

第5章 地質調査結果

5.1 概要

M/Mによって合意された1/10万地質図作成対象地域は北部州に属する

調査対象地域は東西30分(約55km)、南北2度(約220km)の範囲で北より1/10万
 図画 No. 1030NE、1030SE、1130NE、
 1130SE の4区画より構成される。調査対象
 地域を図5.1.1の青四角で示す。

1/10万地質図作成地質調査範囲
 東経30°30'~31°00'、南緯10°00'~12°00'
 図画No.1030NE、1030SE、1130NE、1130SE
 (東西約55km×南北約220km、面積約12,100km²)

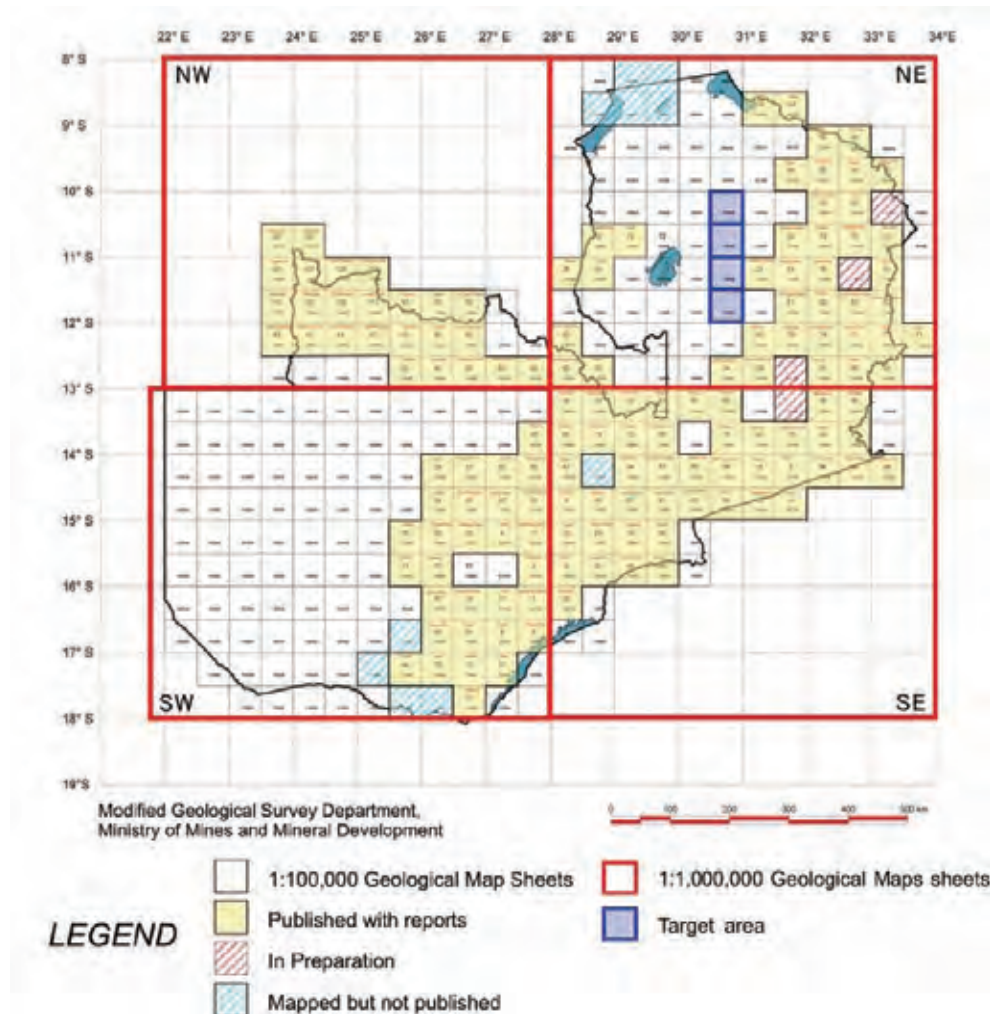


図 5.1.1 調査対象地域

地質調査は本地域を対象に、投資促進に資する情報整備の一環として1/10万地質図作成および鉱物資源ポテンシャルの把握を目的とし、これまで予察調査(第1次現地調査, 2007年2月)、地質概査(第2次現地調査(1), 2007年6月~7月)、地質調査(第2次現地調査(2), 2007年8月~11月、および第3次現地調査, 2008年7月~10月)を実施した。各段階での調査目的、調査内容を表5.1.1に示す。

表 5.1.1 各次地質調査の位置付け

各調査	主対象範囲	調査目的	調査内容
予察調査 (2007年2月)	・全4区画	・対象地域全体の地理、地質、アクセス等把握	・主幹線路沿いのアクセス、露頭、治安、集落状況の確認
地質概査 (2007年6月～7月)	・全4区画	・対象地域全体の地理、地質、アクセス等把握	・主幹線路及び支線沿いのアクセス、露頭、治安、集落状況の確認 ・予備的ビット調査
地質調査 (2007年8月～11月)	・北側2区画 (図画 No.1030NE, 1030SE)	・1/10 万地質図作成 ・鉱物資源ポテンシャル把握	・1/5 万地質踏査、ルートマップ作成 ・沢砂地化学探査、ビット調査 ・室内試験用試料採取
地質調査 (2008年7月～10月)	・南側2区画 (図画 No.1130NE, 1130SE)	・1/10 万地質図作成 ・鉱物資源ポテンシャル把握 ・対象地域全体フォロー	・1/5 万地質踏査、ルートマップ作成 ・土壌地化学探査、ビット調査 ・室内試験用試料採取 ・対象地域全体フォロー調査

5.2 調査結果

5.2.1 衛星画像解析および予察調査結果

地質調査対象地域の大部分は植生に覆われ露頭が限られており、効率的な地質調査を行うためには、露頭が存在する可能性が高い箇所を事前に把握することが重要となる。そのため、多方位陰影図(SRTM/DEM)画像(図 5.2.1)と ASTER フォールスカラー画像(図 5.2.2)を用い、露頭が存在する可能性が高い場所を事前に推定した。予察調査時に画像と GPS を用い、衛星画像解析結果の現地検証調査を行った。衛星画像解析結果を下記に示す。

- 地質調査対象地域は、北部1図幅(1030NE 図幅)の範囲は比較的水系が発達するが、その他3図幅(1030SE 図幅、1130NE 図幅、1130SE 図幅)の範囲では極めて起伏が少ない平坦な地形である(図 5.2.1)。既存の1/100 万地質図によれば、調査対象地北部は花崗岩類や変堆積岩類が分布し、南部平坦地では、沖積層(主に湖沼堆積物)が広く分布する。
- 一般に、露頭は河川流域の急斜面や断層崖などに存在するため、はじめに多方位陰影図上で、黒色または白色で表現される場所(地形的な隆起部または崖)に着目し、同じ場所が ASTER 画像で、青～白色系で発色する場所を「露頭」として選び出した。その結果、ASTER 画像上で確認できる比較的大きい道路に隣接した2カ所(図 5.2.1 および図 5.2.2 の露頭 No.1 と No.6)について、現地予察調査時に GPS を用いた検証を行った。
- 現地検証調査による露頭調査結果、2カ所とも露頭(Quartzite ブロック)が確認された。
 - (No.1) 高さ3m程度の樹木の中に、最大3×4mの薄桃色塊状 Quartzite ブロックが点在。
 - (No.6) 高さ3～4m程度の樹木の中に、最大1.5×2mの白色塊状 Quartzite ブロックが南側傾斜地に多数点在。

