂岩主体の地層である。砂岩は、明灰色から暗灰色を呈す、極めて石灰質でシルト質の砂岩である。砂岩の粒度は細粒砂から粗粒砂まで見られ、更には細礫から小礫が点在しており、非常に淘汰の悪い岩相となっている。貝殻様の化石を含む層準も深度120.70m-122.40m、127.30m-128.60mに見られる。シルト岩は、明灰色から灰色、暗褐色、黒色などを呈するが、暗色のものが多い。縞状>塊状で、砂質及び石灰質のものが卓越する。厚さは0.5mから3mほどで、断層破碎帯部を除いて13層ほどが挟在され、特に92.70mから119.2m間に大部分が分布する。

Mazeras層中の変質には、断層破碎帯周辺の黄鉄鉱染のほか、孔底付近6.5m間には黄鉄鉱細

脈を伴う珪化、黄鉄鉱化が認められる。

本孔でMazeras 層とした地層は、Karoo-Jurassic 境界断層西側の砂岩主体層ということでMazeras 層としたが、典型的なMazeras 層とは以下の点で大きく違っている。

- ①極めて石灰質である
- ②極めて淘汰が悪い（含礫シルト質砂岩）
- ③海成とみられる化石を含む

この中の海成及び石灰質という性質は、Kambe 層と共通するものであり、こうした点から本層は、Mazeras 層とKambe 層の接触部に分布するとされる漸移岩類とみなされる。

(2) 鉱化作用

(i) MJKM-5 孔

径 5mm以下の重晶石結晶からなる細脈が、深度 69.5m-70.8m, 73.1m-73.7m, 79.0m-79.1m間に見られる。重晶石は強珪化岩に生じた開口亀裂中に自形結晶として見られ、重晶石の鉱化作用が一連の鉱化、変質過程の末期に生じていることを示している。このほか幅 1~5mm の細脈状で、黄鉄鉱-石英脈や黄鉄鉱-方解石脈が、珪化岩や断層直下の砂岩中に見られるが、その他の肉眼的有用鉱物は未確認である。

鉱化変質には珪化、黄鉄鉱鉱染、カオリン化が見られる。これらの変質は断層以浅に主に認められ、珪化は深度53.2m-85.1m 間の、シルト岩を除く砂岩中に顕著である。黄鉄鉱鉱染は、深度82.3m-94.7m 間の断層周辺で強い。断層以深では変質は微弱であり、砂岩の脱色が見られる程度である。

地表地質との対比は Figure II-2-5に示すとおりである。珪化帯は地表部で広く、地下で狭いロート型になっていることが推定される。

(ii) MJKM-6孔

MJKM-5孔と同様に、径 5mm以下の重晶石結晶が珪化岩中の開口亀裂に多数見られる。集中している深度は 23.7m-27.0m, 79.6m-101.6m, 121.3m-125.0m 間などである。これら細脈の幅は、1mm から3mm ほどであり、重晶石の他に黄鉄鉱、カオリンをよく伴うが、その他の肉眼的有用鉱物は未確認である。黄鉄鉱のみの細脈は深度124.5m-136.2m 間に多い。

鉱化変質には珪化、黄鉄鉱鉱染、カオリン化が見られる。カオリン化は深度42.0m 以浅で顕著であり、珪化と黄鉄鉱鉱染はそれ以深で顕著である。

地表地質との対応はFigure II-2-5に示すとおりであり、珪化岩帯露頭の東側が崖錐に覆われていると考えればよく対応している。

(iii) MJKM-7 孔

径 3mm以下の重晶石結晶が 1箇所、深度 50.30m-50.50m の珪化砂岩礫中の空隙に、黄鉄鉱とカオリンを伴ってみられたのみで、これ以外の肉眼的有用鉱物は不明である。

鉱化変質には珪化、黄鉄鉱鉱染、カオリン化が見られる。黄鉄鉱鉱染は断層破碎帯に多いほか、孔底付近約 6.5m間に、珪化と黄鉄鉱細脈を伴って発達する。明瞭な鉱化変質部は、この孔底の珪化、黄鉄鉱化部だけであった。黄鉄鉱細脈は最大幅 1.5cm で、葡萄状構造を有す白鉄鉱質のものである。その他の金属鉱物は認められない。

地表地質との対応は Figure II-2-5 に示すとおりである。珪化岩帯露頭とボーリング地質との対応は不明瞭であるが、珪化岩帯の傾斜として東傾斜を考えるならば、珪化岩帯露頭は深度 93m 付近の断層破碎帯中の弱珪化岩に対比されることになる。孔底付近の珪化岩と対応させることも可能であるが、その場合は、地域の一般的鉱化帯の傾斜方向とは逆の、西傾斜を想定することになる。図は東傾斜の解釈で描いたが、検討の余地を残している。

(3) 鉱石分析結果

鉱石分析試料は、MJKM-5孔から 31試料、MJKM-6孔から 43試料、MJKM-7孔から 16試料が採取された。鉱石分析結果のうち微弱な鉱化の認められるものを Table II-2-2 に示す。珪化岩中の多数の弱い重晶石鉱化作用と、断層粘土中の微弱な亜鉛鉱化作用（試料 KM5-A29）が認められる。

(4) 考察

Ribe 鉱化帯のボーリングでは、地表の珪化岩露頭に対応する黄鉄鉱鉱染を受けた珪化岩のほか、黄鉄鉱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-重晶石鉱脈型鉱化の場合にある事を示すものではあるが、閃亜鉛鉱や方鉛鉱を伴う鉱脈の形成までには至っていないことが判明した。

しかしながら、本地区周辺には未報告の珪化帯などが散在しており、本地区周辺は鉱床賦存可能性の依然高い地域であることに変わりはない。今回の経験からみて、今後、本地区で鉱床探査を行うに当たっては、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。

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

Sample No.	Hole No.	Depth (m)	Cu %	Pb %	Zn %	Au g/t	Ag ppm	Ba %
KM5-A10	MJKM-5	73.00-73.20	<0.001	0.004	<0.001	<0.017	<2	0.11
KM5-A16	MJKM-5	79.00-79.20	0.002	0.016	0.005	<0.017	<2	0.50
KM5-A26	MJKM-5	89.00-89.20	0.001	0.007	0.023	<0.017	<2	0.26
KM5-A29	MJKM-5	92.00-92.20	0.001	0.014	0.308	<0.017	<2	<0.01
KM6-A09	MJKM-6	64.00-64.20	0.001	0.008	0.002	<0.017	<2	0.44
KM6-A10	MJKM-6	66.00-66.20	0.003	0.005	0.001	<0.017	<2	0.11
KM6-A11	MJKM-6	68.00-68.20	0.003	0.002	0.002	<0.017	<2	0.40
KM6-A12	MJKM-6	70.00-70.20	<0.001	0.003	0.015	<0.017	<2	0.60
KM6-A14	MJKM-6	74.00-74.20	<0.001	0.004	0.011	<0.017	<2	0.12
KM6-A19	MJKM-6	86.00-86.20	<0.001	0.002	0.006	<0.017	<2	0.17
KM6-A20	MJKM-6	88.00-88.20	<0.001	0.003	0.005	<0.017	<2	0.17
KM6-A21	MJKM-6	90.00-90.20	0.001	0.004	0.021	<0.017	<2	0.18
KM6-A24	MJKM-6	96.00-96.20	<0.001	0.004	0.008	<0.017	<2	0.18
KM6-A25	MJKM-6	98.00-98.20	<0.001	0.002	0.017	<0.017	<2	0.11
KM6-A35	MJKM-6	124.00-124.20	<0.001	0.003	0.020	<0.017	<2	0.26
KM6-A43	MJKM-6	148.00-148.20	<0.001	0.003	0.018	<0.017	<2	0.14

第3章 Mkangombe 地区

3-1 調査方法

ボーリング調査, 2孔, 計201.25m を実施した。

3-2 地質

3-2-1 地質概説

本地区の地質図及び断面図をFigureII-3-1に示す。

地質は, 二疊紀から三疊紀の堆積岩類からなり, 地区北西側から南東側へ向かって下位から Maji-ya-Chumvi層, Mariakani 層が累重する。各層はほぼNE-SW 方向に伸長した分布を示す。火成岩としては, ランプロファイアー岩脈が1 地点で知られている。

(1)Maji-ya-Chumvi 層(MyCl, MyCm, MyCu)

地区の大部分を占めて分布し, 下部層(MyCl), 中部層(MyCm)及び上部層(MyCu)に分けられる。

下部層(MyCl)は, 頁岩を主体とした地層で, 地区の北西境界に沿って幅1.5 ~3km で分布する。二疊紀の地層である。頁岩は, 淡灰色~暗灰色, 青灰色, 緑灰色などを呈し, 葉理に沿って薄く剥げるflaggy構造が発達する。砂質の部分や, 厚さ5 ~10cmの極細粒砂岩と互層する箇所も時にみられる。

中部層(MyCm)は, 砂岩を主体とした地層で, 頁岩(f, MyCm-St)を頻繁に挟む。分布幅は約1km ~4km である。三疊紀の地層である。砂岩は, 緑灰色を呈する細粒~極細粒砂岩を主とし, 葉理の明瞭なものが多く, 雲母質のものでは薄板状に剥離する。塊状緻密な石灰質細粒砂岩も数地点でみられた。頁岩は, 黄灰色, 青灰色, 緑灰色などを呈し, flaggy構造が発達する。珪質のもの, 雲母質のもの, 極細粒砂岩と薄互層をなすものなど多様な岩相を示す。

上部層(MyCu)は, 砂岩を主として少量の頁岩薄層を挟む地層で, 幅約3km ~7km で帯状に分布する。三疊紀の地層である。砂岩は, 新鮮部は緑灰色を呈し, 細粒~極細粒, 雲母質で葉理の発達がよい。頁岩は, 厚さ数10cmから数m 規模を有し, 黄灰色の風化色を呈し, flaggy構造が顕著である。

(2)Mariakani層(Mkl, Mkm)

地区南東側境界に沿って分布する砂岩を主とした地層で, 下部層(Mkl) 及び中部層(Mkm) に区分され, いずれも時代は三疊紀である。

下部層(Mkl)は, 本地区Mariakani 層の大部分を占めており, 黄灰色の風化色を呈する細粒砂岩から構成される。葉理, 層理は発達しない。

中部層(Mkm)は、Ndavaya 部落南東方約2.5km の丘陵部に小規模に分布するのみで、黄色塊状細粒砂岩からなる。下部層砂岩との区別は極めて困難である。

(3) 貫入岩

ランプロファイア岩脈が1地点で知られている。地区外Mukundi 周辺や、Mrima-Jombo 地区に多数分布するものと同時期のものと考えられる。

3-2-2 地質構造

堆積岩の一般構造は、走向NNE-SSW からNE-SW で、傾斜 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ SEである。

断層は少なく、延長3km 以下のNNE-SSW 系とNW-SE 系の断層が確認・推定されている。

Mkangombe North 鉱徴の卑金属含有石英脈は、走行 $N25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ E・傾斜 $55^{\circ} \sim 70^{\circ}$ SEを示す断層中に胚胎している。

3-2-3 鉱徴・鉱化帯

Mkangombe 地区の鉱徴・鉱化帯の位置をFigure II-3-2に示す。

本地区には、Mkangombe North 鉱徴及びMkangombe South 鉱徴が知られていて、第2年次調査によりMkangombe North 鉱徴は、断層規制を受けた卑金属含有石英脈からなること、二つの鉱徴を結ぶ $N45^{\circ}$ E 方向の地帯に多数の石英脈の露頭及び転石が分布し、これらが一つの石英脈鉱化帯を形成していることが判明した。また第3年次のボーリング調査の際の周辺地質調査において、Mkangombe South 鉱徴の石英脈からも銅鉱物が初めて発見された。

ボーリング調査は、Mkangombe North 鉱徴の下部探査を目的として実施された。

Mkangombe North 鉱徴

本鉱徴は、第1年次調査の結果、周辺土壤中にAu地化学異常(407ppb)が抽出され、注目された。第2年次調査による本鉱徴の概況は次のとおりである。

鉱床型：断層規制を受けた卑金属含有石英脈鉱床

初生鉱石鉱物：黄銅鉱，方鉛鉱，閃亜鉛鉱，黄鉄鉱，磁鉄鉱

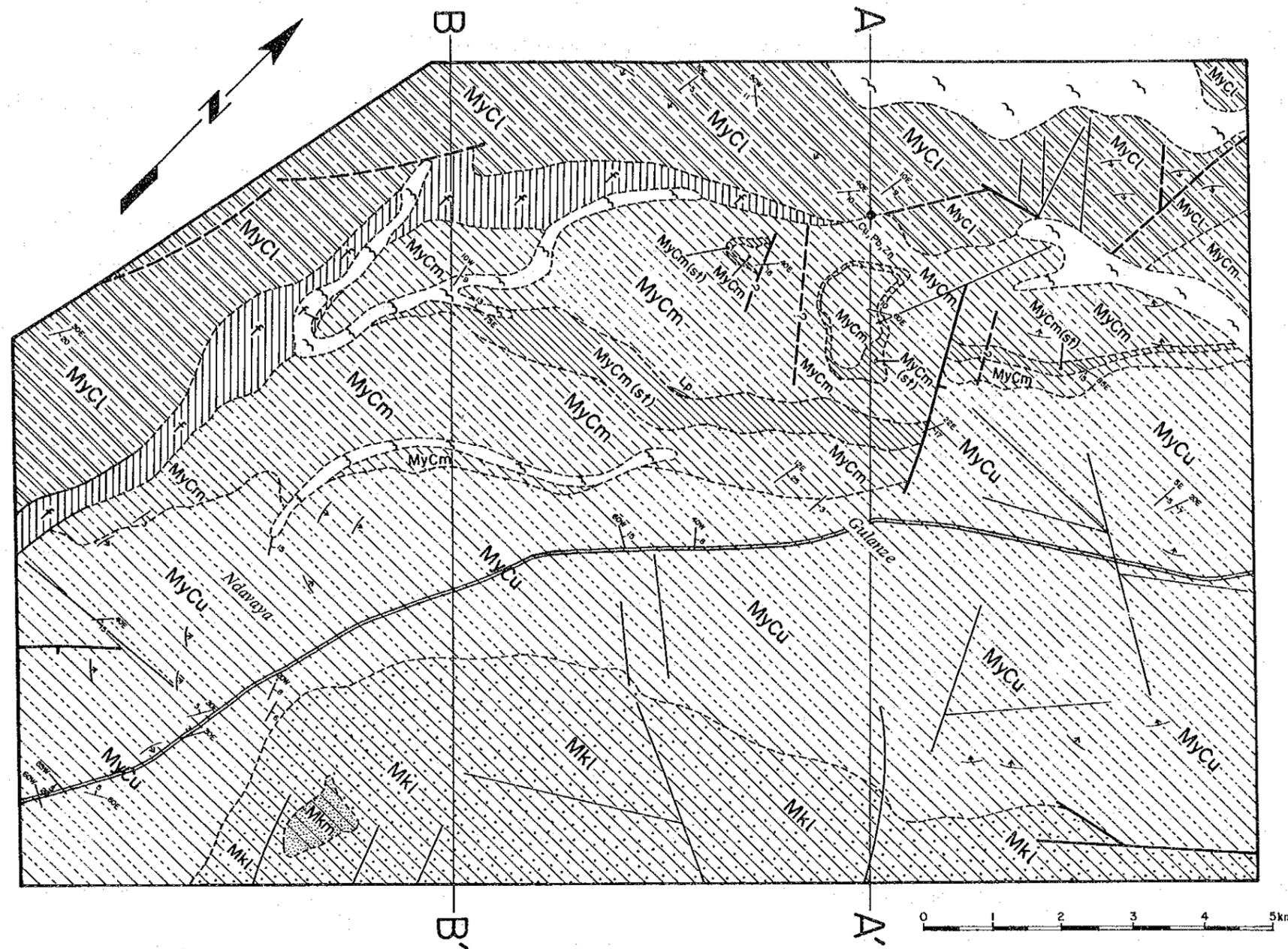
次生鉱石鉱物：孔雀石，藍銅鉱，銅藍，白鉛鉱，異極鉱，赤鉄鉱，磁赤鉄鉱，針鉄鉱，鱗織石

脈石鉱物：石英，方解石

鉱脈走向傾斜： $N25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ E・ $55^{\circ} \sim 70^{\circ}$ SE