また、上記2カ所のほかに、露頭を4カ所(No.2～No.5)確認した(表 5.2.1, Appendix V-1 および Appendix V-2)。

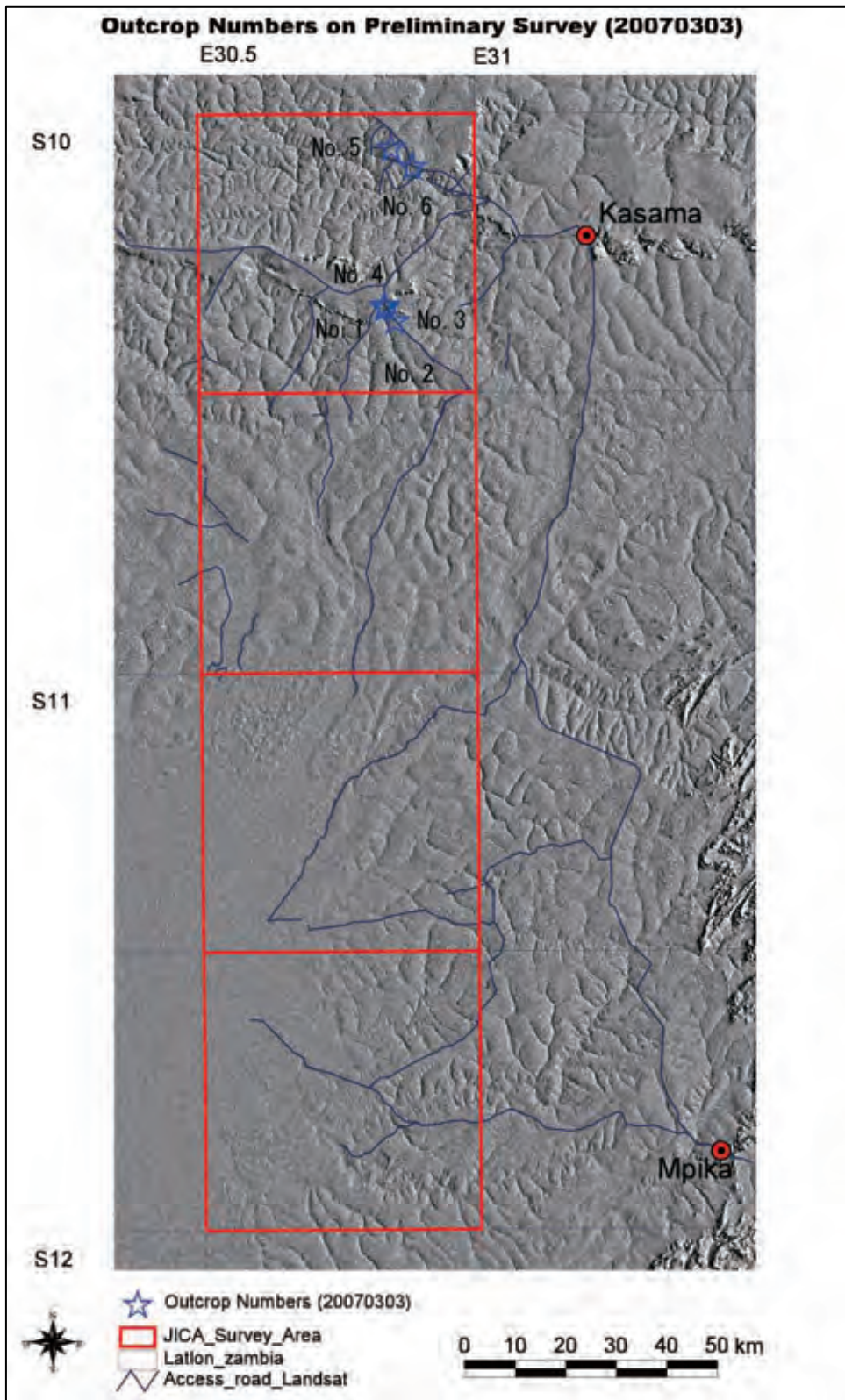


図 5.2.1 多方位陰影図および露頭位置図

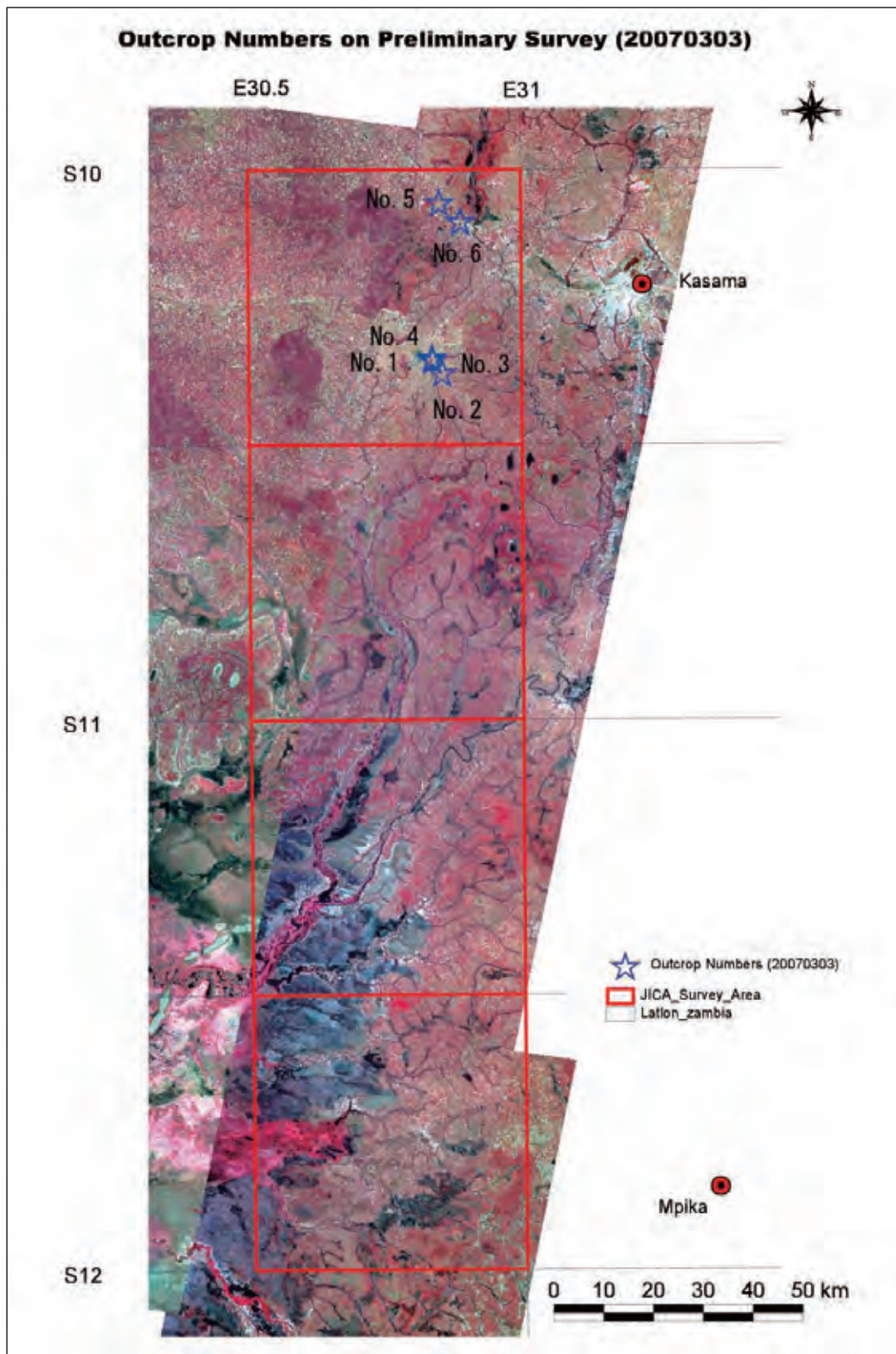


図 5.2.2 ASTER フォールスカラー画像および露頭位置図

表 5.2.1 露頭観察結果(予察)

Outcrop No.	UTM coordinate		Rock name	Color	Minerals	Grain size	Shape of mineral	Remarks
	X	Y						
1	263093	8855900	Quartzite	light pink	qz>>flds,hem/mt?	medium>>coarse	Sub-angular /Sub-rounded	tabular big boulder (max 3x4m), bedding
2	265167	8853026	Quartzite	light pink	qz>>flds,hem/mt?	medium>>coarse	sub-angular	float?
3	263215	8855636	Quartzite	light pink	qz>>flds,hem/mt?	medium>>coarse	sub-angular	bedding structure (NW27/35E,
4	263112	8856092	Quartzite	light pink	qz>>flds,hem/mt?	medium>>coarse	Sub-angular /Sub-rounded	tabular big boulder (3x20m)
5	264439	8887276	Quartzite, shale, ferruginous rock	(Quartzite) white-light gray, (shale) light yellow	(Quartzite) qz>>flds?	medium>>coarse	sub-angular (Quartzite)	bedding structure (shale)EW-NE75/20-24S
6	268659	8883564	Quartzite	white-light gray	qz>>flds,hem/mt?	medium>>coarse	sub-angular	tabular big boulder (max

qz:quartz, flds:feldspar, hem:hematite, mt:magnetite

5.2.2 地質概査結果

地質概査では調査対象地域全域の状況を把握し、次回以降の地質調査を効率良く進めるために対象地域全域での現地情報を取得するとともに、露頭状況の確認・調査、サンプリング、野営地候補の確認・選定、予備的ピット調査を実施した。地質概査では予察調査の結果を踏まえ1/10万図画4地域全域に対し、主に車輛通行可能な道路沿いに実施した(図5.2.3)。

既存資料(1/100万地質図ほか)によると、地質調査対象地域の地質は、下位から①基盤岩類及び花崗岩類、②Muva累層群、③Katanga累層群、それらを覆う④沖積層に大きく区分される。また調査対象地域全域において、地表付近はラテライト質風化作用が進んでいる。今回の調査では、それらの岩相・地質構造の観察を行うため、25箇所(転石含む)で調査を実施した(Appendix V-3 および Appendix V-4)。なお、今回の調査では、鉍化帯・変質帯は認められなかった。

- ① 基盤岩類及び花崗岩類 (2箇所)
- ② Muva累層群 (4箇所)
- ③ Katanga累層群 (4箇所)
- ④ 沖積層および風化層(6箇所, ピット4地点含む)
- ⑤ 転石 (9箇所)

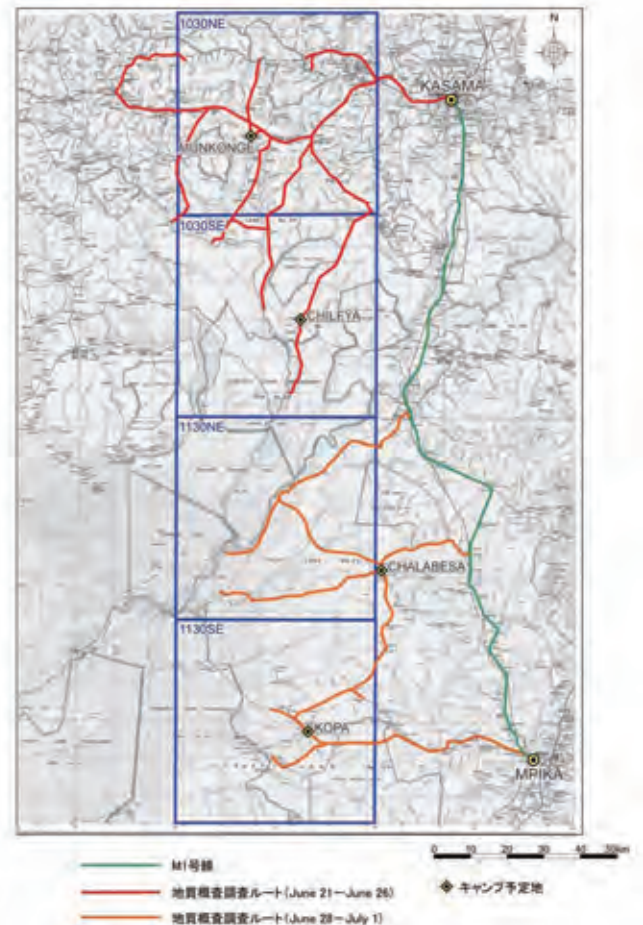


図 5.2.3 地質概査調査ルート

- ① 基盤岩類及び花崗岩類は、1030SE 図幅北部 Mukanga 川両岸に、5m×10m 程度の露頭が確認された(Appendix V-5, Photo 1)。造岩鉱物は斜長石を主とし、石英、カリ長石を含む淡灰色塊状の完晶質花崗岩類(露頭番号：Lh7062201)である。有色鉱物は黒雲母を主とし、淡い緑色を呈する緑簾石も認められる。また、1030SE 図幅中部西方約 2km Lubansenshi 川にも同様の岩相を示す 3×5m の花崗岩類(Lh7062502_1)が露出する。本露頭東端には約 80×40cm の石英と長石からなるペグマタイト(Lh7062502_2)も認められるが、花崗岩類との境界が不明瞭なため、両者の関係は不明である。ただし、本露頭及び Lh7062501 に、約 NW70° の走向を示す石英・カリ長石脈が数条認められることから、花崗岩類を貫く石英・カリ長石脈の一部と考えられる。さらに、本露頭中央部には、花崗岩類を不整合に覆うように石英礫(最大 1.5cm)を含む薄い礫岩層(<1cm, Lh7062502_3)が点在する(Appendix V-5 Photo 2)。礫岩層はほぼ水平である。
- ② Muva 累層群は 1030NE 図幅内に 4 箇所確認された。いずれも珪岩からなり、大きく 3 つの岩相に分かれる。
- (1) 1030NE 図幅北東部にわずかに見られ、白色塊状の比較的粗粒な石英粒(最大 2mm)からなる(Lh7062407-2)。また、薄桃色を呈する部分では、細粒の赤鉄鉱様黒色鉱物の層を挟み(Lh7062407-1)、走向 NW30°、北へ約 30° の傾斜を示す(Appendix V-5 Photo 3)。このタイプの粗粒石英が濃集する部分では、空隙率が高い。
- (2) 1030NE 図幅中央部付近に東西方向に広がり、薄桃色を呈する珪岩である。(1)のタイプに比べ石英の結晶が細かく全体に硬質である。黒色鉱物層を薄く挟み、走向ほぼ東西、南に約 30° の傾斜を示す(Appendix V-5 Photo 4)。
- (3) 1030NE 図幅北西部 Kapulu 川沿いに 5×10m 程度露出し、細粒の黒雲母を全体に含み、灰白色を呈する。このタイプは、明瞭な褶曲構造を伴うことが特徴で、本露頭における褶曲軸の方向は概ね NW50°～60° (Appendix V-5 Photo 5)である。
- ③ Katanga 累層群は 1130NE 図幅及び 1130SE 図幅内に 4 箇所確認された。珪岩～砂岩、シルト岩からなり、珪岩は Muva 累層群のものに比べて、結晶度は低く、マトリックスに白色細粒粘土を伴う。また、珪岩は概ね NE 走向で、北に非常に緩い傾斜を示し(Lh7063002：走向 NE78° 傾斜 4° N, Lh7062801：走向 NE55° 傾斜 8° N)、一部に NE40° 方向の亀裂を伴う(Appendix V-5 Photo 6)。また再結晶した石英の濃集層(幅<3mm)を一部で挟む。シルト岩は 1130SE 図幅南部 Luitikila 川に 1×2m 程度露出する。黄土色～薄緑色を呈し細粒塊状かつ軟質である。
- ④ 風化層は、調査地全域に分布するが、特に 1130NE 図幅及び 1130SE 図幅内で顕著に発達している。本層の厚さを調べるため、1030NE 図幅内に 3 箇所と 1130SE 図幅内に 1 箇所のピットを掘削した。いずれも、直径 1m、深度 3～4m 前後の掘削を行ったが、未風化岩盤には到達できなかった。