鉱脈走向延長：300m以上

鉱脈幅：20cm~1.5m以上，周辺母岩数m 間に石英細脈を伴う



LEGEND

QUATERNARY	Recent		Alluvium
			Colluvium and residual soils
TERTIARY	Pliocene		Sands
			Sandstones/arkoses
JURASSIC			Sandstones/arkoses (Slates/siltstones/sandstones, Sl)
			Sandstones
			Sandstones (Slates/siltstones/sandstones, Sl)
TRIASSIC			Sandstones
			Sandstones/shales/siltstones
			Shales/siltstones, sl/sandstones Shales with nodules containing fossil fish
PERMIAN			Shales/siltstones, subordinate sandstones, s

Igneous Rocks	
	Lamprophyric dyke
	Geological boundary, known
	Geological boundary, approximate (including photo-interpretation)
	Photo-lineament
	Fault, downthrow indicated
	Fault inferred, downthrow indicated
	Bedding, dip indicated
	Bedding, dip < 15° indicated (air-photo interpretation)
	Mineral occurrence
	Spring
	Line of section

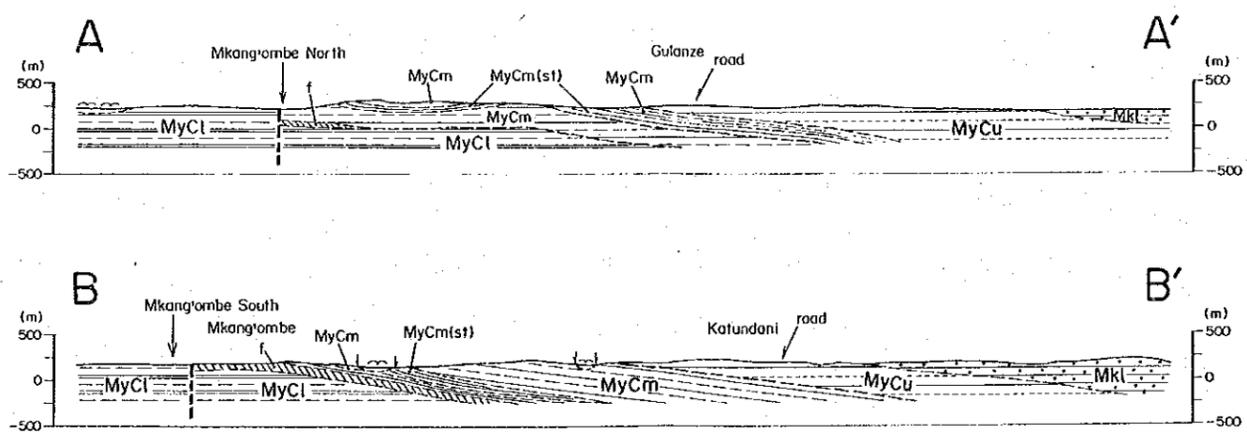
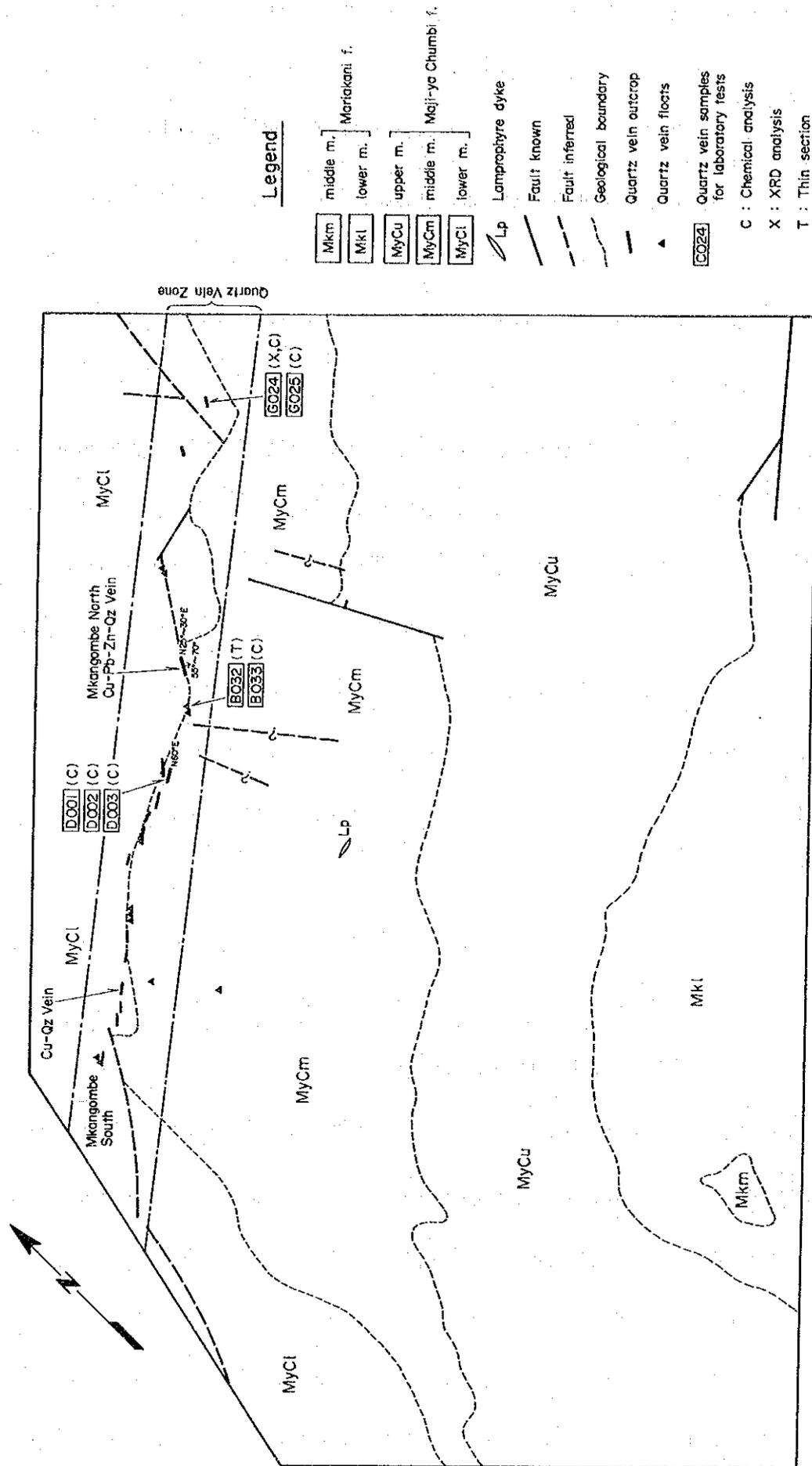


Figure II-3-1 Geological Map of the Mkwangombe Area



Assay Results of Quartz Vein Samples

Number of Sample	Au g/tonne	S % Total	Ag ppm	Cu %	Pb %	Zn %
B033	< 0.07	0.007	< 2	< 0.001	< 0.001	0.001
D001	< 0.07	0.007	< 2	< 0.001	0.001	0.002
D002	< 0.07	0.166	< 2	0.072	0.001	0.245
D003	< 0.07	0.009	< 2	0.004	< 0.001	0.005
G024	< 0.07	0.023	< 2	0.009	0.004	0.024
G025	< 0.07	0.013	< 2	0.001	0.002	0.004

Figure II-3-2 Quartz Vein Zone in the Mkwangombe Area

熱水変質 : 不明瞭

母 岩 : Maji-ya-Chumvi層シルト岩(MyCl)

断層運動 : 石英脈際に明瞭な鏡肌がみられ、母岩は破碎による角礫化及び粘土化を受けている。母岩の破碎は、石英脈上盤側で強く、幅0.5m~2m以上に及ぶ。

鉍石分析結果 : 銅, 鉛, 亜鉛は、%台のものがある。貴金属は殆ど含まれていない。

3-3 ボーリング調査結果

3-3-1 概 説

Mkangombe North 鉍徴の石英脈分布及びボーリング位置をFigure II-3-3に、ボーリング地質断面図をFigure II-3-4に示す。

ボーリング諸元をTable II-3-1に示す。

ボーリング調査は2孔、計201.25mからなる。MJKM-8孔は、方鉛鉍を含む破碎帯及びその下盤にあると思われる石英脈の深部調査を目的として、MJKM-9孔は、鉍況の最も優勢な銅-石英脈部の深部調査を目的として実施された。

試錐方向は石英脈の方向にほぼ直交する N63° W とされ、傾斜は石英脈の推定傾斜60~70° S に対し-65° とされた。

Table II-3-1 DDH in Mkangombe Area

Hole No.	Direction	Inclination	Elevation	Hole Length
MJKM-8	N 63° W	-65 °	218.0m	100.65m
MJKM-9	N 63° W	-65 °	214.0m	100.60m

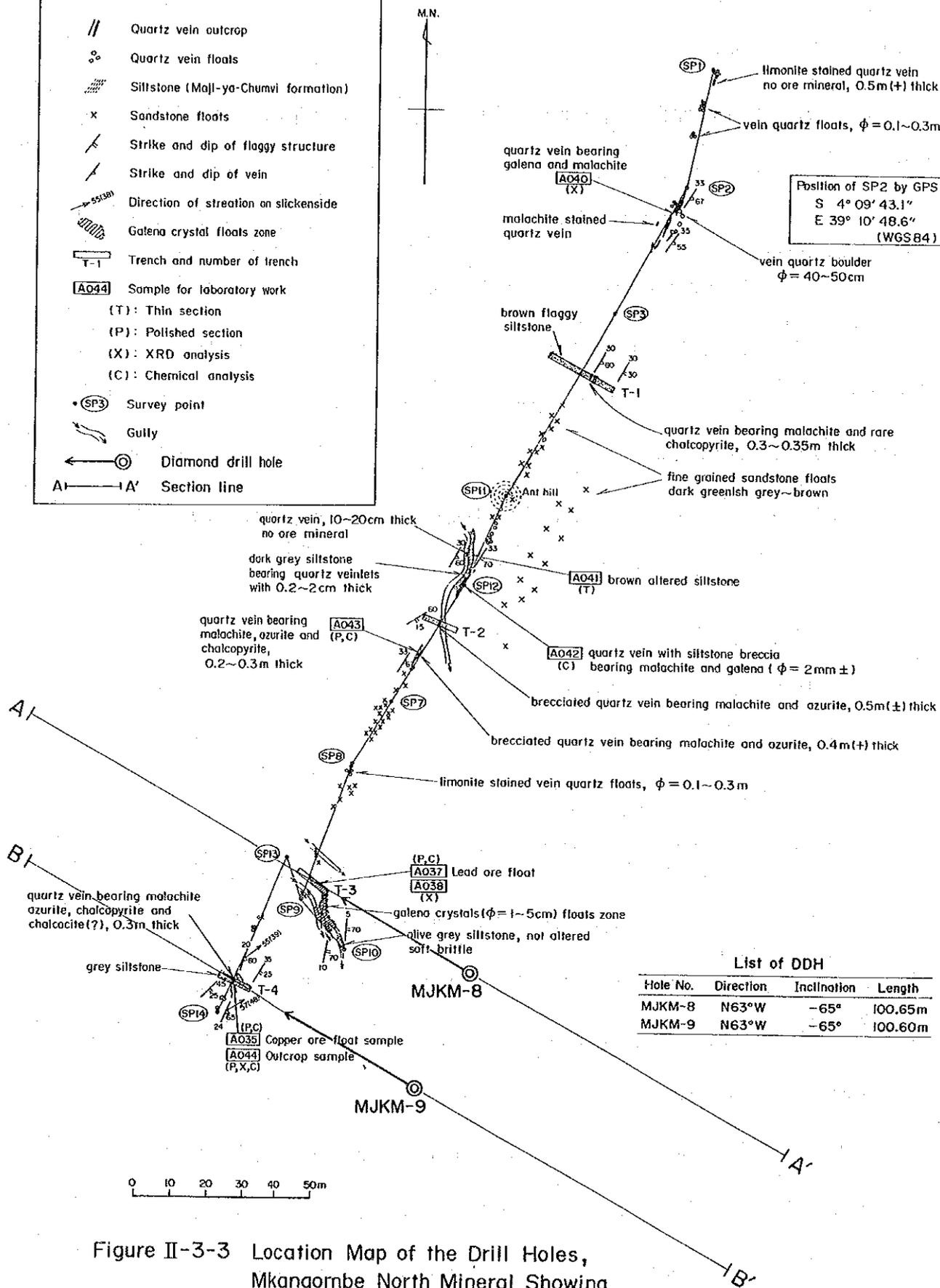
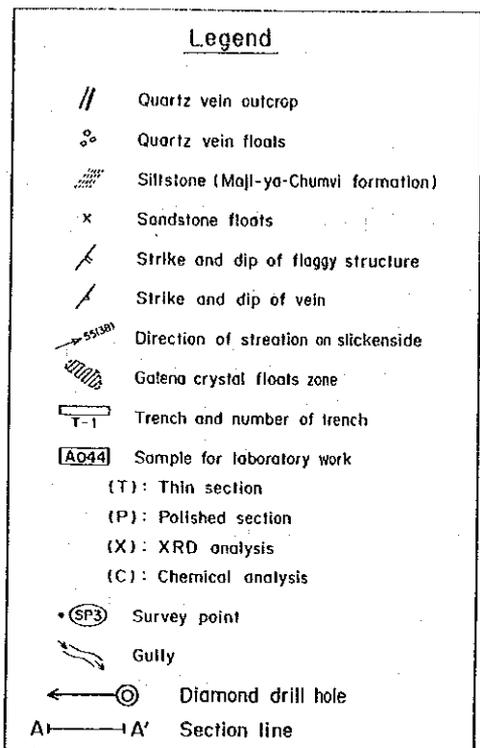
3-3-2 ボーリング孔の地質

(1)MJKM-8 孔

本孔の地質は、表土(0m-2.0m)とMaji-ya Chumvi層(2.0m-100.65m)からなり、途中で断層破碎帯(60.15m-68.85m)と閃亜鉛鉍鉍脈(66.10m-66.40m)を挟む。

Maji-ya-Chumvi層は、孔口から安定した岩相の暗灰色縞状泥岩(2.0m-83.00m)が続き、孔底近くで灰色縞状細粒砂岩(83.00m-100.65m)に変わる。泥岩中には方解石細脈が発達する。縞状構造のコア角は52°~80°を示す。本層中に鉍化変質は殆ど認められない。

断層破碎帯は粘土化は少なく、角礫化と石英、方解石、黄鉄鉍などの細脈、網状脈の形成を主



List of DDH

Hole No.	Direction	Inclination	Length
MJKM-8	N63°W	-65°	100.65m
MJKM-9	N63°W	-65°	100.60m

Figure II-3-3 Location Map of the Drill Holes,
Mkwangombe North Mineral Showing

としている。鉍脈はこの中に胚胎する。

風化帯は浅く、深度約8mで未風化岩に達している。

(2)MJKM-9 孔

本孔の地質は、MJKM-8孔の地質とほぼ同じで、表土(0m-0.5m)とMaji-ya-Chumvi層(0.5m-100.50m)からなり、途中に断層破碎帯(59.80m-63.00m)と閃亜鉛鉍-石英脈(60.51m-60.71m)及び黄銅鉍-石英脈(61.39m-61.65m)の2鉍脈を挟む。

Maji-ya-Chumvi 層は、孔口より安定した岩相の暗灰色縞状泥岩(0.5m-80.30m)が続き、孔底近くで灰色縞状細粒砂岩(80.30m-100.60m)に変わる。泥岩中には方解石細脈が発達する。縞状構造のコア角は 62° ~ 90° を示す。

断層破碎帯には角礫化と石英、方解石、黄鉄鉍などの細脈~網状脈が主に見られ、粘土化は少ない。鉍脈はこの中に胚胎する。鉍脈周辺には珪化変質が見られる。

風化帯は浅く、深度約5.5mで未風化岩に達している。

3-3-3 鉍化作用

(1)MJKM-8 孔

深度66.10m-66.40m間で鉍脈に着鉍した。着鉍状況は次のとおりである。探査対象であった方鉛鉍を含む断層粘土や厚みのある石英脈は出現していない。Figure II-3-5に着鉍部スケッチを示す。

着鉍深度：66.10m-66.40m

着鉍角：上盤 52° ，下盤 54° ，平均 53°

鉍脈真幅：約24cm

鉍脈傾斜：約 63° SEと推定

鉍 況：褐色塊状閃亜鉛鉍を主とし、微量の黄鉄鉍、水晶粒と体積で約10%以下の泥岩礫を含む。

母岩状況：変質は殆ど見られない。鉍脈の上下約1mは角礫化を強く受けており、石英細脈(幅3cm以下)や黄鉄鉍細脈(幅3mm以下)が発達する。

この他、深度74.38mに閃亜鉛鉍-方解石脈、幅2.5cm(+), 着鉍角 50° が見られる。閃亜鉛鉍は径1-10mmで10粒ほどみられ、微量の黄銅鉍、黄鉄鉍を伴っている。