- ⑤ 本地域では露頭が極めて少ないため、上記露頭以外に 9 箇所転石の採取・岩相観察を行った。転石は、花崗岩類、珪岩を主とするが、1030NE 図幅中央部西方境界から約 2km 外側に、暗灰色～暗緑色を呈する 60cm×1m 程度のドレライト転石(Lh7062602)が認められた。また、1130SE 図幅東部では、晶洞内に約 1.5cm 程度の石英柱状結晶を伴う塊状石英転石(Lh703001_1)も認められた。これらの露頭を確認できなかったが、本地質調査地南方約 50km に位置する 1230SE 図幅(Chitambo 地区)には、基盤岩類を貫くドレライト岩脈、石英脈及びペグマタイトが多数認められることが報告されている。従って、転石として認められたドレライト及び塊状石英は、ドレライト岩脈、石英脈・ペグマタイトとして本地質調査地域内にも存在する可能性がある。

5.2.3 地質精査結果

予察調査及び地質概査に基づき既存の地形図(縮尺 1/25 万, 1/10 万, 1/5 万)及び衛星画像(ASTER, SRTM/DEM)を使用し、主要沢筋・尾根筋に沿って地質精査及び試料採取を行った。踏査ルートは 1970 年代初めに作成された 1/100 万地質図に基づく層序、断層、褶曲などの地質構造と衛星画像に基づくアクセス情報を考慮して設定し、野外調査観察の結果は、野帳、地質観察シート(Appendix V-6)に記載した。

なお、既存地形図は 1970 年代に作成されたため、調査地域内の道路が網羅されていない。そのため、最新の衛星画像(ASTER)を判読し、基本道路網の抽出と SRTM/DEM を利用して水系図の抽出を行った。それらのデータと既存情報を GIS 上で統合し、地質調査及び地化探試料採取のための基本図として利用した。

露頭観察及び試料採取箇所は全て GPS を用いて、正確な位置情報(UTM, ARC1950 又は WGS84)を記録した。重要な露頭では、岩石の産状及び鉍化作用の性状を詳しく観察し、拡大スケッチ及びカラー写真撮影を実施した。調査結果は、ルートマップ及び地質図(縮尺 1/5 万)としてまとめた。

なお、ザ国で出版される 1/10 万地質図幅は一般にその図幅地域を代表する地名が併記されている。地質対象地域は 4 図幅であり、北から南へ、1030NE, 1030SE, 1130NE 及び 1130SE であり、それぞれ図幅名を”Chishimba Falls Area”、”Chilufya Area”、”Mbatl Area”、及び ”Kopa Area”とした。

5.2.3.1 層序

地層名及び地層の層序対比は、既存資料(例えば、1974年 GSD 発行 1/100 万地質図、Daly and Unrug,1982 など)と今回の年代測定調査結果に基づいた。

調査地域の模式地質柱状図を図 5.2.3.1-1 に、地質図を図 5.2.3.1-2 に、沢砂試料採取位置図を図 5.2.3.1-3 にそれぞれ示す。

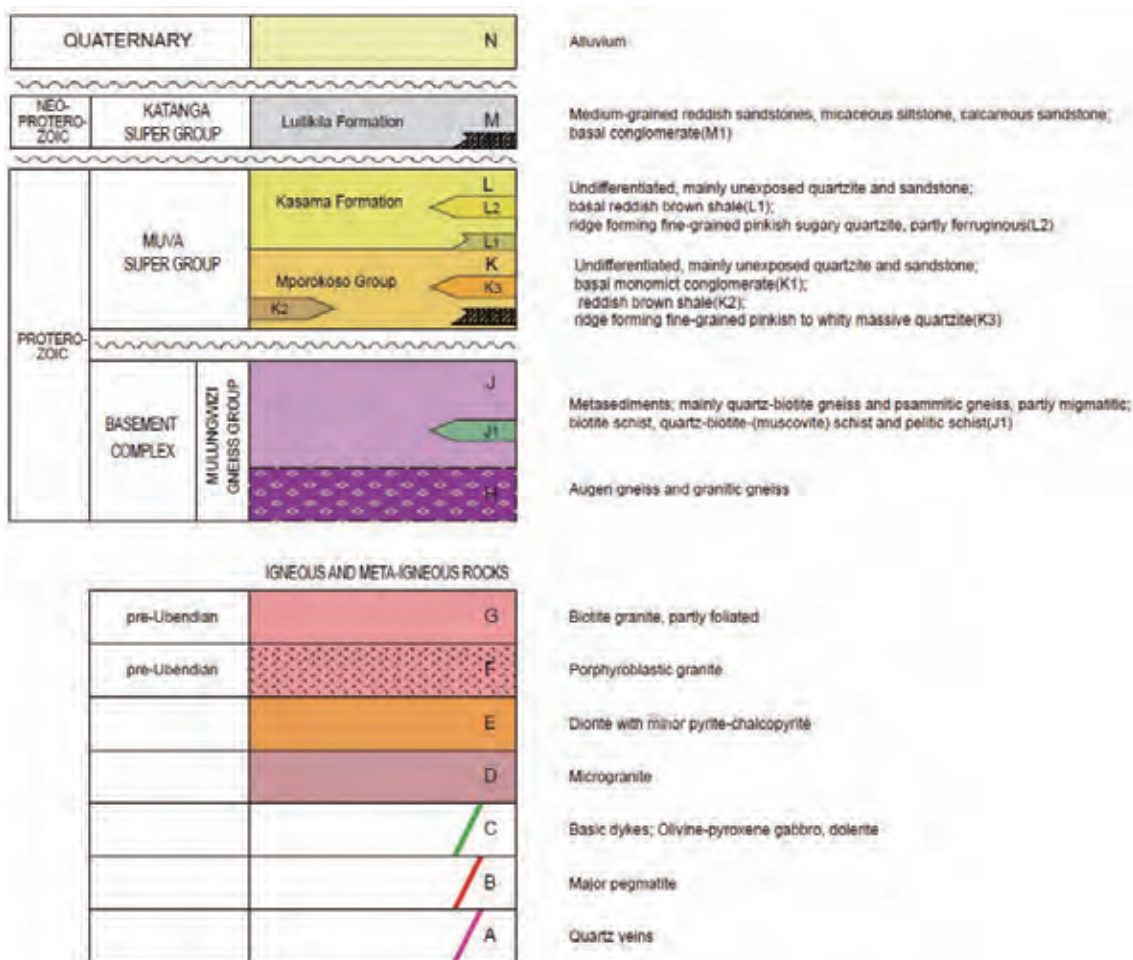
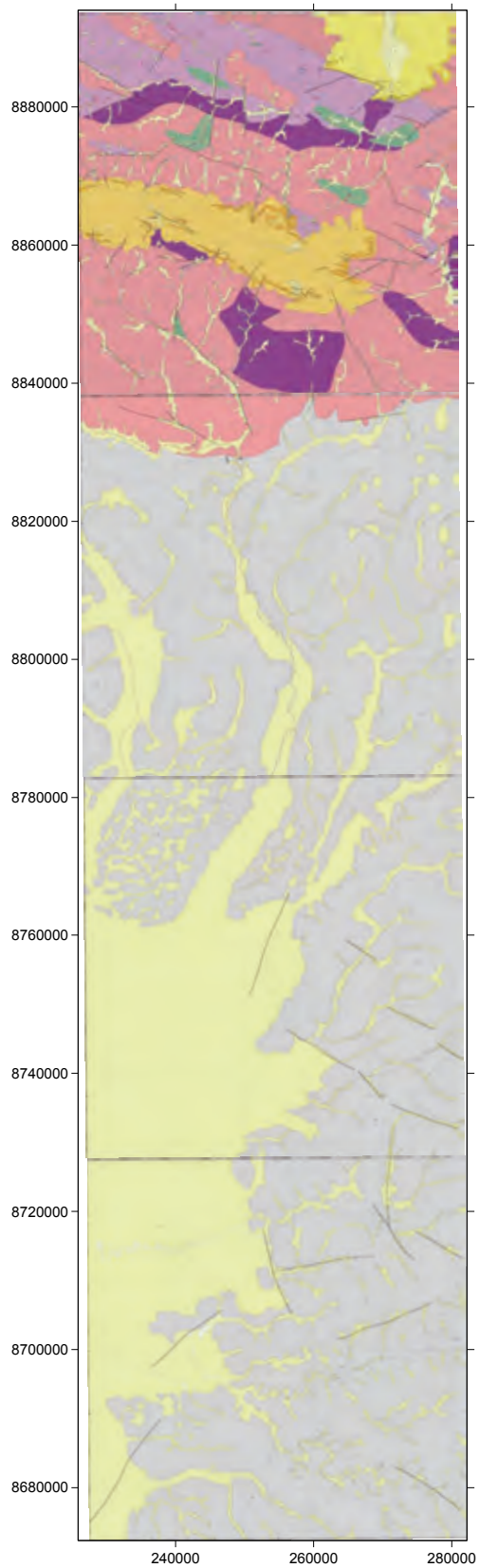


図 5.2.3.1-1 調査地域模式柱状図



LEGEND

QUATERNARY		N
NEO-PROTEROZOIC	RUWANDA SUPER GROUP	Katiba Formation
M.A.A. SUPER GROUP	Ruzizi Formation	L
	Mpungwe Group	K
PROTEROZOIC	BASINENT COMPLEX	MUSKOGEE GROUP
		J
		I

IGNEOUS AND META-IGNEOUS ROCKS		
pre-Ubendian	Biotite granite	G
pre-Ubendian	Porphyroblastic granite	F
	Diorite	E
	Microgranite	D
	Basic dyke	C
	Major pegmatite	B
	Quartz veins	A



图 5.2.3.1-2 調査地域地質図

本地域は, Ubendian 造山帯, Irumide 造山帯及び Kibaran 造山帯に囲まれる Bangweulu ブロック南部(Drysdall et al.,1972)に位置する(図 5.2.3.1-4)。本地域の地質は, 下部～中部原生界の花崗岩類及び花崗岩質片麻岩(Gr), 砂質片岩、砂質片麻岩, 白雲母片岩および砂岩・シルト岩からなる基盤岩類(Bmq)と, それらを覆う中部～上部原生界の珪岩, 礫岩及び頁岩(Mmp, Mks), 及び第四系堆積物(Qa)からなる。貫入岩類は, 変火山岩(Imv), 斑レイ岩(Igb)及び花崗閃緑岩(Igd)が分布する。

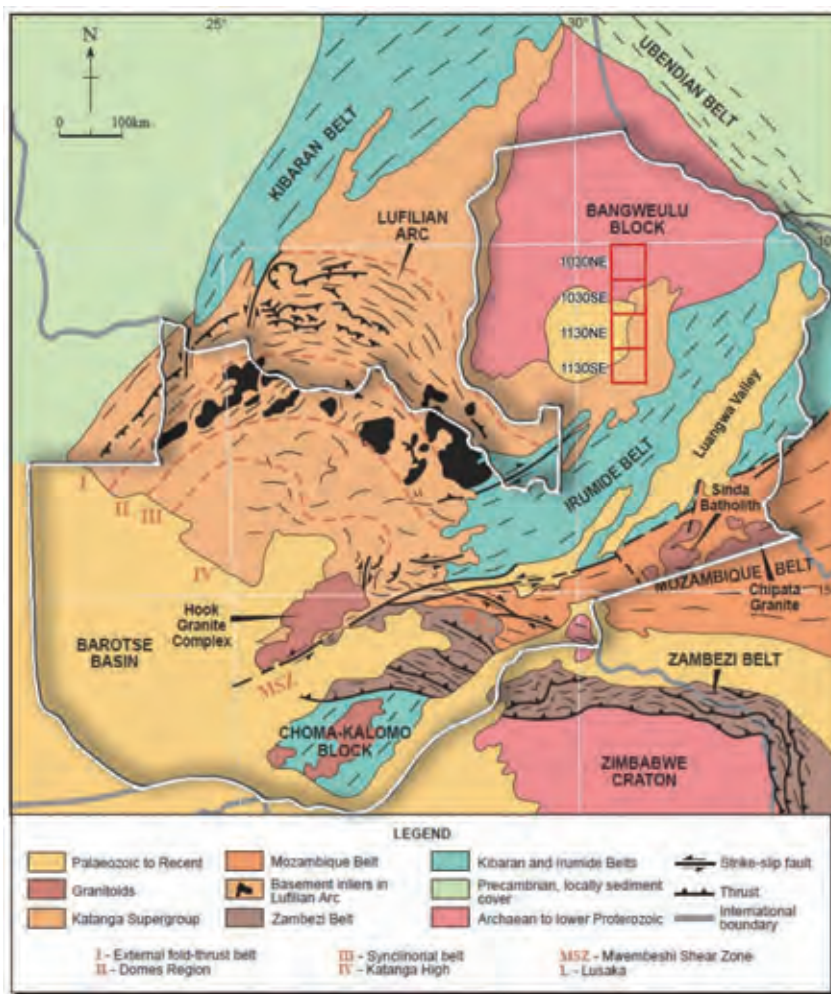


図 5.2.3.1-3 ザンビアの広域地質

1) 基盤岩類

基盤岩類は 1030NE 図幅全域と 1030SE 図幅北縁部に分布する。基盤岩類は花崗岩類と変堆積岩類からなり, ペグマタイトや石英脈を伴うものも認められる。花崗岩類は現地の観察により, 黒雲母花崗岩, ポーフイロブラスティック花崗岩, 花崗岩質片麻岩に区分できる。変堆積岩類は砂質片岩および砂質片麻岩を主体とし, 白雲母片岩, 黒雲母片岩を伴う。局所的に頁岩～千枚岩を挟在する。花崗岩類と変堆積岩類の境界部は, ミグマタイトで特徴付けられる。

(a) 花崗岩類

・黒雲母花崗岩

黒雲母花崗岩は、1030NE 図幅全域および 1030SE 図幅の北縁部に分布する。代表的な分布地は、Mwelekumbi 川上流、Lukulu 川及び Lubala 川全流域、Kapulu 川、Mukanga 川である。

黒雲母花崗岩は、概ね灰色～ピンク色を呈する完晶質岩で、斑晶の粒径は1～5mm。苦鉄質鉱物は黒雲母および普通角閃石からなり、比較的黒雲母に富む場合がある(図 5.2.3.1-4)。



図 5.2.3.1-4 花崗岩 (左: Lh7100201,右:Lh7091203)

1030NE 図幅南東部 Mwilondwe 川の露頭 LI07100803 (270354 8851771) では、明灰色花崗岩が露出する。斑晶は1～2mm大であり、完晶質である。肉眼では、有色鉱物の割合は25%である。

1030NE 図幅中央部南東部 Lukulu 川下流の露頭 Pg62 (279149 8857090) では、灰色花崗岩が露出する。ポーフィリー質斑晶は粗粒である。肉眼では、黒雲母の割合は約25%である。緑簾石に変化しているものもある。1030NE 図幅中央部、Kakondokwa 川の露頭 FC091929 (244690 8868852) では、弱い葉層構造を持った灰色花崗岩が産する。

1030SE 図幅北縁部の Pg70 (249107 8829974) では、優白色で比較的粗粒な黒雲母花崗岩が分布する。1030SE 図幅北縁部の Pg59 (226527 8837232) では、弱い葉層構造を持った暗緑色片麻質花崗岩が産する。肉眼では、黒雲母の割合は約20%である。緑簾石に変化しているものもある。

黒雲母花崗岩には弱い葉層構造を持ったものも認められる。黒雲母花崗岩と花崗岩質片麻岩が接する露頭は無いため、直接的な関係を観察することはできないが、変成度に応じて黒雲母花崗岩から片麻質花崗岩、花崗岩質片麻岩へと漸移するものと考えられる。

・ポーフィロブラスティック花崗岩

1030NE 図幅北部のNsamba川, Samba-Lubemba川, Samba-Bemba川の上流部では、カリ長石を主とする顕著なポーフィロブラスティック組織が発達した花崗岩が分布する。カリ長石は灰白色及び赤桃色を呈し、代表的な露頭である Lh7100502 (261910 8888928) では、長さ 5cm 以上の結晶に発達し、斑状結晶は $N55^{\circ} W$ に伸長した一定の配列を示す(図 5.2.3.1-5 の左)。

また本岩と変堆積岩と境界付近では、砂質片岩等がゼノリスとしてしばしば取り込まれている。Samba-Lubemba 川の Lh7100208 (258874 8888474)及び Samba-Bemba 川の Lh7100504 (259872 8887646)などでは、20cm~50cm の灰青色珪岩や暗褐色片麻岩のゼノリスが観察された(図 5.2.3.1-6)。



図 5.2.3.1-5 花崗岩質片麻岩中のポーフィロブラスティック組織
(左: Lh7100502, 右: Lh7091804)



図 5.2.3.1-6 ポーフィロブラスティック花崗岩中の捕獲岩 (Lh7100503)

・花崗岩質片麻岩および眼球片麻岩

花崗岩質片麻岩は、1030NE 図幅北部の変堆積岩との境界部付近に帯状に分布する。図幅南部の Mwilondwi 川, Mwefu 川, Nsontola 川, Mungombe 川にも分布する花崗岩質片麻岩は眼球片麻岩状組織を示す。

花崗岩質片麻岩は一般に中粒～粗粒の石英，長石，黒雲母を主体とし，斑状結晶は WNW－ESE 方向(概ね N60° -80° W)の一定配列を示す。Mwefu 川の Lh07101502 (260114 8839049) では，眼球構造が発達し，最大 3cm 程度の楕円～球状のカリ長石結晶の濃集も認められる。

・ ミグマタイト

ミグマタイトには花崗岩が卓越するものと，変堆積岩類が卓越するものがある。N091602 (260668 8863176) のミグマタイトは，花崗岩が卓越し，変堆積岩は見掛け上，片理面の方向に沿って伸長した幅 1 m 程度の捕獲岩のように見える (図 5.2.3.1-7)。花崗岩は弱い葉層構造を持つ。花崗岩と変堆積岩の境界は，明瞭である。

変堆積岩類が卓越する場合は，変堆積岩類は薄い花崗岩のレイヤーを挟在し，局部的にレンズ状に花崗岩を包有する。

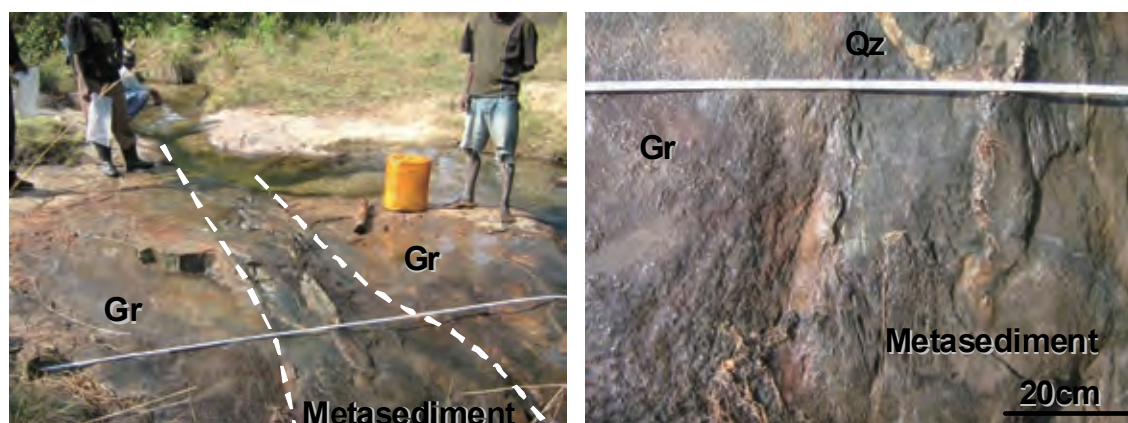


図 5.2.3.1-7 ミグマタイト状変堆積岩の露頭 (N091602)

(b) 変堆積岩類

砂質片岩および砂質片麻岩を主体とし，白雲母片岩および黒雲母片岩を伴う。一部，頁岩～千枚岩を挟在する。調査地域では 1030NE 図幅北西～北東部に広く分布し，WNW-ESE 方向に伸長した帯状の変成帯を形成している。

・ 砂質片岩～珪質片岩/石英片岩

砂質片岩は細粒の石英を主体とし，1mm 以下の細粒長石及び黒雲母を伴う。一般に無層理塊状であるが一部で層理が観察される。層理面は一般に垂直～南へ急傾斜を示す。砂質片岩中には，層厚数 10cm～数 10m 程度の頁岩ないしは千枚岩が挟在される。また，1030NE 図幅北西部の Mukalamba 川では，本岩中に WNW-ESE 方向に配列する 3～5mm 程度の楕円～球状白雲母結晶 ((図 5.2.3.1-8 左) が認められる (Lh7091205 : 237254 8892726)。