(2)MJKM-9 孔

2本の鉍脈、①閃亜鉛鉍-石英脈(60.51m-60.71m)、②黄銅鉍-石英脈(61.39m-61.65m)に着

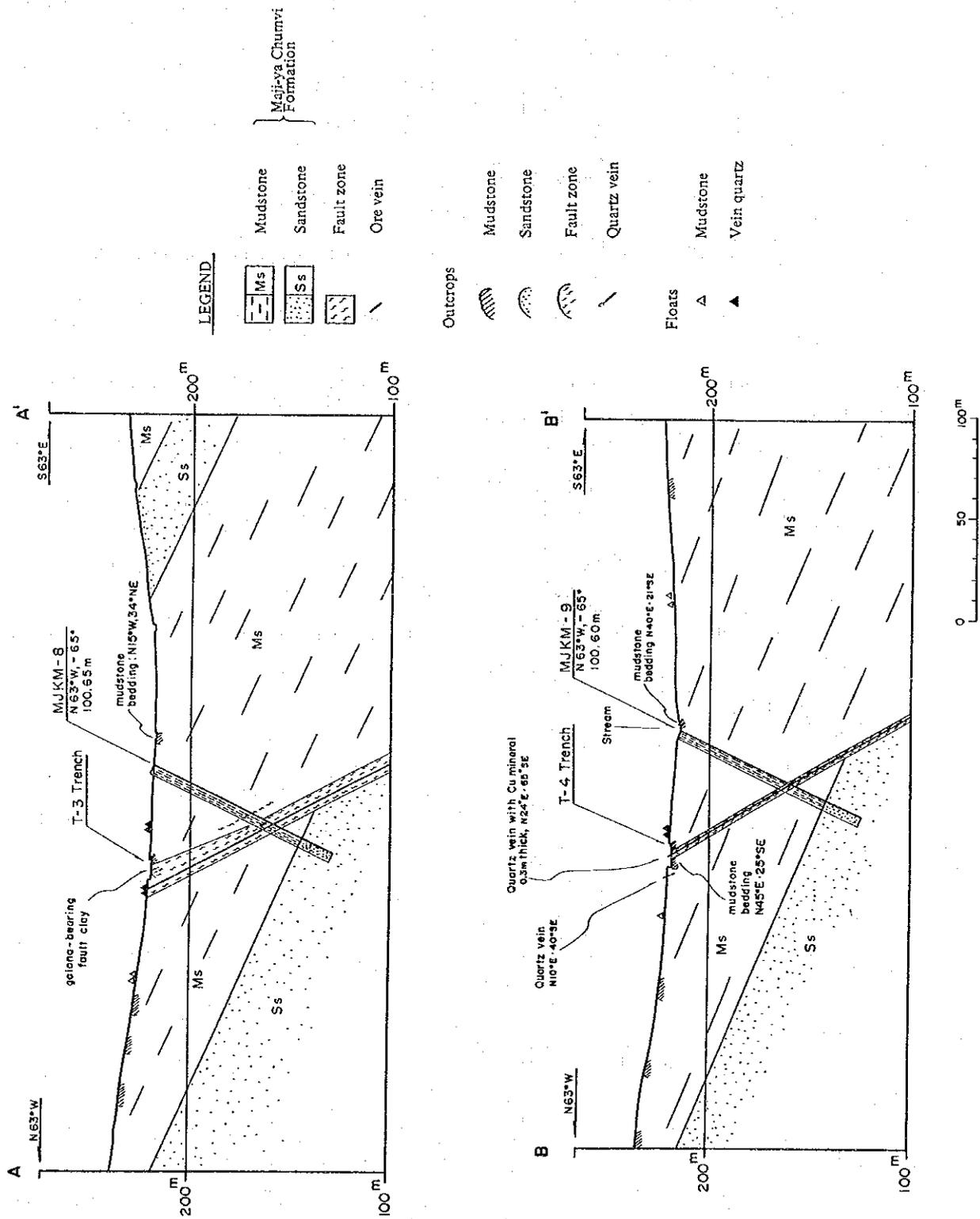


Figure II-3-4 Geological Sections along the Drill Holes, Mkangombe Area

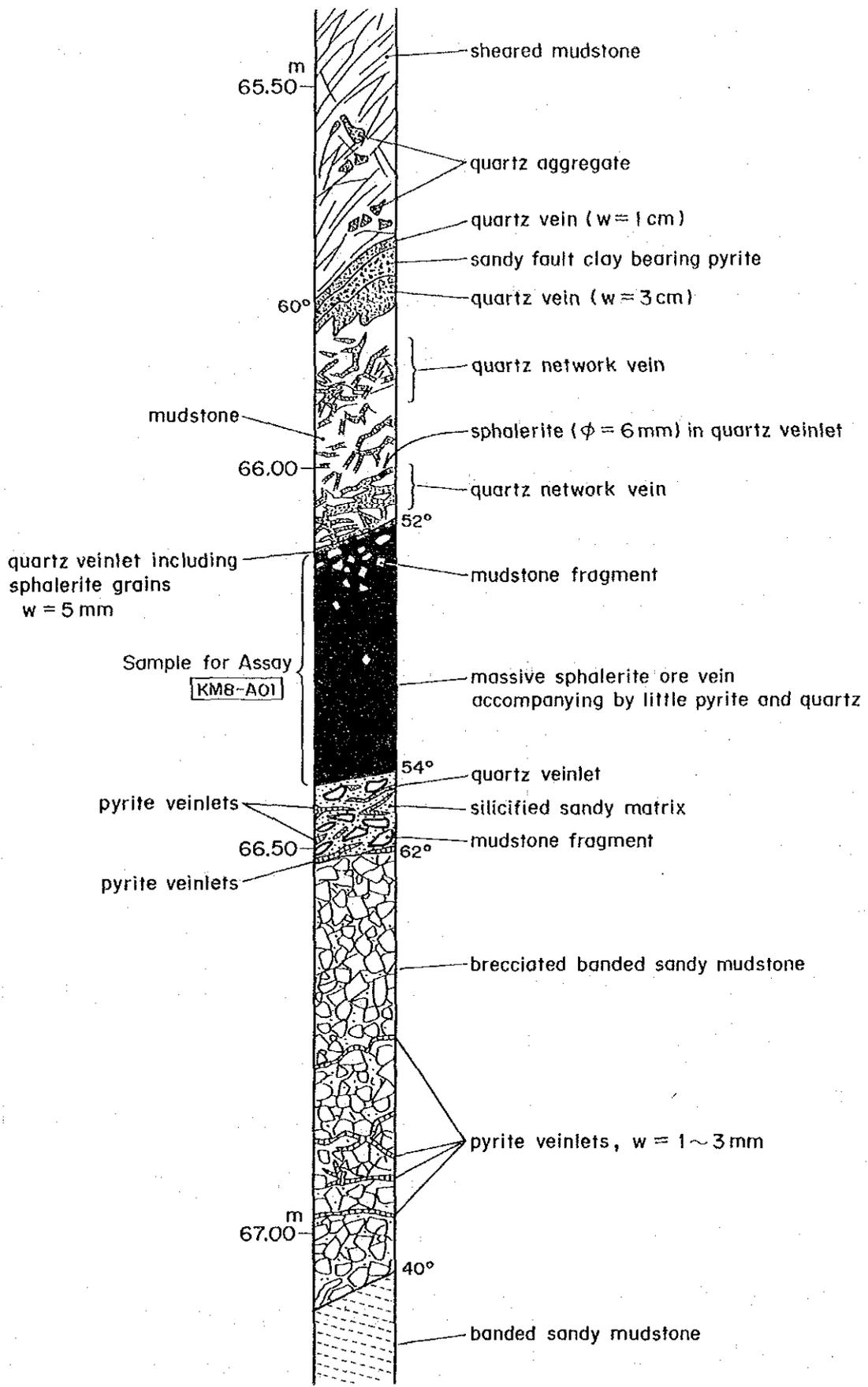


Figure II-3-5 A Sketch of Ore Vein intersected in DDH MJKM-8

鉱した。本孔の鉱脈は、NJKMM-8 孔と異なり石英脈からなり、②黄銅鉱-石英脈が、地表のT-4 トレンチに見られる銅鉱物-石英脈に対応するとみられる。Figure II-3-6に着鉱部スケッチを示す。着鉱状況は次のとおりである。

①閃亜鉛鉱-石英脈

着鉱深度：60.51m-60.71m

着鉱角：上盤 56°，下盤 52°，平均 54°

鉱脈真幅：約 16cm

鉱脈傾斜：約 60° SEと推定

鉱況：閃亜鉛鉱は石英脈下盤側に多く、下盤より幅 2cm が塊状閃亜鉛鉱脈、それより上盤側の幅 4cm が散点状閃亜鉛鉱含有石英脈である。それ以外の部分は、泥岩礫を含む石英からなる。閃亜鉛鉱は微量の黄銅鉱を伴っている。

母岩状況：鉱脈の上盤側 0.5m 程は角礫化を強く受けており、石英細脈（幅 8mm 以下）や黄鉄鉱細脈（幅 1mm 以下）が発達する。下盤側は強珪化泥岩からなり、②黄銅鉱-石英脈に変わる。

②黄銅鉱-石英脈

着鉱深度：61.39m-61.65m

着鉱角：上盤 55°，下盤 55°，平均 55°

鉱脈真幅：約 21cm

鉱脈傾斜：約 60° SEと推定

鉱況：黄銅鉱は、粒径 1~5mm で、石英脈の上盤側、幅約 8cm 間に散点状に分布する。

母岩状況：鉱脈の下盤側 1.5m 程は、角礫化を強く受けており、石英細脈（幅 1cm 以下）や黄鉄鉱細脈（幅 2mm 以下）が発達する。

この他、深度 72.06m-72.20m には、幅 1~10mm を有する石英網状脈があり、微量の黄銅鉱が認められる。黄銅鉱は粒径 1mm 以下で、10粒弱が散在する。

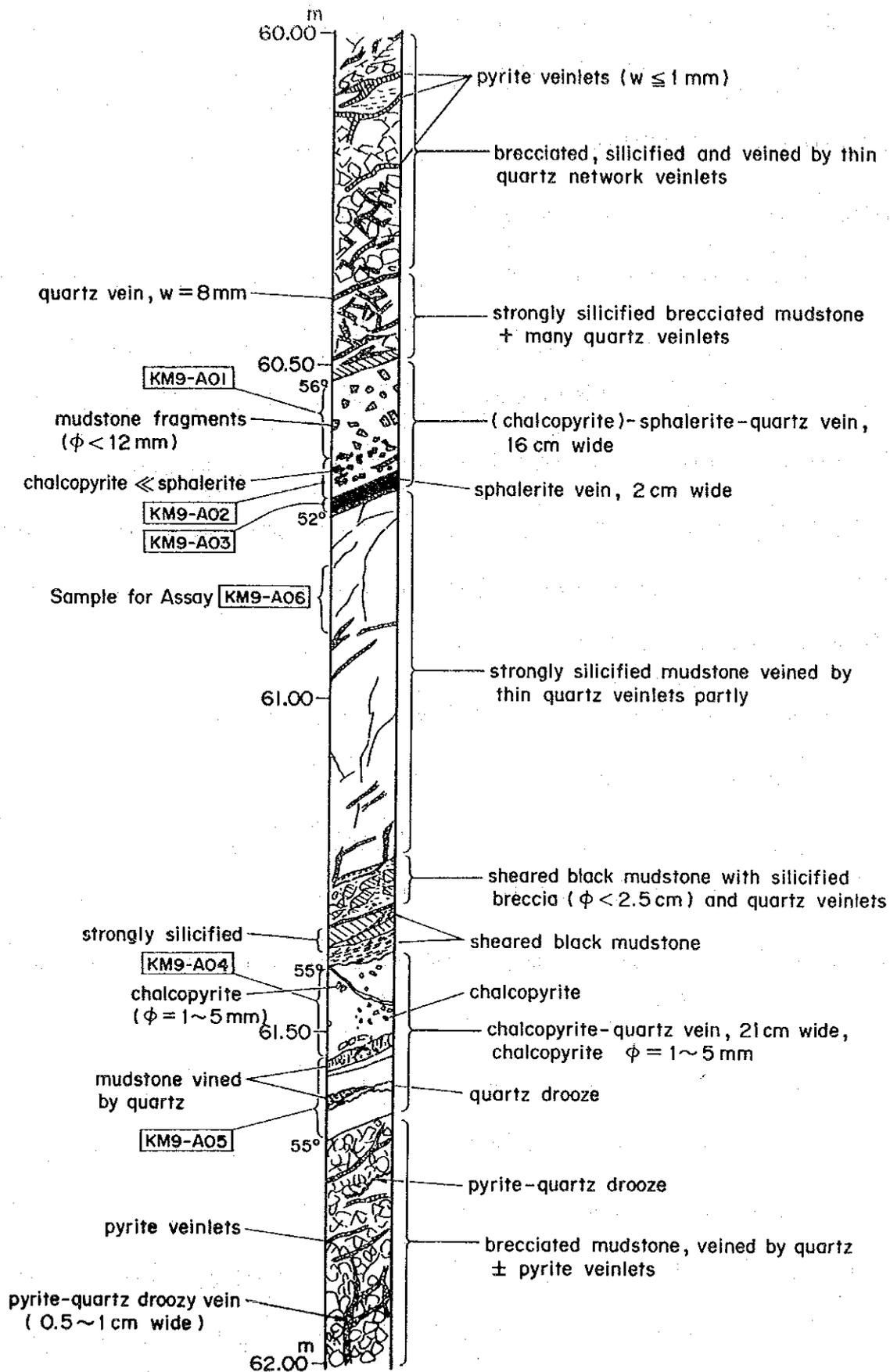


Figure II-3-6 A Sketch of Ore Vein intersected in DDH MJKM-9

3-4 鉍石分析結果

着鉍部の鉍石分析結果をTable II-3-2に示す。全体に亜鉛の鉍化が優勢で、銅の微弱な鉍化が伴われ、金、銀、鉛の鉍化は殆ど見られない。MJKM-8孔の閃亜鉛鉍脈は、Zn=59.1%と高品位であり、ほとんどが閃亜鉛鉍からなっていることを示す。

Table II-3-2 Results of the Chemical Analysis of Drill Core Samples, Mkangombe Area

Sample No.	Hole No.	Depth (m)	Cu %	Pb %	Zn %	Au g/t	Ag ppm	Ba %
KM8-A01	MJKM-8	66.10-66.40	0.028	0.007	59.1	<0.017	4	0.01
KM8-A02	MJKM-8	74.37-74.40	0.007	0.001	4.41	<0.017	<2	<0.01
KM9-A01	MJKM-9	60.51-60.62	0.034	0.002	0.090	<0.017	<2	<0.01
KM9-A02	MJKM-9	60.62-60.69	0.024	0.002	11.60	<0.017	<2	<0.01
KM9-A03	MJKM-9	60.69-60.71	0.049	0.004	40.3	<0.017	8	<0.01
KM9-A04	MJKM-9	61.39-61.52	0.330	0.001	0.220	<0.017	<2	0.01
KM9-A05	MJKM-9	61.52-61.65	0.072	0.002	0.800	<0.017	<2	0.01
KM9-A06	MJKM-9	60.80-60.90	0.003	0.001	0.300	<0.017	<2	0.01

3-5 考 察

3-5-1 鉍床賦存のポテンシャル

ボーリング調査の結果、Mkangombe North 卑金属石英脈鉍徴は、地表部鉍況より地下深部の鉍況が優勢であることが判明し、地下深部での鉍床賦存可能性が高まった。MJKM-8孔で出現した、石英を殆ど伴わない厚さ24cmの塊状閃亜鉛鉍脈は、経済的鉍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。

今回実施された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程度である。このことは、Mkangombe North 鉍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おり、本鉍徴の本格的探査は今後に残されているといえる。

また今回、ケニア側地質技術者によって自主的に実施された石英脈鉍化帯の地質踏査では、Mkangombe South 鉍徴付近で、銅鉍物を含む石英脈の露頭及び転石が新たに発見され、石英脈鉍化帯内の鉍床賦存可能性が高められた。

3-5-2 今後の調査

Mkangombe North 鉱徴では、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。地表部と地下深部の鉱況は、MJKM-8孔に見られるように、必ずしも対応しているわけではないので、地表部鉱況が必ずしも良くなくても深部探査の必要がある。

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を実施してトレンチやボーリング調査の対象を見出し、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。