1030NE 図幅北東部の Mukoba 川近くの露頭 N091502 (260,920 8,885,626) では、細粒な砂質片岩が露出する。砂質片岩は明灰色を呈し、硬質で塊状緻密である。不明瞭ではあるが、縞状構造が認められる。黒雲母は 0.5mm 以下の細粒で、片理を持つ。また石英と黒雲母からなる細脈が認められる。



図 5.2.3.1-8 砂質片岩中の白雲母結晶 (left: Lh7091205),
砂質片岩露頭写真 (Right: N091502)

・砂質片麻岩

砂質片麻岩は 1030NE 図幅北東部の Samba-Lubemba 川, Nsamba 川, Samba-Bemba 川及び 1030NE 図幅北西部の Kapalu 川で小規模に分布する。中粒の石英に富む砂質片麻岩で、しばしば長石や 1mm 以下の細粒黒雲母を伴う。

Samba-Lubemba 川, Nsamba 川, Samba-Bemba 川の砂質片麻岩は、弱い褶曲構造を持つが、片理の一般走向は WNW-ESE であり、概ね一定方向を示す。傾斜は垂直または南へ 70° 程度の急傾斜をなす。本岩とポーフィロブラスティック花崗岩との境界が不明瞭であり、境界部は本岩中に花崗岩が不規則な形状 (岩脈状～レンズ状～ポケット状) で混在するミグマタイト質となっている。

Kapalu 川に分布する砂質片麻岩には顕著な縞状構造(片麻状構造)が認められる。Lh7062605 (228,108 8,881,636) では明灰色の砂質片麻岩に褶曲を伴う縞状構造が認められる。N091707 (228,205 8,881,114) では、明灰色を呈する砂質片麻岩は、石英および長石に富み、黒雲母は肉眼で 1% 以下である。砂質片麻岩は図 5.2.3.1-9 に示したとおり、複雑で微細な褶曲を持つ。

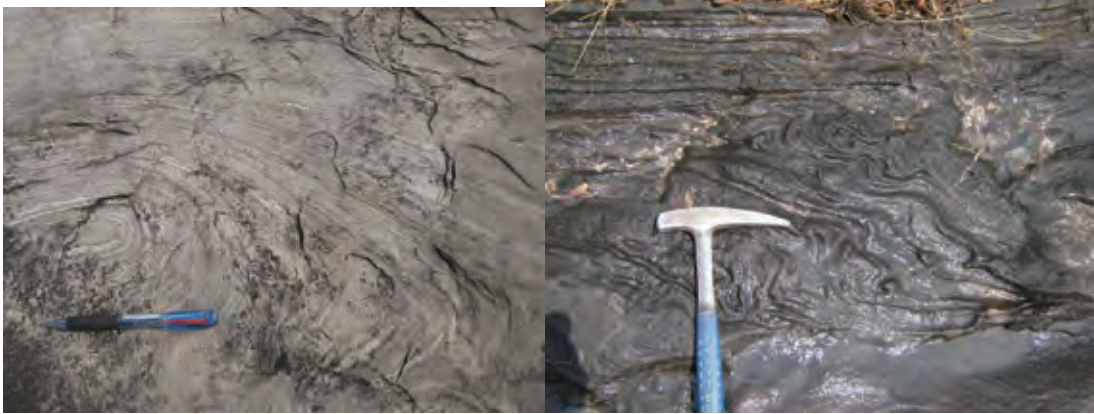


図 5.2.3.1-9 微細な褶曲を持つ砂質片麻岩 (左 : Lh7062605 右 : N091707)

・ 黒雲母片麻岩～黒雲母片岩

1030NE 図幅北東部の Nkanga 川の露頭 N091603 (260,286 8,863,668) では、細粒な黒雲母片麻岩が露出する (図 5.2.3.1-10)。黒雲母片麻岩は暗灰色を呈し、硬質で明瞭な縞状構造が認められる。比較的黒雲母に富む。片麻岩は微細な褶曲 (Microfolded) を持つが、全体的な片理のトレンドは $N55^{\circ} W$ である。傾斜はほぼ垂直である。この露頭では、黒雲母片麻岩は薄い花崗岩のレイヤーを挟在し、局部的にレンズ状に花崗岩を包有するなど、ミグマタイト状組織を示す。



図 5.2.3.1-10 黒雲母片麻岩の露頭と褶曲部の拡大写真 (N91603)

Lh7110603 (260018 8863743) では 1mm 以下の細粒黒雲母を多量に含有する黒雲母片岩が僅かに露出する。細粒黒雲母が構成鉱物の 50%以上を占め、そのほか石英、斜長石、白雲母、カリ長石を僅かに含む。黒雲母片岩の片理面の走向は $NE44^{\circ}$ 、東に 70° 程度の傾斜を示し、そのほかの地点で観察される一般的な走向傾斜(WNW-ENE 走向、南急傾斜)と異なる。

Nkanga 川の更に上流では (N091607 : 259,325 8,862,116), 明灰色の 0.1mm 程度の細粒な黒雲母片麻岩は、ペグマタイトの貫入の影響を受けている。ペグマタイトとの境界部

付近では、片麻岩中の斜長石は、カリ長石に変化しているのが認められる。

・白雲母片岩

Lukulu 川では、1mm 以下の細粒白雲母を伴い、灰色～薄黄色を呈する白雲母片岩が小規模に分布する(Lh7100103 : 262328 8878586)。片理面は明瞭であり、走向 NW60°～70° 及び垂直～南へ 70° の傾斜を示す(図 5.2.3.1-11)。



図 5.2.3.1-11 雲母片岩(Lh7100103)

Nkanga 川の M34 (265552 8867708) では、強風化により褐色を呈した軟質な雲母片岩が露出する。風化しているものの、明瞭な片理が確認され、その走向は E-W、傾斜は 60° N 落ちである。

・砂岩

1030NE 図幅の北東部 Lukupa 川の露頭 N091311 (279,240 8,879,860) では、節理の発達した幅 5m の砂岩が、河床に分布する。本岩は明黄緑色を呈し、粒子は 0.1～0.5mm である。

2) Muva 累層群

本累層群は Bangweulu ブロックを広く覆う堆積岩類の下部に相当し、当初は Guernsey (1941)によって、“Plateu Series” と呼称されていた。その後、本層群中央部に位置する Luongo 褶曲軸が、Kibaran 造山活動の影響を受けたことが明らかとなり、本累層群が Katanga 累層群以前に形成された地層であると考えられた(Tieme, 1970)。また、Daly and Unrug(1982)は、本累層群はザンビア北部から西方コンゴ及び北方のタンザニアにかけて広く分布する堆積岩・変堆積岩に対比し、Ebrunian 造山運動(1850Ma)と Kibaran 造山運動(1100Ma)の間に形成されたと推定した。さらに Daly と Unrug らは本累層群が分布するザンビア北部で広域的な層序研究を行い、本累層群下部を Mporokoso 層と Kasama 層に区分した(Unrug, 1982)。

本調査地域からは、これまでに Mporokoso 層及び Kasama 層の同位体年代の報告は無い。De Waele and Fitzsimons(2004)は、本調査地西方 Mansa 地域から採取した Mporokoso 層中の珪岩に含まれるジルコンについて、SHRIMP 法(U-Pb)の年代測定を行った。その結果、Mporokoso 層の堆積は約 1860Ma に始まったとした。

(a) Mporokoso 層

1030NE 図幅西部(Mumana Lupando)～東部(Dominiko)にかけて分布する。全体に緩い盆状の構造をなし、W-E～WNW-ESE 方向の向斜軸を有する。下位の地層との直接的な関係を観察することはできないが、堆積環境及び周囲の地質構造との関係から、下位の基盤岩類を不整合に覆うと推定される。

灰色～暗褐色を呈する塊状の珪岩を主とし、基底部に 5cm 程度の円磨された石英礫からなる礫岩を局部的に伴う。また、一部に褐色～薄紫色を呈する頁岩を厚さ数 m 程度挟む場合がある。Mporokoso 層の堆積盆中央は、厚さ約 5,000m に及ぶ大陸・海洋起源の碎屑性堆積物からなるが、本調査地域で推定される本層の厚さは、現地観察の結果、最大 300m 程度と考えられる。

・珪岩

珪岩は比較的細粒～中粒(3mm 以下)の石英からなる。珪岩層は調査地西部の Mukanga 川上流では 15° 以下の緩い傾斜を示すが、調査地北部の Lubala 川南部流域では、40°～60° の傾斜を示す。本岩は極めて硬質で、風化に強く、地形的なリッジを形成している。

Mukanga 川上流で観察された露頭(Lh7090704 : 235342 8861290)には、珪岩中には斜交葉理が認められ、同時に” En echelon fracture” を伴う石英細脈が多数発達する(図 5.2.3.1-12)。Sykes(1995)は、調査地の南西方に位置する Chipili 地域で、このような特徴を有する Mporokoso 層について記載している。ただし、Chipili 地域の基底礫岩は、単源礫岩より複源礫岩(polymictic conglomerate)が優勢である。

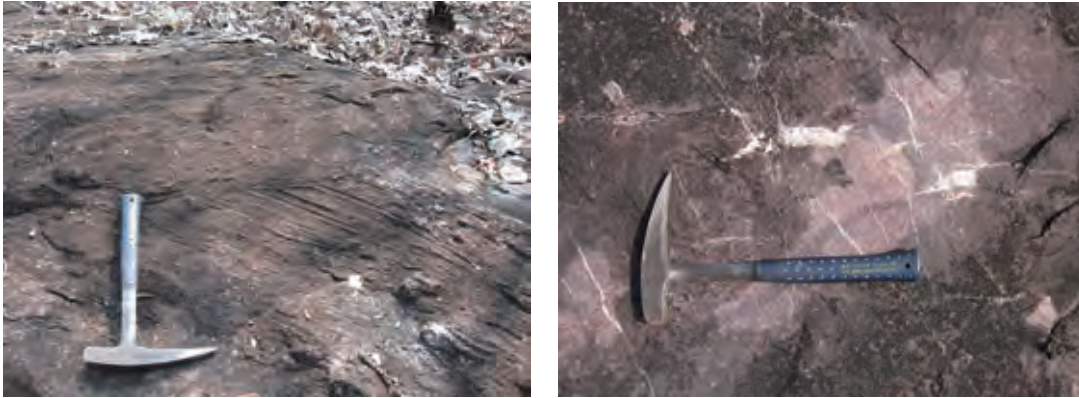


図 5.2.3.1-12 Mporokoso 層の岩相斜交葉理(左: Lh7090704)
Sigmoidal および en Echelon 構造(右: Lh7090706),

Dominiko 集落付近 N091301 (263394 8860614) では、桃色～薄紫色を呈する珪岩が露出する。珪岩を構成する石英は直径 0.3-0.5mm 程度である。再結晶により粒子同士が 120° で接する granoblastic 組織を示す。本珪岩の SiO_2 含有量は 96.9% である。

・礫岩

礫岩の分布は局部的である。1030NE 図幅内では以下の 2 箇所を確認された。

Mukanga 川上流 Lh7090708 (235984 8862029) では、礫岩は白～淡褐色を呈する 3～7cm 程度の円磨された石英礫からなり、淘汰が悪く、異質礫を含まない単源礫岩 (monomictic conglomerate) である。本礫岩層の厚さは最大 10m 程度である。

Fitaba 川上流 N091606 (256353 8864370) では薄桃色を呈する礫岩の 1m 強の転石が認められた。クラストは 50% で、1～2cm の垂円礫の石英礫からなり、マトリックス部は細粒な石英からなる。転石のため、礫岩の走向傾斜は不明である。



図 5.2.3.1-13 Mporokoso 層の礫岩(N091606)

・頁岩

頁岩は褐色～薄紫色を呈する。頁岩は珪岩中に厚さ数 m 程度挟在される。頁岩は部分的に砂質となっている箇所もある。

道路敷石用の採石場 Pit で強風化した頁岩が確認された (M52 : 253859 8857875)。頁岩は軟質で風化しやすい性質のため露出は少ないと考えられる。

(b) Kasama 層

1030NE 図幅北東部の Luombe 川から Chishimba Falls にかけての範囲に分布する。Chishimba Falls の水力発電所建設に伴う掘削では、基盤岩類の変堆積岩を不整合に覆う、基底のシルト岩とその上位の珪岩からなる露頭が出現し、Drysfall (1960) により報告されている。Kasama 層の分布は、1030NE 図幅北東部を西端部とし、その東方の Isoka 西部に位置する Chapalapata Hill まで、東西方向に約 100km の分布を示す (Daly and Unrug, 1982)。層厚は、本地域周辺が最も薄く、およそ 100m で、東部では 900m に達する。本層の模式地は、北部州の州都である Kasama 東方 12km の地点(Mabula)にあり、層厚 120m で、全体が 4つのユニットに分かれている。

・珪岩

珪岩は白色～ピンク色を呈し、部分的に淡薄紫色を呈する頁岩を挟む。Chishimba Falls にて、代表的な産状を観察することができる。本層は、全体に緩い傾斜を示す。

珪岩は概ね塊状をなし、細粒～中粒(最大 3mm 程度)の石英からなる。層理面が発達する場合には、異なる粒径を持つ石英粒が成層し、僅かに細粒黒色の赤鉄鉱を含む。また、透明～白色細粒の石英結晶からなるザラメ状の形状を示す場合もあり、このような特徴は他の層準では観察されない。N091501 (262880 8886936) では、珪岩が破碎を受けており、沢の方向 E-W に沿って破碎帯が連続する。

N091505 (262593 8886747) では、明桃色の細粒珪岩が露出する。層理の走向は N50° E、傾斜は 24° SE である。全岩分析結果は SiO₂ が 98.4% の高純度を示す。

・頁岩

頁岩は基底部で確認される他、珪岩中に厚さ 1～2m 程度の薄層が挟在される。N091316 (272293 8881446) の頁岩は、風化により全体的に黄白色を示すが、局部的に褐鉄鉱に富む箇所は褐色となっている。層理は走向 N30° W、傾斜は 8° NE と緩く傾斜している。

N091506 (264429 8887556) では、採石場の Pit 底に桃色の頁岩が産する。傾斜は緩く、南西に 3° 傾斜している。

3) Katanga 累層群

(a) Luitikila 層(Kt)

Luitikila 層は Guernsey(1941)により Mpika の北西側を流れる Luitikila 川に因んで命名された層である。Marten(1968)によれば、Mpika 北西の Chalabesa Mission 地域の Luitikila 層は、Muva 累層群の一部である Mansha River 層群を不整合に覆い、砂岩、シルト岩及び泥岩からなる地層である。本層の基底部には珪岩の礫を主体とした厚さ 50m の礫岩層が報告されている。

本層は 1030SE 図幅、1130NE 図幅、1130SE 図幅に広く分布する。ラテライト質風化作用を被り、一部の河川沿いを除き新鮮な露頭は少ない。

-1030SE 図幅

・細粒砂岩～シルト岩

茶褐色～黄土色を呈し、長石及び細粒の白雲母を伴う。層理が比較的発達するとともに、しばしば不規則な片理が発達し、1mm 以下の細粒白雲母が認められる。また、僅かに細粒黒色の赤鉄鉱が縞状に発達する場合もある。1030SE 図幅南東部に位置する Chambeshi 川では、5km の範囲に露頭が点在する。層理面はいずれも NE～ENE の走向を示し、北に 2°～8°の極めて緩い傾斜をなす。このうち、Lh7103101 (280295 8790036) では、厚さ 3mm 以下の赤鉄鉱の薄層を伴うが、白雲母は確認できない。また、その南方 30m では最大直径 1mm 程度の細粒白雲母が観察され、赤鉄鉱の薄層は確認できない。

Lubansenshi 川にも同様の露頭が数箇所認められる。Lubansenshi 川南部流域に露出する本層(Lh7102601:256716 8797750)は、層理面が発達する赤色砂岩からなり、幅 5mm 程度の赤鉄鉱縞を伴う。ただし細粒の白雲母は観察されない。

本地域は、地形が平坦であり、水量が豊富な Chambeshi 川および Lubansenshi 川以外では、露頭は認められない。そのため、集落で使用している水井戸を調査し、掘削の際に深部より掘り出された礫を調査した。

図幅西側 Lukutu 川沿いの集落でかつて使用していた深度 20m の水井戸がある(227526 8818186)。水井戸深部より掘り出された礫は、桃色を呈し、石英を主体とし、長石を若干含む砂岩である。石英粒は直径 1mm で円磨度 (Sub-Angular) が低い。

図幅南部の Mbang Npasa 集落の水井戸 (250135 8792523) では、厚さ 11～12m の風化層の下位の孔底部に赤色細粒砂岩が分布する。

・礫岩

1030SE 図幅内では、基盤の花崗岩類と本層の境界部付近には基底礫岩が分布すると予想されたが、礫岩の露頭は認めることが出来なかった。しかしながら、境界部付近では、2～3cm のペブルサイズの円磨された珪岩転石が多数分布する箇所を複数箇所認めた。河

川より離れた比較的平坦な箇所でも珪岩転石が認められるため、河川堆積物ではなく、珪岩の礫を主体とした礫岩が風化した産物であると考えられる。

図幅北東部から図幅中央部の Chilufya 集落に続く未舗装道沿いの集落では、水井戸を使用している。井戸 N092203 (273141 8831852) では、井戸底が礫混じりの土壌となっている。井戸底の土壌は塩酸で僅かに発泡する。礫は 0.5~1cm サイズ、珪岩の礫を主体とし、若干の雲母片岩の礫も認められる。

-1130NE 図幅

・中粒～細粒砂岩

1130NE 図幅では Lubaleshi 川沿いに比較的露頭が多く存在し、Lulingila 川でも露頭が点在している。

Lubaleshi 川の FC090420 (268,236 8,739,782) では、中粒の赤色砂岩が露出する。層理の走向は N45° E, 傾斜は 10° NW 落ちである。砂岩は淘汰が良く、円磨度 (Sub-Rounded) が高い。A090202 (270941 8741896) では、赤灰色の細粒砂岩が分布する。砂岩には斜交葉理が認められる。この砂岩中には赤鉄鉱に富む細いバンドが認められる。

-1130SE 図幅

1130SE 図幅では Luitikila 川、Kanchibia 川沿いに比較的露頭が多く存在する。

・細粒砂岩

細粒砂岩は新鮮部で一般的に暗灰色を呈しており、風化により黄白色～茶褐色に変化している。全般的に硬質で、層理が比較的発達する。細粒砂岩は石英粒を主体とし、斜長石、カリ長石に乏しい。石英粒の円磨度は高く、淘汰は全般的に良い。稀に赤鉄鉱の微細スポット (φ0.2mm) を含むことがある。

FC080705 (281,014 8,701,615) では、明瞭な層理が認められる灰色砂岩が Kanchibia 川の河床に露出する (図 5.2.3.1-14)。層理の走向は N65° N, 傾斜は 19° N である。



図 5.2.3.1-14 灰色砂岩(FC080705)

Kanchibia 川の FC081315 (273,299 8,698,910) では、白雲母を含む砂岩が露出する。砂岩の層理面の走向は N37° W、傾斜は 19° NE である。Kanchibia 川支流の Luangoshi 川では、白色の砂岩が認められた (FC20080803 : 267,348 8,691,312)。

水井戸の孔底から採取された APD080801 (250,059 8,696,293) は、風化を受け黄褐色を呈している。砂岩は、中粒で、粘土化した長石が比較的多い。

Kanchibia 川の N072301 (276,724 8,700,207) の灰色細粒砂岩は、他と違い硬質であり、層理がはっきりしない塊状である。

・石灰岩質砂岩

基質が石灰質な細粒砂岩も認められるが、分布は局所的である。N081308 (262,292 8,696,066) では、塩酸により僅かに発泡する暗灰色の石灰岩質砂岩の露頭が認められた。粒子は 0.1~0.2mm と細粒で、赤鉄鉱のスポットを伴う。

・シルト岩

シルト岩は新鮮部で明灰色~暗紫色を呈するが、ほとんどの露頭では風化しやすい性質のため、黄白色~黄土色に変化している。全般的に軟質で、厚さ 5 mm 以内の薄い泥質部を挟在することもある。Luitikila 川の下流の露頭ではシルト岩は微細な白雲母 (φ 0.1~0.2mm) を普遍的に認め、特に層理面に多く白雲母が分布し、層理面が容易に剥がれる。

Kanchibia 川の N081306 (263,189 8,696,408) では、紫灰色シルト岩が幅 50m にわたって露出する (図 5.2.3.1-15)。層理の傾斜は N52° E、傾斜は 10° NW である。部分的に少量の白雲母を認める。本シルト岩は全体に軟質で、細い泥質な葉理を挟む。



図 5.2.3.1-15 紫灰色シルト岩露頭 (左 ; N081306) および
泥質葉理を挟む細粒砂岩 (右 N081203)

調査地域南東の FC20080702 (269,066 8,682,437) では自形の磁鉄鉱を含む珪質片岩を認める。珪質片岩は若干の方解石と白雲母を含む。ここでの片理面の走向は N63° E、10° SE 落ちである。

(4)沖積層

-1030NE図幅

本図幅では、北東部の Luombe 川に広く沖積層が分布している他、Lukulu 川下流域にも分布する。また主要河川沿いにも沖積層が分布する。花崗岩が分布する領域では、沖積層は広く、変堆積岩が分布する領域では沖積層が狭い傾向がある。沖積層は細粒の円磨度の高い石英砂（ $\phi 0.1\sim 0.2\text{mm}$ ）を主体としており、少量の長石類、雲母を認める。