第4章 Mrina-Jombo 地区

4-1 調査方法

地化学探査(精査)を調査面積 6km², 踏査距離60.0km, 土壌試料採取数606 試料の内容で実施した。土壌試料採取パターンは, 100m×100m グリッドである。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のち, 分析用試料としてカナダ, Chemex Labs 社に送付された。現地調査には, 既存の縮尺1/50,000地形図を縮尺1/5,000 に拡大した地形図が用いられた。地化学探査に並行して地質踏査が行われ, その結果は, 縮尺1/5,000 の地質図及び断面図としてまとめられた。

4-2 地質調査結果

4-2-1 地 質

調査対象となったKiruku Hill 区域及びNguluku Hill区域の地質図及び同断面図をFigure II-4-1に示す。地質は, 三疊紀のMaji-ya-Chumvi層, 白亜紀のアグロメレート(火道角礫岩), 第四紀の崩積土からなる。第2年次の地質図では, Kiruku Hill の周辺には第3紀のMagarini層が描かれているが, 今回の調査結果では, Magarini層の分布は局所的であり, 大半はMaji-ya-Chumvi層からなることが判明した。Magarini層とMaji-ya-Chumvi層の分布境界位置は, 今回の調査では明らかになっていない。

(1)Maji-ya-Chumvi 層(MyCu)

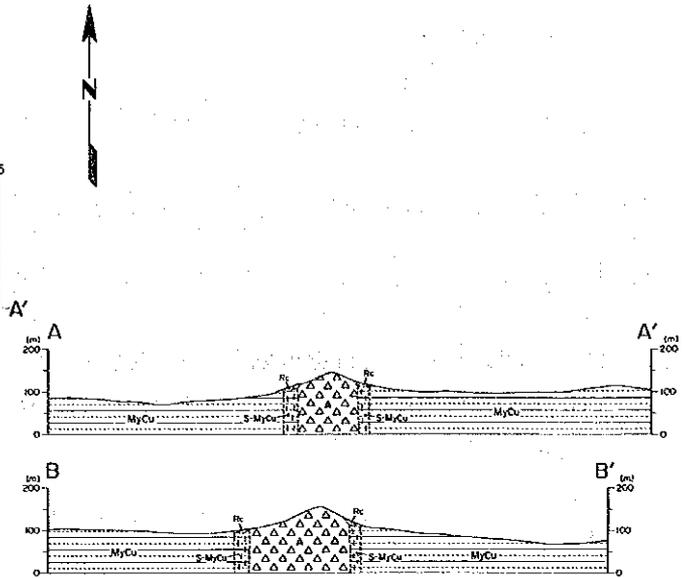
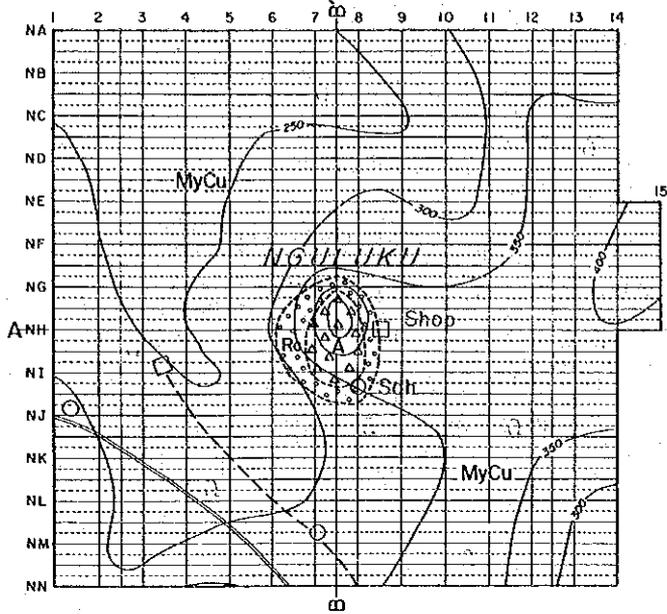
Maji-ya-Chumvi層上部層(MyCu)がKiruku Hill 及び Nguluku Hill のアグロメレート岩体周辺に広く分布する。岩相は主として細粒から中粒の砂岩からなる。Kiruku Hill アグロメレート岩体の周囲及び同岩体内には珪化や褐鉄鉱化を受けた砂岩, 石英細脈の入る砂岩, また, 破碎を受けた砂岩などがよく見られる。このうち, 破碎を受けた砂岩は, アグロメレート岩体の貫入に伴って周囲に形成されたものとみられるもので, Kiruku Hill では幅約50m が推定されている。地質図では, この破碎砂岩相をS-MyCuとして区分した。Nguluku Hillでは, この破碎砂岩相は確認されていないが, 貫入形式が同じであることから, 断面図には推定で表現している。

(2) アグロメレート(A)

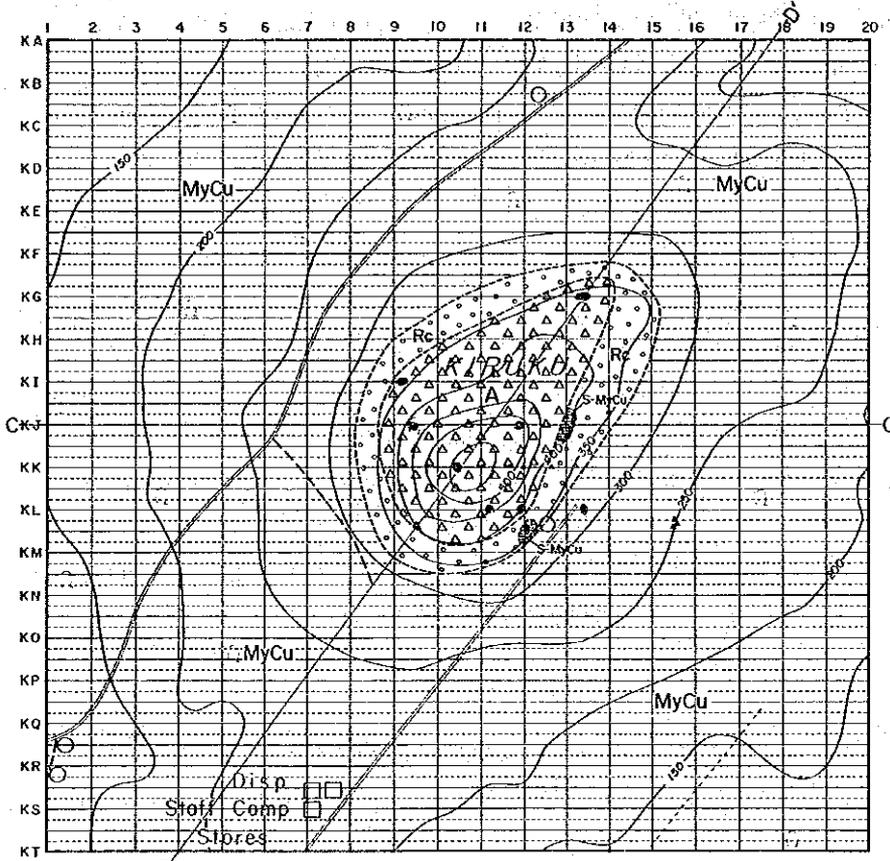
火道角礫岩とみられ, Kiruku Hill とNguluku Hillの地形突出部を占めて分布する。平面分布は楕円状で, Kiruku Hill ではNE方向長径約750m, NW方向短径約400m, Nguluku HillではNS方向長径約230m, EW方向短径約150mを数える。

Kiruku Hill のアグロメレートは, 珪化, 粘土化などの変質作用のほか, 風化やそれに伴われ

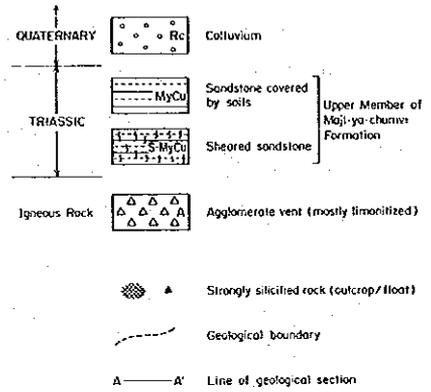
Nguluku Hill Sub-area



Kiruku Hill Sub-area



LEGEND



0 500m

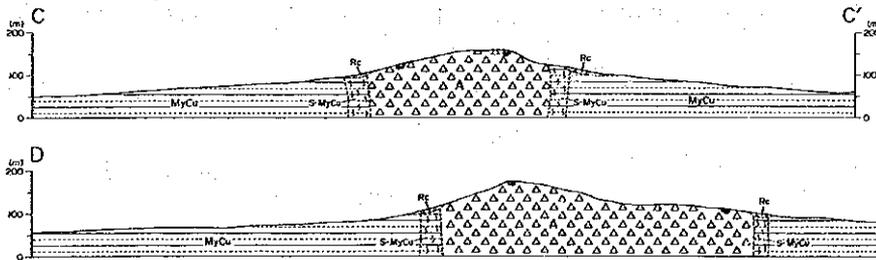


Figure II-4-1 Geological Map of the Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-Area

た鉄-マンガン汚染により、岩相不明瞭となっているものが多い。礫は火山礫サイズが主で、礫種は砂岩が多く、ほか細粒半深成～深成火成岩などがみられる。鏡下では炭酸塩化も観察され、また、碎屑鉱物として長石類、苦灰石、菱鉄鉱、燐灰石、重晶石などがみられる。

Nguluku Hillのアグロメレートは、多数の、火山礫サイズ以下の頁岩、砂岩角礫を含有する桃褐色の緻密な岩石である。肉眼的には風化や変質は不明瞭で、新鮮に見えるものが多いが、鏡下では、種々の程度に炭酸塩化を受けている。碎屑鉱物としては石英、長石類、方解石、苦灰石、アンケライト、重晶石、燐灰石、黄鉄鉱などが認められる。

4-2-2 地質構造

中生代堆積岩類は、北西部ではWNW-ESE からENE-WSW 走向で北へ緩傾斜、東部ではNNE-SSW 走向で東へ緩傾斜する構造を有すると推定される。Magarini層はほぼ水平の堆積構造を有する。

断層にはWNW-ESE 方向とENE-WSW の2 方向が認められ、航空写真によるリニアメントでも両系統のものが判読される。

ランプロファイアー岩脈は、N60° W, N75° W, N40° E などの方向に貫入しており、これらの貫入方向は、断層やリニアメントの方向と類似している。

4-2-3 鉱微・鉱化帯

Kiruku Hill に珪化岩が分布することは、これまで、文献あるいは第二年次の調査により知られてきたが、今回の調査により、分布規模や方向、また、地化学異常との関係などが明かになった。珪化岩帯として大小二つが確認された。大きな方は、Kiruku Hill 山頂部を占める珪化岩帯であり、これを山頂部珪化岩帯と仮称する。小さい方は、山頂の北東約 500m の尾根部に分布するもので、これを北東部珪化岩帯と仮称する。

山頂部珪化岩帯は、幅150m～250m、NW-SE 方向で、アグロメレート及び砂岩を横断して約800mの延長が推定されるが、その先は露出や転石が欠如しており、不明となっている。北東部珪化岩帯は、KG測線沿いに約40mの露出が1箇所確認されているだけで、分布範囲、方向には不明な点が多い。

珪化岩は、いずれも、褐鉄鉱、赤鉄鉱、黒色酸化マンガン鉱物などを混じえる緻密堅硬な岩石で、変質の程度は強く、原岩組織は殆ど消失している。鏡下では体積で20% 以下の重晶石が認められるものがある（薄片試料G012）。硫化鉱物は、酸化が進んでいるため残留していない。

岩石分析結果をTable II-4-1に示す。Au, Ba, Fe, Mn, Nb, Y, REEなどの元素の珪化岩や、褐鉄鉱質コンクリーション中への濃集が認められる。珪化の見られないNguluku Hillのアグロメレートにはこれらの元素の濃集はない。

Table II-4-1 Result of the Chemical Analysis of Rock Samples

Sample No.	Au ppb	Ba ppm	Sr ppm	U ppm	Th ppm	Fe %	Mn ppm	P ppm
A005 S	10	3870	463	8.9	243	7.11	>10000	1670
A013 S	35	2820	266	28.0	172	6.63	255	1660
E004 L	<5	7760	2600	92.0	184	>15.00	4990	8970
G010 S	<5	4190	389	8.9	321	13.05	8770	2350
G016 S	<5	2400	418	5.9	697	>15.00	4210	2460
H001 S	520	2830	597	7.1	201	6.65	1255	3440
H005 S	<5	>10000	1490	5.9	12	>15.00	>10000	2370
E006 A	<5	590	588	6.3	28	8.05	2280	>10000
E009 A	<5	770	606	7.4	26	6.07	1630	>10000
E013 A	<5	740	611	5.9	24	6.06	1550	>10000

Sample No.	Nb ppm	Y ppm	La ppm	Ce ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Tb ppm	Yb ppm	Lu ppm
A005 S	150	220	2491	4044	782	99.0	30.0	8.5	17.0	2.40
A013 S	1370	220	2023	2849	903	113.0	34.0	11.0	15.0	1.80
E004 L	1150	580	2221	4088	>1000	276.0	85.0	28.0	39.0	5.20
G010 S	990	770	1655	2920	>1000	290.0	90.0	27.0	40.0	5.30
G016 S	710	620	2770	4425	>1000	186.0	55.0	21.0	44.0	6.00
H001 S	305	270	6844	8008	>1000	136.0	36.0	13.0	21.0	2.60
H005 S	5	95	187	234	158	41.0	17.0	6.8	13.0	1.70
E006 A	210	75	245	514	181	30.0	8.9	3.2	5.1	0.96
E009 A	200	70	254	513	190	28.0	8.9	3.0	4.6	0.66
E013 A	180	60	195	436	158	26.0	8.4	2.5	4.8	0.63

S : Silicified agglomerate taken from Kiruku Hill

L : Limonitic concretion taken from Kiruku Hill

A : Agglomerate taken from Nguluku Hill

4-3 地化学探査結果

4-3-1 分析及び解析方法

各指示元素の分析方法及び検出限界をTable II-4-2に示す。

各指示元素の分析結果について単一変量解析及び主成分分析を行った。これらの解析に際してはKiruku Hill 区域とNguluku Hill区域を一括し、合計 600試料を母集団とした。その理由は、これら2区域の地質状況及び探査対象鉱化作用が同一であることから、全体としてポテンシャルを検討することが適当であると考えられたことによる。

なお解析に際して、検出限界以下の値は、統計処理から外し、また、検出上限値以上の値は検出上限値を用いて統計処理した。

4-3-2 単一変量解析

(1) 標準統計量

標準統計量をTable II-4-3に示す。

(2) 累積頻度分布としきい値の設定

しきい値の設定は次の基準により行った。

基準1：複合母集団（地化学異常+バックグラウンド）からなる累積頻度分布を、複数の単元母集団の累積頻度分布に分割し、分割された各単元母集団の累積頻度を合成して得られる合成累積頻度曲線と実測データとを比較及び照合することにより、しきい値を決定する。

基準2：累積頻度分布曲線が直線的で、単一単元母集団からなると考えられる場合には、平均値 (m) と標準偏差 (σ) により $m + 2\sigma$ をしきい値とする。

基準3：検出限界値以下の値がデータの大部分を占める指示元素については、全標本数の2.27%を占める高含有量側集団の最小値をしきい値とする。2.27%の意味は、正規母集団において $m + 2\sigma$ 以上の値を示す標本数の割合である。

累積頻度分布図及び単元母集団を分離した累積頻度分布解析図をFigure II-4-2に示す。しきい値及びしきい値を求めた基準の種類をTable II-4-4に示す。

Table II-4-2 Analytical Procedures

Element	Unit	Description	Method	Detection Limit	Upper Limit
Au	ppb	Fuse 30g sample	FA-NAA	1	10000
Ba	ppm	-	ICP-AES	10	10000
Sr	ppm	-	ICP-AES	1	10000
Nb	ppm	-	XRF	5	10000
Y	ppm	-	XRF	5	10000
U	ppm	-	NAA	1	10000
Th	ppm	-	NAA	0.1	10000
La	ppm	-	NAA	1	10000
Ce	ppm	-	NAA	2	10000
Nd	ppm	-	NAA	5	1000
Sm	ppm	-	NAA	0.1	500
Eu	ppm	-	NAA	0.5	100
Tb	ppm	-	NAA	0.1	100
Yb	ppm	-	NAA	0.1	1000
Lu	ppm	-	NAA	0.1	500
Fe	%	-	ICP-AES	0.01	15.00
Mn	ppm	-	ICP-AES	5	10000
P	ppm	-	ICP-AES	10	10000

FA-NAA : Fusion Assay - Neutron Activation Analysis

ICP-AES : Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry

XRF : Fusion, plasma array

NAA : Neutron Activation Analysis

- : Not Specified

Table II-4-3 Statistics of Geochemical Data

Element	Unit	Number of Samples	*	Max.	Min.	Mean (m)	Standard Deviation (σ)	$m+2\sigma$
Au	ppb	600	353	160	<1	8.0	0.424	56.3
Ba	ppm	"	600	9970	20	419.2	0.525	4707.3
Sr	ppm	"	600	1430	8	79.2	0.443	608.3
Nb	ppm	"	600	1300	15	136.0	0.423	953.3
Y	ppm	"	600	660	30	89.4	0.286	334.3
U	ppm	"	596	310	<1	7.51	0.174	16.69
Th	ppm	"	600	501	9	60.2	0.370	330.2
La	ppm	"	600	6700	35	212.2	0.454	1717.9
Ce	ppm	"	600	7020	66	285.6	0.334	1328.1
Nd	ppm	"	600	2260	15	108.4	0.375	610.0
Sm	ppm	"	600	271	3.5	18.54	0.352	93.85
Eu	ppm	"	600	105	0.5	4.34	0.464	36.79
Tb	ppm	"	600	25	0.4	2.50	0.328	11.30
Yb	ppm	"	600	50	2.8	8.35	0.232	24.32
Lu	ppm	"	600	7.2	0.3	1.26	0.216	3.42
Fe	%	"	600	13.05	0.06	2.507	0.371	13.812
Mn	ppm	"	600	9610	5	897.7	0.496	8809.5
P	ppm	"	600	7310	30	79.2	0.373	2414.2

* : Number of samples over lower detection limits

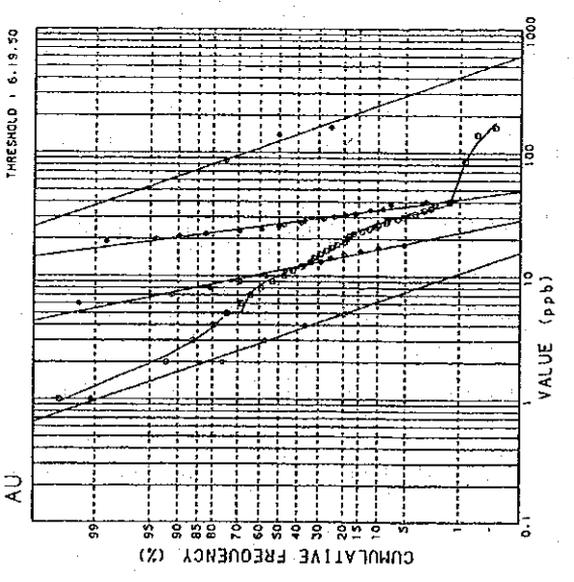
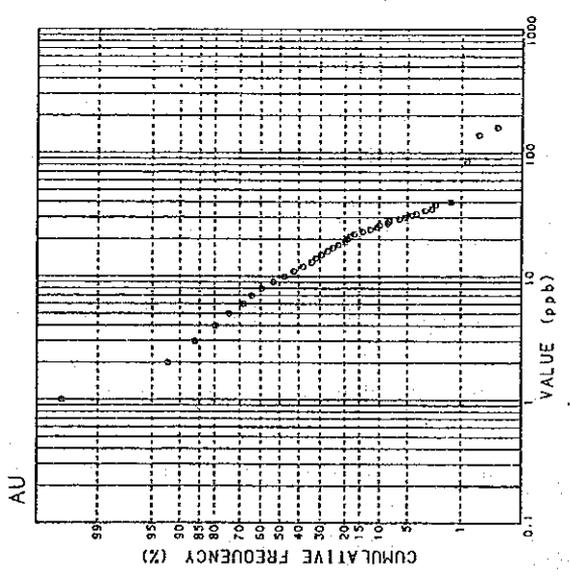
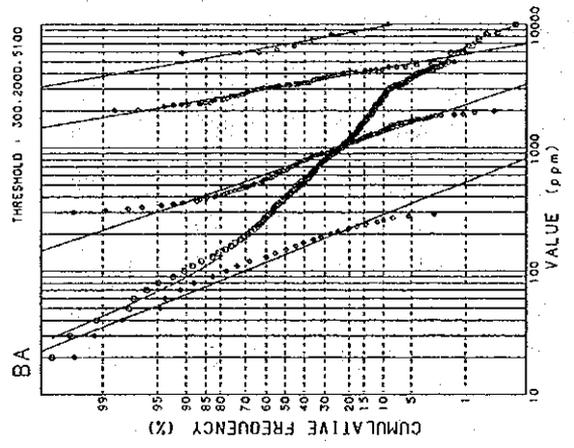
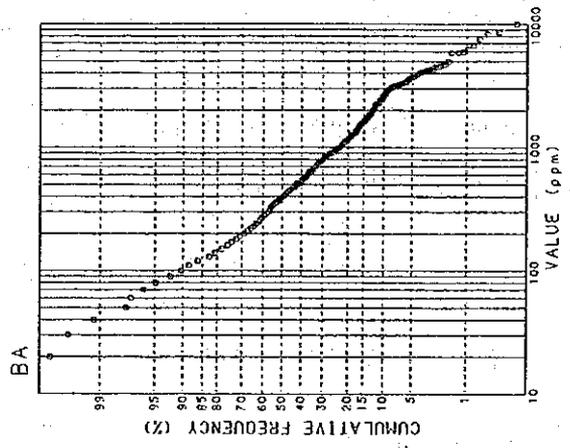
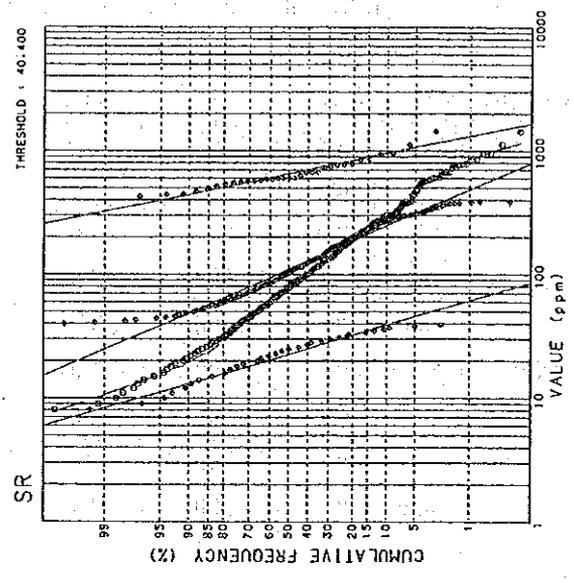
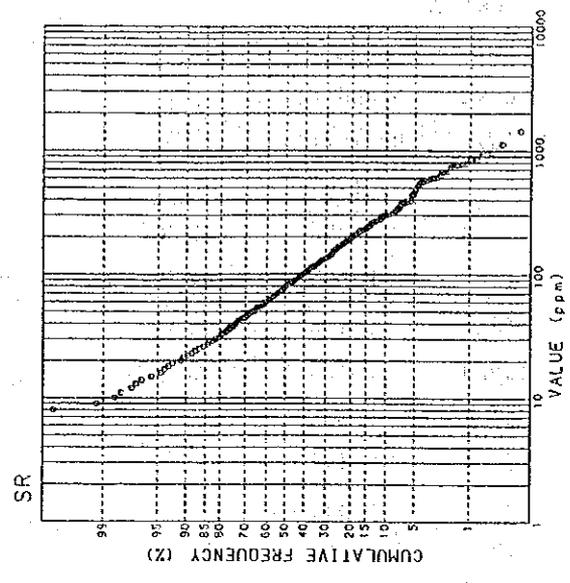


Figure II-4-2 (1) Cumulative Frequency Curves and Partition of Populations, Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area

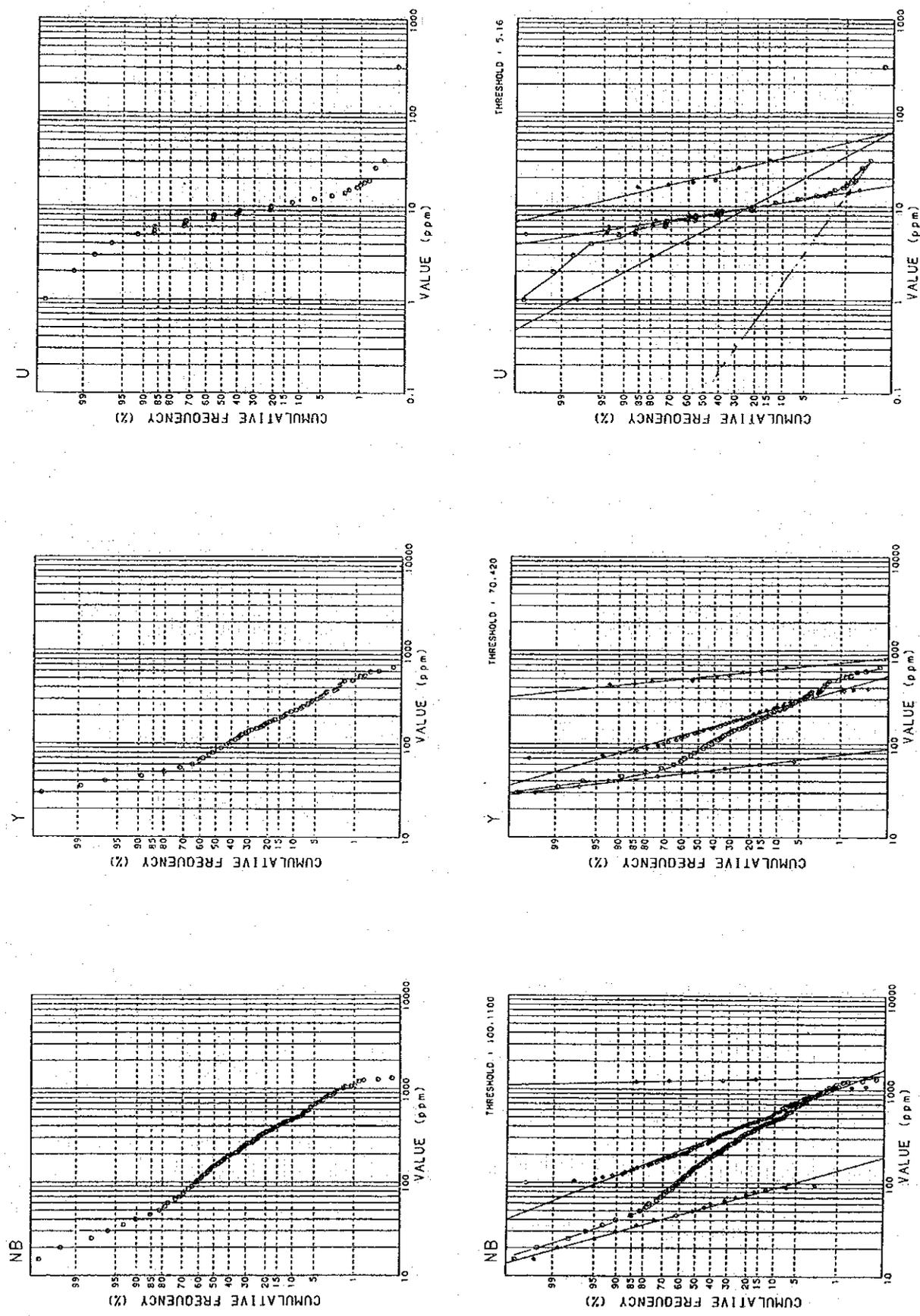


Figure II-4-2 (2) Cumulative Frequency Curves and Partition of Populations, Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area

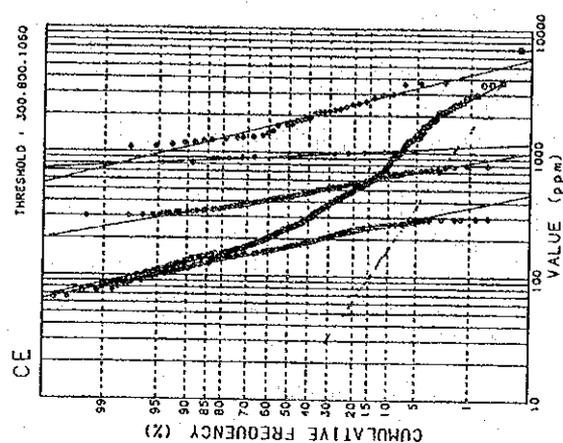
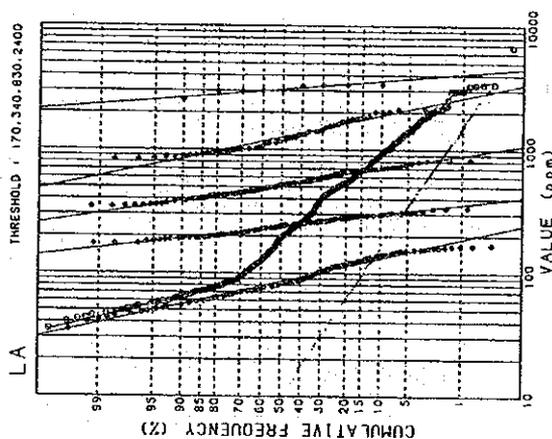
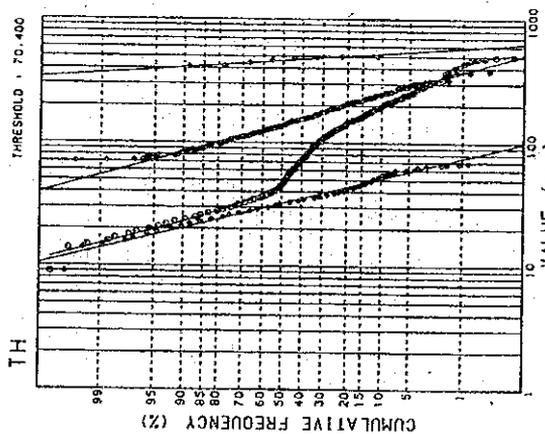
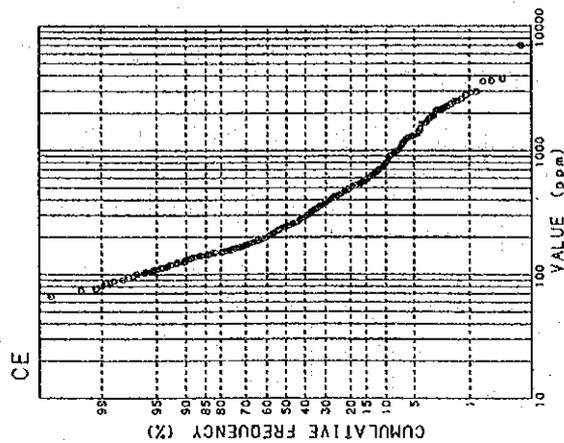
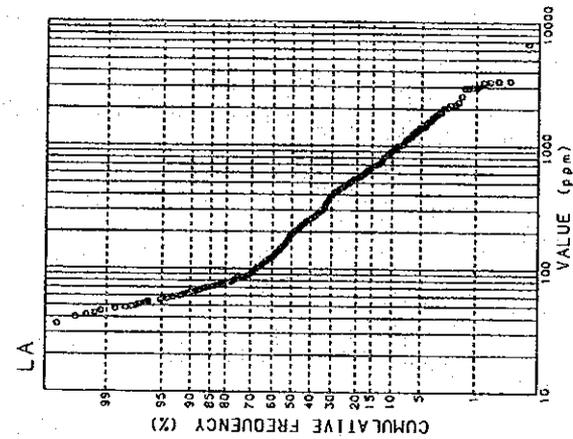
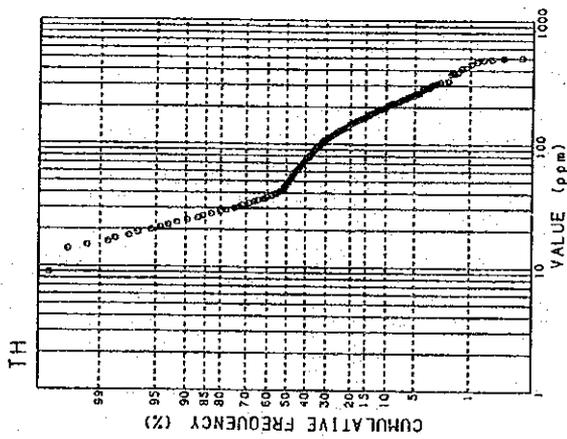


Figure II-4-2 (3) Cumulative Frequency Curves and Partition of Populations, Kiraku Hill and Nguluku Hill Sub-area