-1030SE図幅

本図幅では、Lubansenshi 川および Chambeshi 川沿いに広く沖積層が分布している他、主要河川沿いにも沖積層が分布する。Lukutu 川・Mununshi 川下流は広い沖積層となっており、河川は沖積層中に消失する。北東部では長径 2~3km 程度の特徴的なすり鉢状窪地が発達し、沖積層が堆積し、湿地(Dambo)を形成している。沖積層は細粒の円磨度の高い石英砂（ $\phi 0.1\sim 0.2\text{mm}$ ）を主体としている。

-1130NE図幅

1130NE 図幅南西部には広く沖積層が分布し、平原となっている。また主要河川沿いにも沖積層が分布する。Chambeshi 川の両岸は周囲の沖積層よりも盛り上がりしており、自然堤防を形成している。沖積層は細粒の円磨度の高い石英砂（ $\phi 0.1\sim 0.2\text{mm}$ ）を主体とし、長石類は少ない。

図幅南西部 Kabinga 地区（244,813 8,734,562）の沖積層で観察のために Pit 調査を行った。砂は細粒~中粒で、円磨された、淘汰の悪い、石英主体の砂である。砂は生物擾乱を受けており、砂の堆積構造は認められなかった。掘削深度 190cm で地下水位となった。

湖沼堆積物は Chaya 湖・Bemba 湖など主要湖周辺に認められる。泥を主体とする有機物に富んだ黒色層が分布し、湿地帯となっている。

-1130SE図幅

1130SE図幅北西部には広く沖積層が分布し、平原となっている。また主要河川沿いにも沖積層が分布する。沖積層は細粒の円磨度の高い石英砂（ $\phi 0.1\sim 0.2\text{mm}$ ）を主体とし、長石類は少ない。湖沼堆積物は Bakabaka 湖周辺に認められる。泥を主体とする黒色層が 50cm の厚さで分布する。その下位には砂・シルト混じりの淘汰の悪い層が分布する。

5) 貫入岩類

(a) 変火山岩

1030NE図幅の西部のLh7090721 (237,074 8,863,933) には、淡緑色～暗緑灰色を呈する火成岩で、中粒(3mm程度)の石英・長石斑晶を含む変火山岩が分布する。本岩は全体的に珪質で、一部に白色～薄茶色異質岩片を含む。また、最大3mmの黄銅鉱自形結晶が初生粒子状に鉱染するが、裂隙系が発達しないことや粘土変質鉱物が確認されないことから、本岩と同時期に形成されたものと考えられる。

(b) 斑レイ岩・ドレライト

1030NE図幅の東部に主に分布し、WNW-ESE方向に伸長して露出するものが多い。本岩は暗灰色～暗緑色を呈し、主に半自形の輝石、橄欖石及び長石からなる。一般に本岩は弱い変質を受け、輝石、橄欖石は緑泥石または緑廉石に置き換えられている。また、長石は白色化し、最大2～3mm程度の結晶が認められるが、しばしば1mm以下の微細結晶も認められる。本岩中には、1mm程度の細粒黄鉄鉱鉱染が認められる。

調査地域北東部のSamba-Lubemba川は基盤岩の変堆積岩に貫入したE-W～WNW-ESE方向に伸長した長さ50m程度、幅約20mの岩脈が観察される (Lh7100210 : 258,638 8,885,853)。貫入面はE-W, 80° Sを示し、幅2m程度の急冷相が認められる。本露頭では概ね1～3mm程度の斜長石を有するが、一部で1mm以下の細粒結晶を示す部分もある。また稀に半自形の細粒黄銅鉱結晶(1mm以下)も認められる。

Lukulu 川の FC092228 (276,977 8,872,321) では、川を直交する E-W の方向に岩脈が貫入している。岩脈は流紋岩質で、変質している。

(c) 微花崗岩

Mporokoso へ続く幹線道路の Lukupa 川に架かる橋付近には暗灰色の硬質・緻密な微花崗岩が分布する (Ld008 : 278463 8879300)。斑晶は 0.1～0.5mm と細粒である。顕微鏡下では石英、カリ長石、斜長石の他、微斜長石、白雲母が認められる。

6) 熱水脈

(a) 石英脈

-1030NE

Lh7100208 (258874 8888474) では基盤岩類の変堆積岩中に不規則塊状またはレンズ状の石英脈が分布する。石英結晶中や周辺部に黄銅鉱、斑銅鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱が認められる。黄銅鉱と斑銅鉱は 5～10mm 程度の比較的粗粒な結晶も観察される。石英は不規則レンズ状を示しており、セグリゲーションベインのような見掛上の形態をなす。流体包有物の均質化温度は平均 160°C と低温を示す。塩濃度は 7.5%NaCl eq.であった。

Lh7091304 (244208 8891138) では変堆積岩中に黄鉄鉱鉱染を伴う灰色を呈する玉

髄質石英脈が分布する。脈の走向は N20° E である。Au は 0.003ppm, Ag は 0.28ppm であった。

M50 (257294 8862906) では Mporokoso 層中に鏡鉄鉱を伴う石英脈が分布する。脈の走向は E-W である。Au は検出限界以下, Ag は 0.05ppm であった。

N091503 (261,033 8,885,486) では, 変堆積岩中に石英脈を認める。石英脈は N28° W 方向に連続し, リッジを形成している。石英脈は角礫化した石英を含有する塊状の脈であり,部分的に硫化物の Boxwork を認める。Au は検出限界以下, Ag は 0.09ppm であった。

N091504 (262,155 8,886,464) では Kasama 層中に石英脈ネットワークを認める。母岩の Kasama 層の珪岩を切る細脈の方向はほぼ南北が卓越する。Au は検出限界以下, Ag は 0.09ppm であった。

A091702 (236,393 8,863,015) では, Mporokoso 層中にあみだくじ構造を示す石英脈のネットワークが認められた。石英脈群は N75° W に伸長する長さ約 2 km のリッジを形成している。Au は検出限界以下, Ag は 0.12ppm であった。

-1030SE

Munwa川近傍Lh7101601 (269047 8831124) には, 白色を呈する石英脈がN70° W 方向に伸長して約5m×20m程度露出する。部分的にWNW系及びN-S系の割れ目が認められる。石英脈中には礫状の石英, 幅5mm程度の石英細脈及び細粒の褐鉄鉱を伴うが, 鉄鉱物は認められない(図5.2.3.2-6)。化学分析ではAuは0.001ppmであった (Gh-03 Lh7101601)。

また, 図幅北西部, Lubansenshi 川には複数の石英脈が分布する。走向は E-W 方向が卓越している。

-1130NE

FC090422 (267384 8739422) では, 明灰色の石英脈細脈を伴う砂岩が分布する。石英脈の走向は N20° E で, 幅は数 cm 程度と小規模である。

-1130SE

FC20080701 (270049 8683564) では, 白色透明の石英脈が認められた。幅は 16cm, 確認できた延長は E-W 方向に 3m である。石英脈は黒色の鏡鉄鉱を伴う。母岩は露出しておらず, 不明である。化学分析値は (RC001) Au は検出限界以下であった (<0.001ppm)。

上記の露頭その他, 周辺では石英脈の転石が多く認められる。住民により, ハンマーにより破碎され, 砂利として使用されている。

(b)ペグマタイト

花崗岩類および変堆積岩中には白雲母，石英，電気石，長石の粗粒結晶が濃集するペグマタイトもしばしば認められる。ペグマタイトは最大幅2～5mの岩脈状をなし，径5cmを超える石英，白雲母自形結晶が発達する。代表的な露頭は，Lukulu川のLI7100301(259,521 8,879,529)である。

1030NE 図幅北西部のLh7091103(227694 8889227)では，変堆積岩の縞状構造に平行にレンズ状または脈状のペグマタイトが発達し，概ね5cm程度の粗粒長石や白雲母からなる(図5.2.3.1-16)。ペグマタイト鉱物が分布する場所の周辺には，採掘ピット跡(深さ2m程度)が多数存在する。



図 5.2.3.1-16 変堆積岩中のレンズ状ペグマタイト (Lh7091103)

7)風化層・崩積土

基盤岩類，Muva 累層群，Katanga 累層群などの母岩が強風化したもの、あるいはその二次的な堆積物で、調査地域全域の地表付近を広く覆う。

一般にラテライト質砂質土壌から粘土質土壌であり，道路建設や建築物用の材料として使用されている。Maczka and Cap(1973)は，本調査地域東部のLukulu川右岸において，ハンドオーガーを用いた表層堆積物の調査を行い，地表から2m付近までは暗灰色～灰色の砂質～シルト質粘土からなり，2m以深から3mまでを風化した雲母片岩の礫を含む粘土であることを報告している。

Mporokoso 層が分布する領域にある採石場N091303(266166 8862916)では，地表下2～3mまでは，ラテライトに富むペブルサイズの礫が卓越し，それ以深は10～15cm大の亜円礫が卓越する。亜円礫はMporokoso層の珪岩である。ピット底では，僅かに珪岩および頁岩が露出する。

高品位ラテライトに富む箇所では，小規模な採掘がおこなわれ，製鉄用の窯(Kiln)の跡が存在する場合がある(263277 8852161)。

-1030SE 図幅

1030SE 図幅内の Luitikila 層が分布する領域内の井戸情報によれば、Luitikila 層の風化層（B 層）は 7～15m である。B 層の下位には、風化した砂岩（C 層）が分布する。砂岩中の長石は、風化により白濁している。