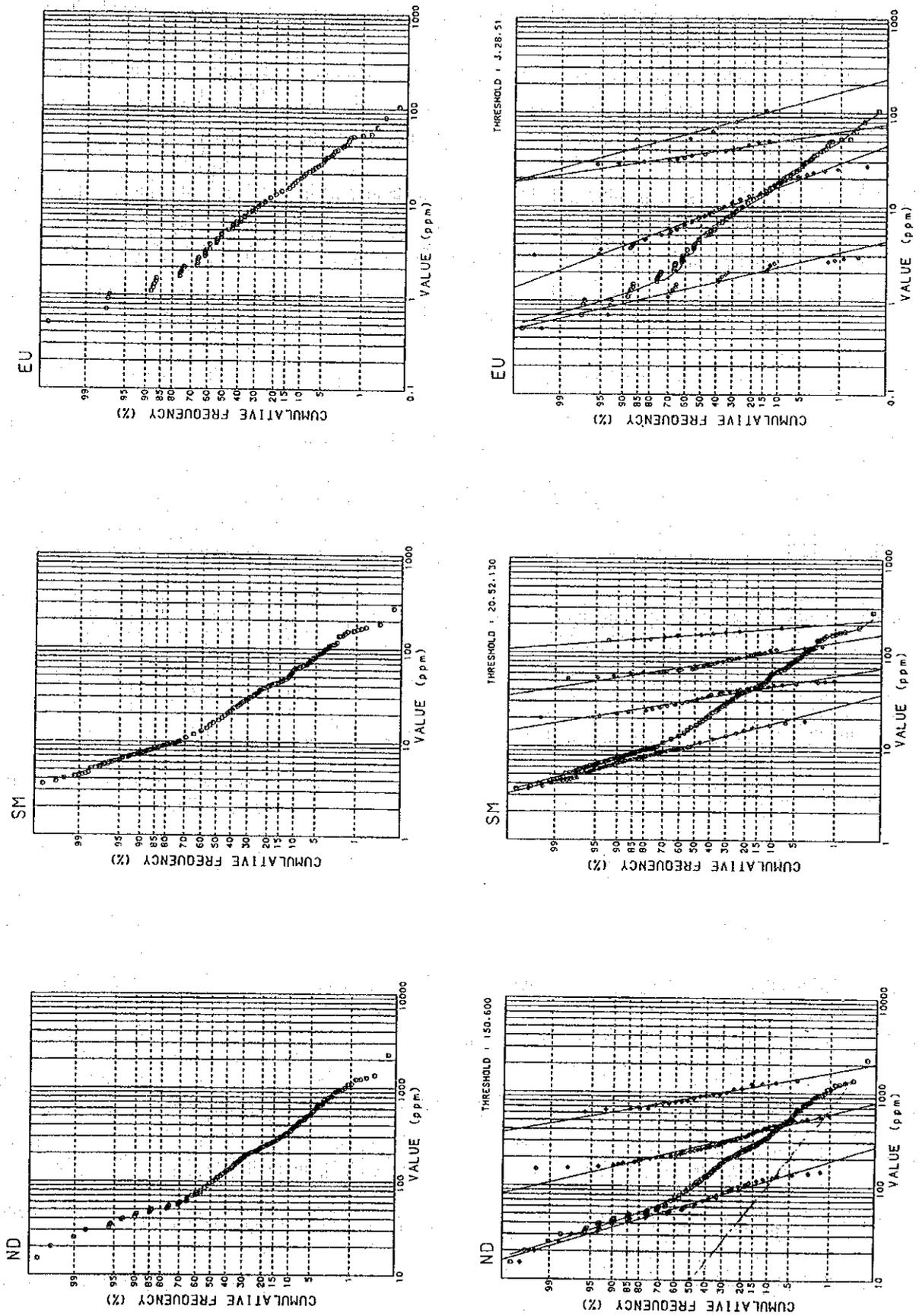


Figure II-4-2 (4) Cumulative Frequency Curves and Partition of Populations, Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area

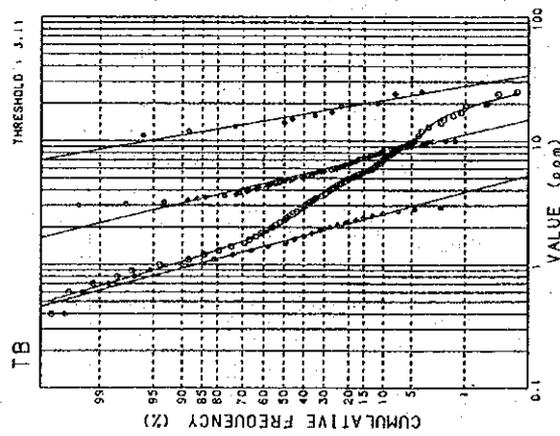
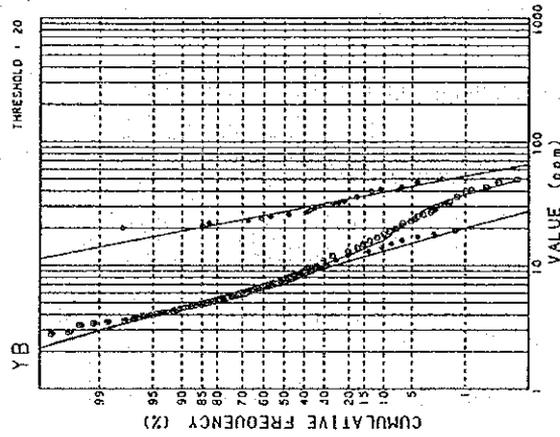
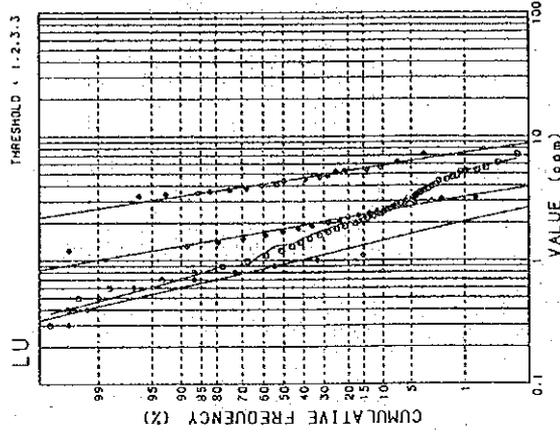
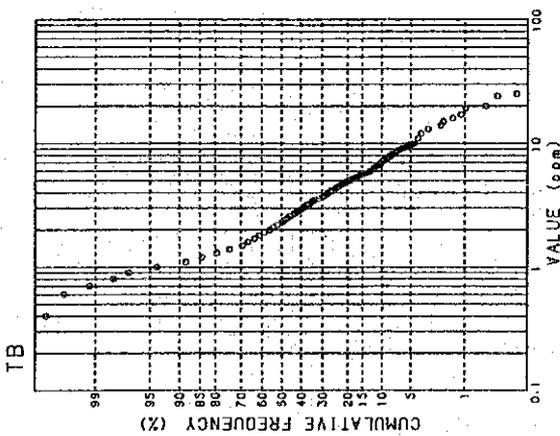
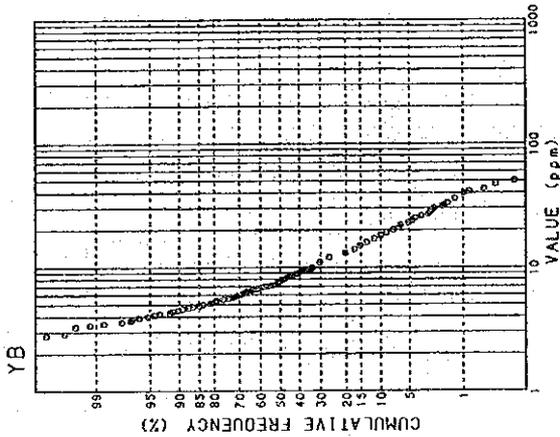
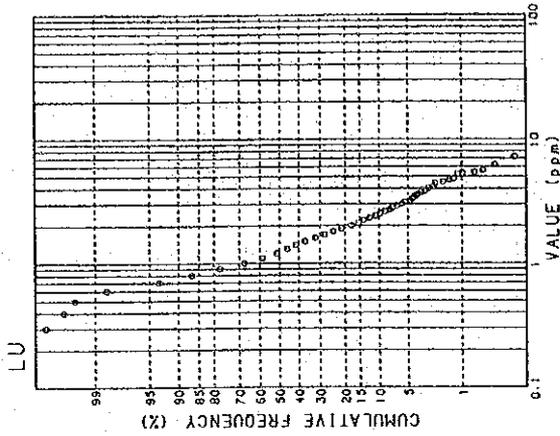


Figure II-4-2 (5) Cumulative Frequency Curves and Partition of Populations, Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area

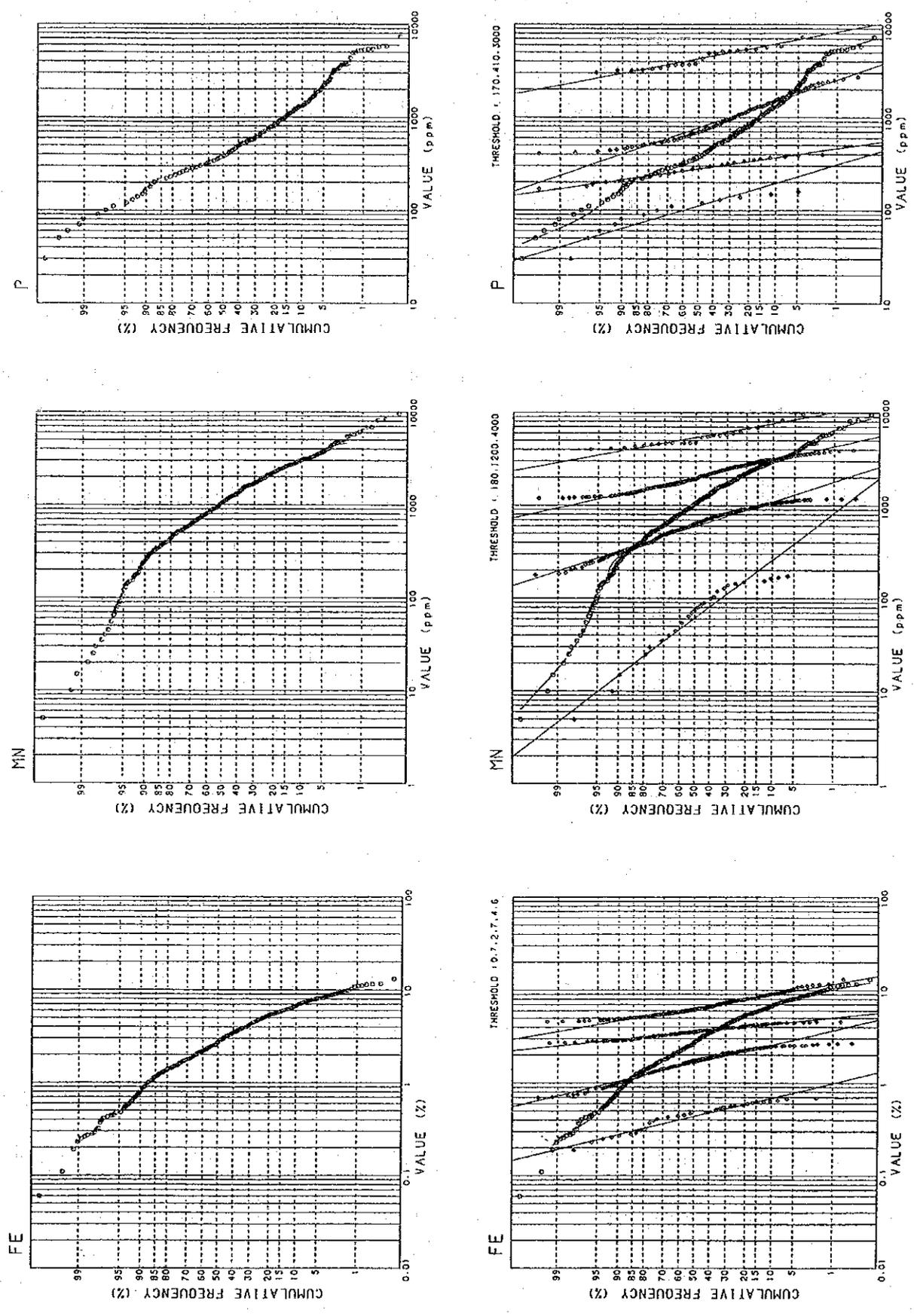


Figure II-4-2 (6) Cumulative Frequency Curves and Partition of Populations, Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area

Table II-4-4 Threshold and Number of Anomalous Samples

Element	Threshold	Number of Anomalous Samples			Ratio (%)	Applied Criterion
		Kiruku H.	Nguluku H.	Total		
Au	50ppb	3	0	3	0.5	1
Ba	5100ppm	10	0	10	1.7	1
Sr	480ppm	13	16	29	4.8	1
Nb	1100ppm	5	0	5	0.8	1
Y	420ppm	12	0	12	2.0	1
U	16ppm	6	1	7	1.2	1
Th	400ppm	7	1	8	1.3	1
La	2400ppm	10	0	10	1.7	1
Ce	1060ppm	42	1	43	7.2	1
Nd	600ppm	25	0	25	4.2	1
Sm	130ppm	13	0	13	2.2	1
Eu	51ppm	6	0	6	1.0	1
Tb	11ppm	24	1	25	4.2	1
Yb	20ppm	44	1	45	7.5	1
Lu	3.3ppm	26	1	27	4.5	1
Fe	9.2%	13	1	14	2.3	3
Mn	4000ppm	25	0	25	4.2	1
P	4200ppm	3	8	11	1.8	1

4-3-3 主成分分析

(1) 指示元素間の相関

Table II-4-5に相関係数を示す。

相関係数はすべて正の相関を示している。Uを除く元素間の相関は強く、ほぼ相関係数0.7以上を示す。Nb, Y, Th, REE 相互間の相関は特に強く、相関係数は0.9以上が約半数を占める。Uは例外的に他の元素との相関が低く、相関係数は最大でも、U-Luの0.434にすぎない。

(2) 主成分分析

Table II-4-6に主成分分析結果を示す。

Uを除く全元素が第1主成分に高い寄与率を示し、特にNb, Y, REE, Th, Baが、寄与率0.8以上で高い。第1主成分はNb, REEほか全般的な金属元素の濃集を示しており、高スコア試料の分布は、後述する地化学異常帯と一致することから、珪化作用に伴う多種元素の濃集を示す主成分と解される。第1主成分の寄与率は、約81%と圧倒的に高い。

第2主成分と第3主成分は、共にUの寄与率が相対的に高く、主にUの挙動を説明する主成分である。第2主成分はUと負相関し、第3主成分はUと正相関している点で異なるが、地質との具体的な関係は不明である。

第1主成分から第3主成分までの累積寄与率は91.6%に達する。

4-3-4 地化学異常の検討

地化学異常の分布をFigure II-4-3及び別添図PL. 3~PL. 6に示す。

指示元素別に以下検討する。

Au : 異常値試料数 3, 最高値160ppb。異常値試料はすべてKiruku Hill の山頂付近に分布する。

Ba : 異常値試料数10, 最高値9,970ppm。異常値試料はすべてKiruku Hill にあり、大部分が山頂の北東約500mの尾根付近に分布する。

Sr : 異常値試料数29, 最高値1,430ppm。異常値試料はKiruku Hill とNguluku Hillにほぼ半数ずつ分かれる。Kiruku Hill では、大部分、山頂の北東約500mの尾根付近を中心に分布する。Nguluku Hillでは、全試料が山体を取り囲んで、アグロメレートを反映した分布を示す。

Nb : 異常値試料数 5, 最高値1,300ppm。異常値試料はすべてKiruku Hill にあり、大部分が山頂付近に分布する。

Y : 異常値試料数12, 最高値660ppm。異常値試料はすべてKiruku Hill にあり、大部分が山頂付近に分布する。

U : 異常値試料数 7, 最高値310ppm。異常値試料はKiruku Hill に 6試料, Nguluku Hillに 1

Table II - 4-5 Correlation Coefficients

	Au	Ba	Fe	Mn	P	Sr	U	Nb	Th	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Y
Au	---	353	353	353	353	353	349	353	353	353	353	353	353	353	353	353	353	353
Ba	0.753	---	600	600	600	600	596	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Fe	0.853	0.822	---	600	600	600	596	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Mn	0.736	0.823	0.865	---	600	600	596	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
P	0.717	0.815	0.849	0.738	---	600	596	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Sr	0.704	0.919	0.859	0.792	0.915	---	596	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
U	0.146	0.232	0.255	0.274	0.248	0.270	---	596	596	596	596	596	596	596	596	596	596	596
Nb	0.806	0.878	0.708	0.734	0.673	0.827	0.234	---	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Th	0.843	0.826	0.707	0.740	0.588	0.706	0.372	0.877	---	600	600	600	600	600	600	600	600	600
La	0.780	0.877	0.782	0.781	0.704	0.803	0.290	0.908	0.932	---	600	600	600	600	600	600	600	600
Ce	0.752	0.878	0.807	0.772	0.805	0.836	0.364	0.838	0.865	0.930	---	600	600	600	600	600	600	600
Nd	0.806	0.895	0.833	0.802	0.804	0.849	0.331	0.883	0.895	0.966	0.969	---	600	600	600	600	600	600
Sm	0.821	0.897	0.832	0.797	0.806	0.849	0.311	0.877	0.895	0.955	0.966	0.991	---	600	600	600	600	600
Eu	0.844	0.918	0.860	0.831	0.802	0.879	0.299	0.901	0.880	0.938	0.933	0.968	0.967	---	600	600	600	600
Tb	0.848	0.890	0.811	0.791	0.765	0.828	0.343	0.889	0.914	0.943	0.946	0.972	0.978	0.964	---	600	600	600
Yb	0.794	0.800	0.701	0.732	0.615	0.704	0.424	0.837	0.918	0.894	0.872	0.888	0.891	0.872	0.927	---	600	600
Lu	0.734	0.761	0.646	0.703	0.567	0.661	0.434	0.807	0.894	0.838	0.832	0.846	0.848	0.835	0.890	0.932	---	600
Y	0.851	0.872	0.733	0.759	0.673	0.781	0.291	0.921	0.929	0.908	0.878	0.911	0.915	0.910	0.937	0.931	0.897	---

Right upper : Number of Samples calculated

Left bottom : Correlation Coefficients

Table II -4-6 Summary of Principal Component Analysis

PRIN COMP	EIGEN VALUE	CONTRIB CUM	Au	Ba	Fe	Mn	P	Sr	U	Nb	Th	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Y
P 1	14.540	0.808	0.808	0.227	0.245	0.228	0.224	0.214	0.233	0.092	0.241	0.242	0.251	0.256	0.256	0.257	0.257	0.241	0.231	0.248
			FACTOR LOADING	.866	.933	.869	.854	.817	.887	.349	.918	.925	.956	.953	.978	.978	.979	.919	.880	.947
			CONTRIBUTION	.750	.870	.755	.728	.667	.786	.122	.842	.855	.913	.909	.956	.957	.959	.844	.775	.897
P 2	1.103	0.061	0.869	0.123	0.155	0.272	0.153	0.342	0.260	-0.665	-0.001	-0.216	-0.047	-0.029	-0.005	0.008	0.053	-0.060	-0.265	-0.318
			FACTOR LOADING	.129	.163	.285	.160	.359	.273	-.698	-.001	-.226	-.049	-.030	-.005	.008	.056	-.063	-.278	-.334
			CONTRIBUTION	.017	.027	.081	.026	.129	.074	.487	.000	.051	.002	.001	.000	.000	.003	.004	.077	.111
P 3	0.840	0.047	0.916	-0.188	0.039	0.252	0.167	0.390	0.269	0.666	-0.201	-0.218	-0.130	0.059	-0.005	-0.024	-0.008	-0.067	-0.142	-0.150
			FACTOR LOADING	-.172	.035	.231	.153	.358	.247	.610	-.184	-.199	-.119	.054	-.004	-.022	-.007	-.061	-.130	-.137
			CONTRIBUTION	.030	.001	.053	.023	.128	.061	.372	.034	.040	.014	.003	.000	.000	.090	.004	.017	.019
P 4	0.398	0.022	0.938	0.576	-0.218	0.407	0.410	-0.104	-0.255	0.077	-0.186	0.116	-0.178	-0.243	-0.164	-0.143	-0.054	-0.051	0.090	0.072
			FACTOR LOADING	.364	-.138	.257	.258	-.065	-.161	.048	-.117	.073	-.112	-.153	-.104	-.090	-.034	-.032	.057	.045
			CONTRIBUTION	.132	.019	.066	.067	.004	.026	.002	.014	.005	.013	.024	.011	.008	.001	.001	.003	.002
P 5	0.274	0.015	0.953	-0.390	0.321	-0.066	0.648	-0.344	0.152	-0.017	0.224	0.040	0.056	-0.187	-0.144	-0.185	-0.022	-0.157	-0.037	0.072
			FACTOR LOADING	-.204	.168	-.034	.339	-.180	.080	-.009	.117	.021	.029	-.098	-.075	-.097	-.012	-.082	-.019	.037
			CONTRIBUTION	.042	.028	.001	.115	.032	.006	.000	.014	.000	.001	.010	.006	.009	.000	.007	.000	.001
P 6	0.245	0.014	0.967	0.334	0.169	-0.145	-0.308	0.131	0.332	0.189	0.482	0.054	-0.221	-0.329	-0.250	-0.232	-0.059	-0.103	-0.039	0.052
			FACTOR LOADING	.165	.083	-.072	-.152	.065	.164	.093	.239	.026	-.110	-.163	-.124	-.115	-.029	-.051	-.019	-.026
			CONTRIBUTION	.027	.007	.005	.023	.004	.027	.009	.057	.001	.012	.027	.015	.013	.001	.003	.000	.001

試料である。Kiruku Hill では、4 試料が、山頂の北東約500mの尾根付近を中心に、NW-SE の方向に分布する。

Th : 異常値試料数 8, 最高値501ppm。異常値試料はKiruku Hill に 7試料, Nguluku Hillに 1 試料である。Kiruku Hill では、5 試料が山頂付近にNW-SE 方向で分布し、2 試料が山頂の北東約500mの尾根付近にN-S 方向で分布する。

La : 異常値試料数10, 最高値6,700ppm。異常値試料はすべてKiruku Hill にある。Kiruku Hillでは、8 試料が山頂の北東約500mの尾根付近に、明瞭なNW-SE 方向を示して分布する。

Ce : 異常値試料数42, 最高値7,020ppm。異常値試料はKiruku Hill に41試料, Nguluku Hillに 1 試料である。Kiruku Hill では、山頂付近と山頂の北東約500mの尾根付近を中心にNW-SE から WNW-ESE の方向を示して分布する。

Nd : 異常値試料数25, 最高値2,260ppm。異常値試料はすべてKiruku Hill にある。Kiruku Hillでは、7 試料が山頂付近にNW-SE 方向で分布し、18試料が山頂の北東約500mの尾根付近から WNW-ESE 方向で東山麓に伸びた分布を示す。

Sm : 異常値試料数13, 最高値271ppm。異常値試料はすべてKiruku Hill にある。Kiruku Hill では、6 試料が山頂付近にNW-SE 方向で分布し、7 試料が山頂の北東約500mの尾根付近からNW-SE方向で東山麓に伸びた分布を示す。

Eu : 異常値試料数 6, 最高値105ppm。異常値試料はすべてKiruku Hill にある。Kiruku Hill では、4 試料が山頂付近にNW-SE 方向で分布し、2 試料が山頂の北東約500mの尾根付近に離れて分布する。

Tb : 異常値試料数25, 最高値25ppm。異常値試料はKiruku Hill に24試料, Nguluku Hillに 1 試料である。Kiruku Hill では、12試料が山頂付近に分布し、12試料が山頂の北東約500mの尾根付近を中心にNW-SE の方向を示して分布する。両異常部は中間で接合している

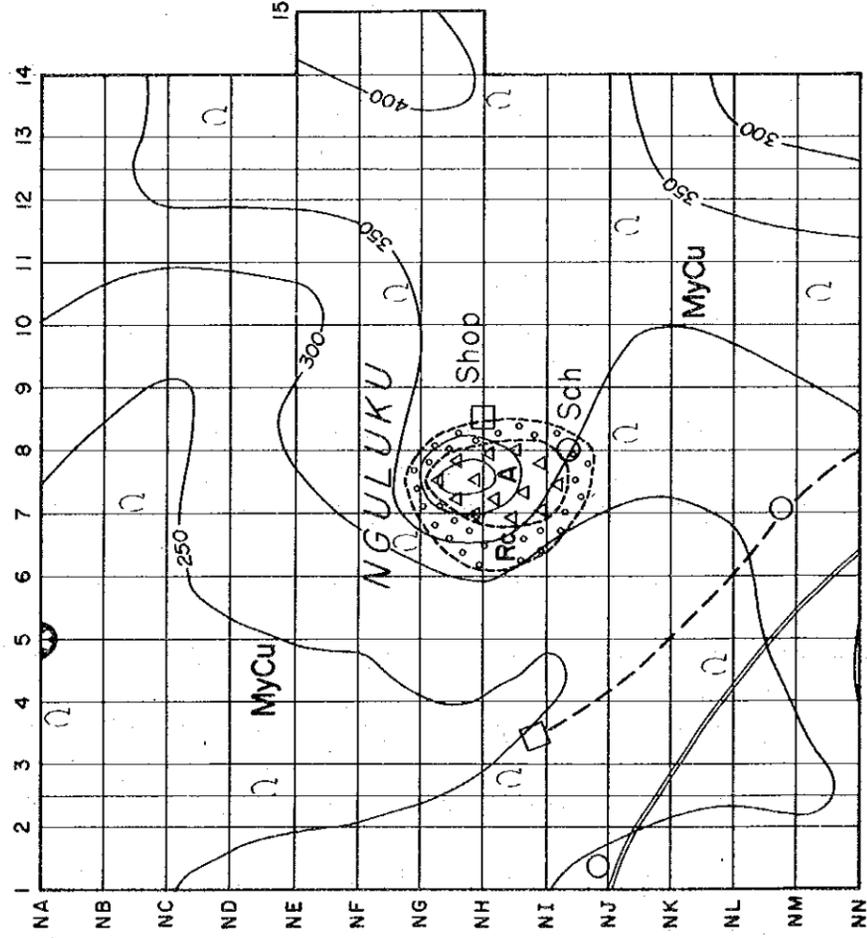
Yb : 異常値試料数45, 最高値50ppm。異常値試料はKiruku Hill に44試料, Nguluku Hillに 1 試料である。Kiruku Hill では、山体上部から東山麓にかけて広く分布する。40ppm 以上の高異常部は、主に山頂付近に分布している。

Lu : 異常値試料数27, 最高値7.2ppm。異常値試料はKiruku Hill に26試料, Nguluku Hillに 1 試料である。Kiruku Hill では、山頂付近と山頂の北東約500mの尾根付近を中心に、中間で接合しながら分布する。5ppm以上の高異常部は、主に山頂付近に分布している。

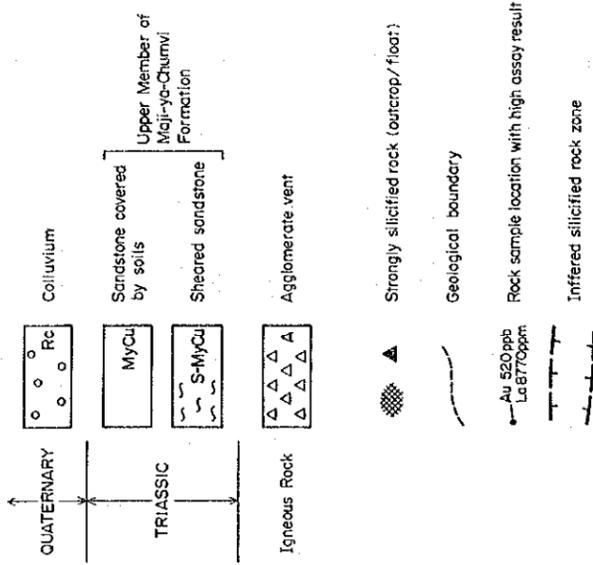
Fe : 異常値試料数14, 最高値13.05%。異常値試料はKiruku Hill に13試料, Nguluku Hillに 1 試料である。Kiruku Hill では、4 試料が山頂付近に分布し、9 試料が山頂の北東約500mの尾根付近を中心にNW-SE の方向を示して分布する。

Mn : 異常値試料数25, 最高値9,610ppm。異常値試料はすべてKiruku Hill にある。Kiruku Hillでは、6 試料が山頂付近にNW-SE 方向で分布し、17試料が山頂の北東約500mの尾根付近に同

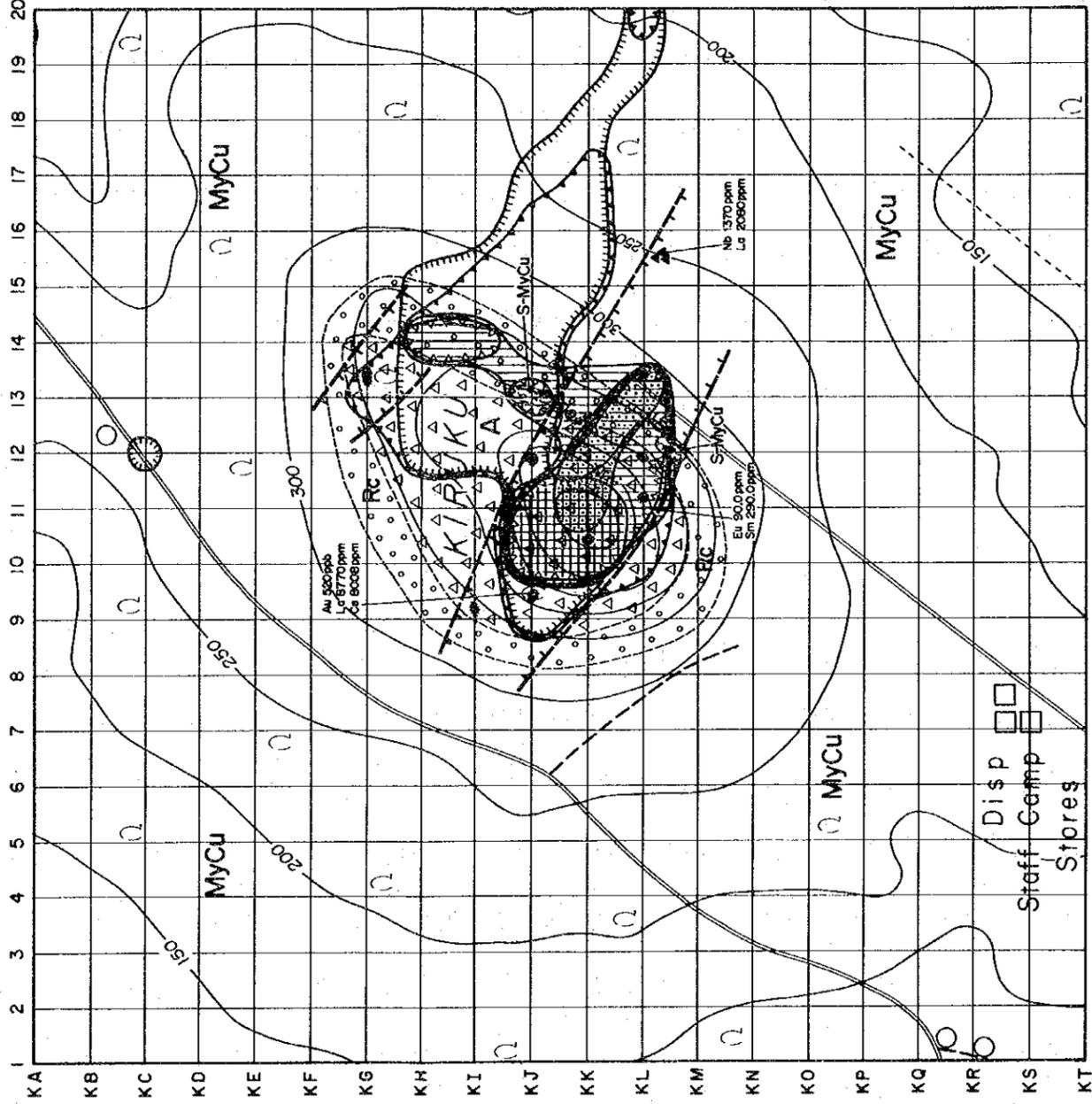
Nguluku Hill Sub-area



LEGEND



Kiruku Hill Sub-area



Geochemical Anomaly

Element	Anomaly	Threshold
Au	(Dotted pattern)	≥ 50 ppb
Nb	(Vertical lines)	≥ 1100 ppm
Y	(Horizontal lines)	≥ 420 ppm
La+Ce+Nd (Total)	(Diagonal lines)	≥ 3500 ppm
Sm+Eu+Tb (Total)	(Wavy lines)	≥ 120 ppm
Yb+Lu (Total)	(Stippled pattern)	≥ 35 ppm

The total of 600 samples from both sub areas were analyzed statistically as one population.



Figure II-4-3 Geochemical Interpretation Map of the Kiruku Hill and Nguluku Hill Sub-area

向で分布する。

P : 異常値試料数11, 最高値7310ppm。異常値試料はKiruku Hill に 3試料, Nguluku Hillに 8試料である。Kiruku Hill では, 全試料が山頂の北東約500mの尾根付近に分布する。Nguluku Hillでは, 全試料が山体を取り囲んで, アグロメレートを反映した分布を示す。

地化学異常は, 大部分がKiruku Hill に分布し, Nguluku Hillにまとまったものとして分布するのは, SrとP のみにすぎない。Nguluku HillのSrと Pの異常は, 山体をとり囲んでおり, 明かにアグロメレートの分布に対応している。

4-4 考 察

4-4-1 鉍床賦存のポテンシャル

Kiruku Hill 及びNguluku Hill両区域のNb, REE鉍化作用は, 本年次の地質・地化学精査の結果 Nguluku Hillのアグロメレートにはみられず, Kiruku Hill の珪化変質を受けたアグロメレート及び砂岩に伴われている可能性が示された。今回, 調査対象となったNb, REE鉍化作用にとっては, アグロメレートの存在よりも珪化作用の存在が, より, 本質的であったと考えられる。

Mrima HillのNb, REE鉍床は, カーボナタイトが風化してできた風化残留型鉍床で, 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。今回, 比較のため, Mrima HillのNb, REE鉍化地帯から土壌6試料を採取し分析したが, Kiruku Hill 試料の示すNb, REE最大値は, その大部分がMrima Hill試料の示すNb, REE平均値以下の値であった。

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事が明らかとなったが, これは, Kiruku Hill とMrima HillのNb, REE鉍化作用のタイプの違いを反映している可能性が高い。Kiruku Hill のNb, REE鉍化作用は, 次の諸点で鉍床の形成に対して不利な条件を有していると考えられる。

- ①鉍化範囲が珪化岩帯に規制され小規模である。
- ②珪化岩は風化抵抗性が強いことから, 風化によって二次富化の発達する可能性が小さい。
- ③細粒緻密な珪化岩であり, Nb, REE鉍物の存在状態によっては選鉍による鉍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鉍床の賦存可能性は小さくなったとみられるが, 珪化をもたらした熱水作用に伴うNb, REE鉍化作用の発見は, カーボナタイト以外の地質, 構造に対してNb, REE鉍化作用の存在への注意を促すものである。熱水によるより高度のNb, REEほか貴金属,

卑金属の濃集が行われれば、それぞれの熱水性鉱床が形成される可能性を有しており、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検討余地を残しているといえよう。

4-4-2 地化学探査結果と鉱化帯

(1) Kiruku Hill 区域

Kiruku Hill では、地化学異常は、山頂付近と山頂の北東約500mの尾根付近の2箇所に分布の中心があり、元素によって片方、または両方に異常値の分布がみられる。ここで山頂付近の地化学異常を山頂部地化学異常と仮称し、山頂の北東約500mの尾根付近の地化学異常を北東部地化学異常と仮称する。両地化学異常と指示元素の関係は次のとおりである。

山頂部で主な地化学異常を示す指示元素 : Au, Nb, Y, Th, Tb, Yb, Lu, Eu

北東部で主な地化学異常を示す指示元素 : Ba, Sr, U, La, Ce, Nd, Mn, P, (Fe)

両方ほぼ同等の地化学異常を示す指示元素 : Sm, (Fe)

地化学異常にはNW-SE (一部 WNW-ESE) の方向性を示すものが少なくない。

Kiruku Hill の地化学異常は、アグロメレート分布に無関係に発現しているものも多く、その分布と方向性の類似からは、アグロメレートよりも珪化岩帯との関係が強い。山頂部地化学異常は山頂部珪化岩帯に規制され、北東部地化学異常は、不明瞭ではあるが北東部珪化岩帯に規制されている可能性が高い。既述の岩石分析結果も、アグロメレートへよりも珪化岩への各指示元素の濃集を示しており、これを支持する。

また珪化岩帯と地化学異常の主要分布方向であるNW-SE ないし WNW-ESE 方向は、地域の断層の方向に一致している。これは断裂に沿った熱水活動の一環として、Nb, REEその他の元素の濃集を伴う珪化作用が行われた可能性を示すもので、こうした点で、Kiruku Hill のNb, REE鉱化は、Mrima Hillのそれと成因を異にしている可能性が非常に高い。

(2) Nguluku Hill 区域

Nb, REEの鉱化作用を示唆するような地化学異常は得られなかった。地質的にも、Nguluku Hill のアグロメレートは、Kiruku Hill のものと比較して新鮮であり、鉱化作用の存在に否定的であった。

4-4-3 今後の調査

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を示している。さらに、品位、広がりもMrima Hill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、本地域に残された課題の一つであろう。

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 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-重晶石鉱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鉱染を受けた珪化岩のほか、黄鉄鉱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-重晶石鉱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鉱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。MJKM-8孔で出現した、石英を殆ど伴わない厚さ24cmの塊状閃亜鉛鉱脈は、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。

第2章 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、新たな鉍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てて地質、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

今回着鉍した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 鉍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。本鉍徴の本格的探鉍は今後に残されていると言え、今後は、鉍脈全長を対象とした複数深度での、深部鉍況を調査するボーリングが望まれる。

石英脈鉍化帯については、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、鉍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-重晶石鉍脈鉍床を中心に注がれていた探査活動に対して、内陸部の卑金属鉍脈鉍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鉍化は、カーボナタイトの風化によって富化したMrima HillのNb, REE鉍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鉍床より小さいことから、今後の積極的な探鉍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鉍化は、珪化作用に伴われた特殊な鉍化作用である可能性が高いことから、珪化岩中のNb, REE鉍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、熱水性鉍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。

References

- Anglo American Corporation of South Africa Ltd. (1957): Final Geological Report, P. 1~108.
- Austromineral Ges. m.b.H. (1978): Geological Survey and Results of Mineral and Base Metal Prospecting in the Coastal Belt, South of Mombasa (Kwale District). Kenya-Austria Mineral Exploration Project, Mines and Geological Department, Kenya, P. 1~106.
- Baker, B.H. (1953): The Alkaline Igneous Complex of Jambo. In Geology of the Mombasa-Kwale Area by Caswell, P.V. (1953), Geological Survey of Kenya, Report No. 24, P. 32~48.
- Barnard, G.C. (1950): Vitengeni Lead-Barytes Deposits, Report of the Mines and Geological Department, Kenya, P. 1~8.
- Bell, K. (1989): Carbonatites, Genesis and Evolution, Unwin Hyman, London, P. 1~618.
- Busk, H.G. (1939): Notes on the Geology and Oil Prospects of Kenya Colony, Geological Magazine, vol. LXXVI, P. 222~224.
- Bugg S.F. (1980): Lead/Silver Mineralization Associated with the Coastal Rift of South East Kenya. unpublished thesis, London University, P. 1~244.
- Bugg, S.F. (1982): Lead-Zinc deposits of the Coast Province of Kenya and some Exploration Guidelines. in Overseas Geology and Mineral Resources, Number 59, P. 1~20.
- Cannon, R.T., W.M.N. Simiyu Siambi and F.K. Karanja (1981): The Proto-Indian Ocean and a probable Paleozoic/Mesozoic Triradial Rift System in East Africa, Earth and Planetary Science Letters, vol. 52, P. 419~426.
- Caswell, P.V. (1953): Geology of the Mombasa-Kwale area. Rep. geol. Surv. Kenya 24.
- Caswell, P.V. (1956): Geology of the Kilifi-Mazeras area. Rep. geol. Surv. Kenya 34.
- Caswell, P.V. and Baker, R.N. (1953): Geology of the Mombasa-Kwale Area. Geological Survey of Kenya, Report No. 24, P. 1~69.
- Caswell, P.V. (1956): Geology of the Kilifi-Mazeras Area. Geological Survey of Kenya, Report No. 34, P. 1~54.
- Clarke, M.C.G. (1969): Galena/Barytes occurrence at Mwereni (Kwale District). Mines and Geological Department, Technical Archive, Mombasa 35, Nairobi.

Clarke, M.C.G. (1970): The Kinagoni Hill Lead/Silver Deposit, Coast Province. Mines and Geological Department, Kenya, Information Circular No. 6, P. 1~87.

Dacque, E. (1909): Jura und Kreide in Ostafrika. Neues Jb. Miner. Geol. Paläont. Abh. 28, 150-232.

Decken, Baron von der. (1879): Reisen in Ost-Afrika.

Dindi, E.W. (1986): Gravity Model of the Jombo Alkaline Complex South Coast Kenya, In: The First Seminar in Earth Sciences in Dakar, P. 107~111.

Dodhia, S. and Pandit, S. (1977): Geochemical Soil Survey of Mrima Hill for Base Metals, Mines and Geological Department, Investigation Note No. 1977/4, P. 1~26.

Dubois, C.G.B. (1962): Beryllium in Kenya. Bull. geol. Surv. Kenya 4.

Dubois, C.G.B. (1966): Minerals of Kenya. Bull. geol. Surv. Kenya 8.

Dubois, C.G.B. and Walsh, J. (1970): Minerals of Kenya. Bulletin of Geological Survey of Kenya, No. 11.

Geological Survey of Japan (1987): Research on Mineral Deposits associated with Carbonatite in Brazil, Report of International Research and Development Cooperation ITIT Projects No. 8316, P. 1~179.

Geological Survey of Kenya (1962a): Geological Map of Kenya.

Geological Survey of Kenya (1962b): Mineral Map of Kenya.

Geological Survey of Kenya (1981): Geological Map of Bamba Area.

Geological Survey of Kenya (1981): Geological Map of Mapotea Area.

Geological Survey of Kenya (1981): Geological Map of Mazeras Area.

Geological Survey of Kenya (1981): Geological Map of Vitengeni Area.

Geological Survey of Kenya (1982): Geological Map of Gulanze Area.

Geological Survey of Kenya (1982): Geological Map of Kwale Area.

Geological Survey of Kenya (1985): Geological Map of Msambweni Area.

Geological Survey of Kenya (1985): Geological Map of Ndavaya Area.

- Geological Survey of Kenya (1985): Geological Map of Vanga Area.
- Gibson, Walcot. (1893): Geological sketch of Central East-Africa. Geol. Mag. (3), X, pp 561-563.
- Githinji, I.K. (1980): Geological and Geochemical Survey on Anomaly "N". Mines and Geological Department, Investigation Note.
- Gregory, J.W. (1896): The Physical Geography and the Geology of British East Africa, Chapter XII, in the Great Rift Valley, published by John Murray Co., London, P. 213~236.
- Gregory, S.W. (1919): The geological history of the Rift Valley. Jl E. Afr. Uganda nat. Hist. Soc. (15) 429-440.
- Gregory, J.W. (1921): The Rift Valleys and Geology of East Africa. Seely Service, London.
- Heinrich, E.W. (1966): The Geology of Carbonates. Rand McNally & Co., Chicago, USA.
- International Centre for Diffraction Data (1986): Mineral Powder Diffraction File, Data Book, P. 1~1390.
- International Centre for Diffraction Data (1986): Mineral Powder Diffraction File, Search Manual, P. 1~467.
- Lathbury, F.W. (1934): Unpublished letter to Commissioner of Mines reporting results of analyses of samples.
- Macdonald, A.S. (1967): A Geochemical Survey in Kilifi District, unpublished report of Mines and Geological Department, Kenya.
- Mackinnon-Wood (1930): Report on the Geological Collections from the Coastlands of Kenya, Monograph of the Geological Department of the Hunterian Museum, Glasgow University Vol. IV.
- Mason, J.E. (1968): Manganese Occurrences in the Vicinity of Kiwara, Coast Province, Kenya. Mines and Geological Department, Kenya, Information Circular No. 5, P. 1~15.
- Micu, C. (1976): Geological Report on the Kinagoni Deposit of Argentiferous Galena and the Situation of Estimated Reserves on 1st March, 1976: Kenya Mining Industries, Ltd. unpublished report of the Mines and Geological Department, Kenya.
- Mloszewski, M.J. (1966): Mazeras Area Coast Province: Zinc-Lead Mineralization, unpublished Report of Mines and Geological Department, Kenya, P. 1~5.

- Mloszewski, M.J. (1968): Notes on Sphalerite from Mazeras (Mwachi Tributary Prospect), unpublished Report of Mines and Geological Department, Kenya, P. 1~2.
- Muff(e), H.B. (1908): Report relating to the geology of the East Africa Protectorate. Colon. Rep. misc. Ser. 45.
- Murray-Hughes, R. (1934): Extracts from a report by Mr. R. Murray-Hughes July 1934. Unpublished report Mines and Geological Department.
- Mwangi, M.N. (1990): Mwereni Anomaly, Geological Memorandum, Mines and Geological Department, Eastern Kenya Division, Mombasa, P. 1~3.
- Ndola, T.N. (1990): Nepheline Syenite and Related Rocks of the Dzombo Alkaline Complex, Geological Report of Mines and Geological Department, Kenya, P. 1~9.
- Norstrom, E. (1934): Report on sampling of the manganiferous ore deposits of Mrima Hill, Coast Province. Unpublished report to the Commissioner of Mines, Nairobi.
- Nyambok, I.O. and Lindqvist, B. (1978): Microprobe and X-Ray Diffraction Analysis of the Major Minerals from Jombo Hill Alkaline Rocks, Kenya. Department of Mineralogy and Petrology, Uppsala Universitet, Research Report No. 9, P. 1~16.
- Parsons, E. (1928): Origin of the Great Rift Valleys as evidenced by the Geology of Coast of Kenya, Trans Geological Society of South Africa, Vol. 31, P. 63~96.
- Pulfrey, W. (1942): Report on Vitengeni Lead Mine and Prospects, Coast Province, Kenya. with an Appendix on the Occurrence of Cinnabar. P. 1~33.
- Pulfrey, W. (1948): Notes on the examination of Mrima manganese samples for barium and lead. Unpublished report Mines and Geological Department, Nairobi.
- Pulfrey, W. (1954): The geology and mineral resources of Kenya. Bull. geol. Surv. Kenya 1.
- Pulfrey, W. (1960): The geology and mineral resources of Kenya (Revised), Bull. geol. Surv. Kenya 2.
- Rainey, T.P. (1970): Results of Recent Drilling at the Mwachi Tributary Prospect, unpublished Report of Mines and Geological Department, Kenya, P. 1~2.
- Rainey, T.P. (1971): The Changombe Zinc Deposit, unpublished Report of Mines and Geological Department, Kenya, P. 1~9.

Sanders, L.D. (1959): Geology of Mid-Galena Area, Geological Survey of Kenya, Report No. 46, P. 1~50.

Siambi, W.M.N. (1978): Geology of the Mazeras-Mariakani Area (unpublished), P. 1~28.

Siambi, W.M.N. (1980): Geology of the Jilore-Malindi Area (unpublished), P. 1~20.

Siambi, W.M.N. (1990): Geology of the Sala Area (unpublished), P. 1~13.

Streckeisen, A. (1979): Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites, and Melilitic rocks: Recommendations and Suggestions of the IUGS Subcommission of the Systematics of Igneous Rocks, *Geology* 7, P. 331~335.

Thompson, A.O. (1952): Report on geophysical Investigations conducted during July-August 1952 on Mrima Hill, Coast Province, Unpublished Report of Mines and Geological Department, Nairobi.

Thompson, A.O. (1956): Geology of Malindi Area, Geological Survey of Kenya, Report No. 36, P. 1~63.

Thomson, J. (1879): Notes on the Geology of Usambara. *Proc. R. Geogr. Soc.*, n.s.1, pp. 558-561.

Tuttle, O.F. and Gittins, J. (ed) (1966): Carbonatites. Interscience Publishers. N.Y., USA.

Walker, E.E. (1903): Reports on the geology of the East Africa Protectorate. *Colon. Rep. misc. Ser.* 11.

Williams, L.A.J. (1962): Geology of the Hadu-Fundi Isa area. North of Malindi. *Rep. geol. Surv. Kenya* 52.

Walsh, J. (1963): Geology of the Ikutha area *Rep. geol. Surv. Kenya* 56.

Walsh, J. (1960): Geology of the area south of the Taita Hills. *Rep. geol. Surv. Kenya* 49.

Winani, P. (1977): Geology and Soil Geochemistry of Jombo-Dzirihini Area. Investigation Note No. 1977/4, Geological Survey of Kenya, P. 1~21.

Yates, H.W. (1942): Report on Mrima manganese deposits on Mrima mountain, Digo. Unpublished report, Mines and Geological Department, Nairobi.