-1130SE 図幅

土壤試料採取にあたり、土壤のプロファイルを調査する目的で Chalabesa 地区 (283166

8,741,614) でピット調査を行った。観察結果は以下である(図 5.2.3.1-17)。

0～0.3m：有機物に富む明褐色砂層（A 層）

0.3～0.8m：黄色を帯びた明褐色中粒～粗粒の砂

0.8～2.4m：赤褐色～オレンジ色の砂。植物根を伴う。

2.4～2.6m(ピット底)：pebble～cobble サイズの角礫主体。礫は石英礫が卓越し砂岩・シルト岩の礫を伴う。

-1130SE 図幅

土壤試料採取にあたり、土壤のプロファイルを調査する目的でピット調査を行った。

Kopa pit (263,474 8,696,880)での観察結果は以下である(図 5.2.3.1-18)。

0～0.1m：有機物に富む黒色層（A 層）

0.1～1.0m：生物擾乱を受けた細粒の砂

1.0～1.7m：ペブルサイズの礫を稀に伴う砂

1.7～2.85m(ピット底)：シルト岩，砂岩および石英脈の一部と考えられる石英の礫が主体。礫サイズは平均φ10mm。

2.85～3.3m：強風化（粘土状）シルト岩

ピットから回収された礫は、亜円礫から亜角礫である。

Njeke pit(280,359 8,712,560)では、3.7mまで掘削したが、岩盤には到達しなかった(図 5.2.3.1-19)。

0～0.2m：有機物に富む黒色層（A 層）

0.2～2.8m：赤褐色砂状土壌

2.8～3.6m：褐色砂状土壌

3.6～3.7m(ピット底)：強風化（粘土状）明灰色砂岩

いずれの深度からも礫の産出はなかった。孔底部の強風化砂岩は、極めてもろく、指で崩れるほどである。

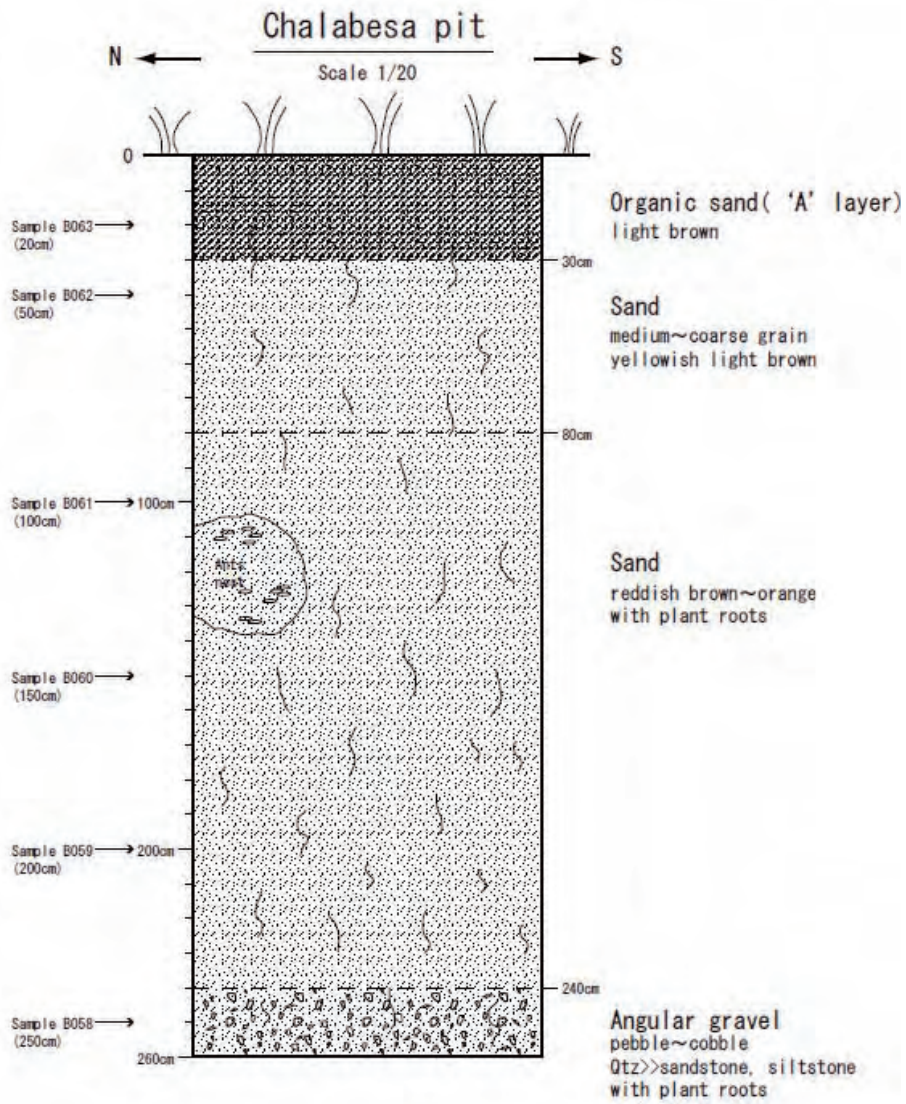


図 5.2.3.1-17 Chalabesa Pit の観察結果

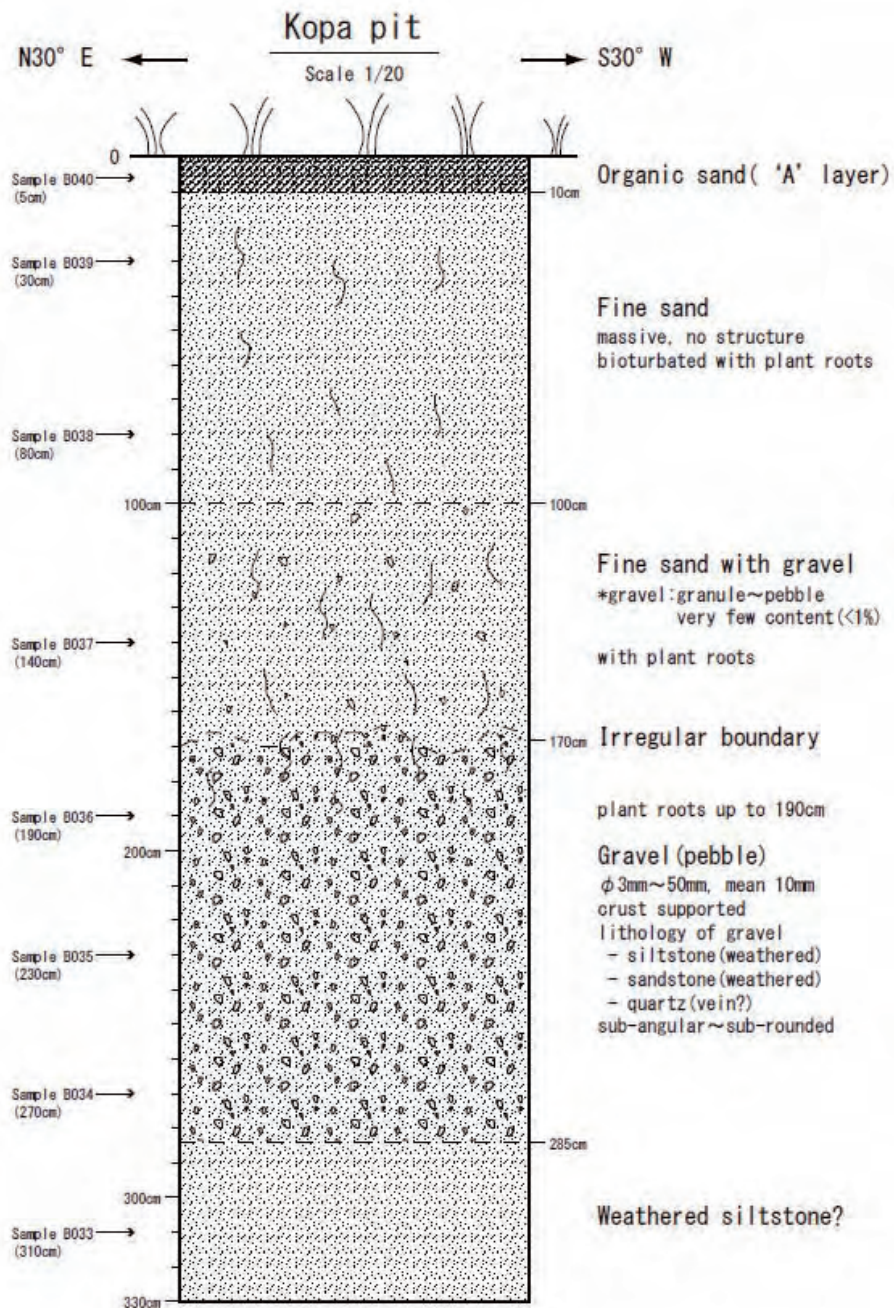


図 5.2.3.1-18 Kopa Pit の観察結果

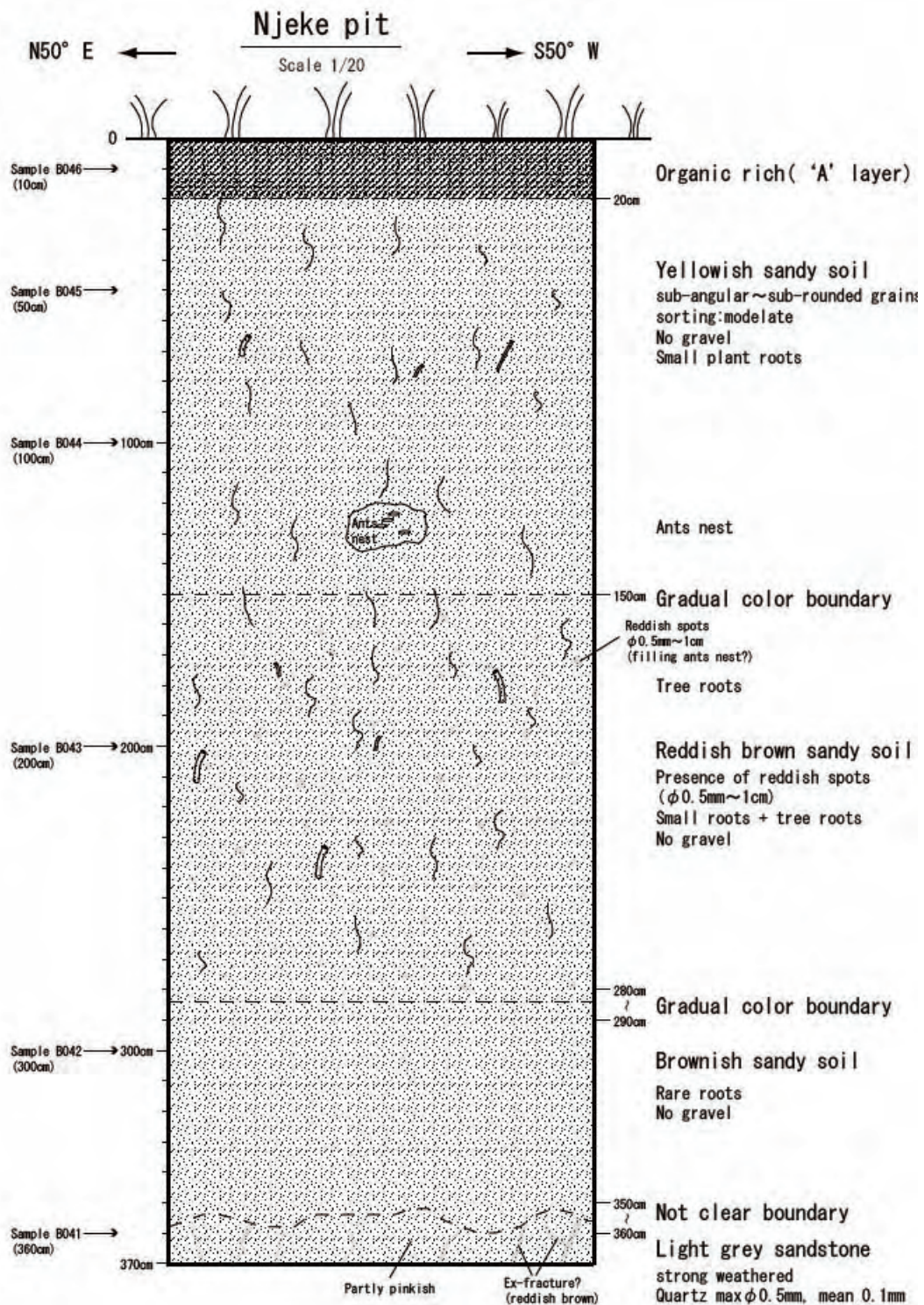


図 5.2.3.1-19 Njeke Pit の観察結果

5.2.3.2 地質構造

1) 1030NE 図幅の地質構造

本図幅の基盤岩類のひとつである花崗岩質片麻岩および変堆積岩には、面構造（片麻状構造，片理構造）が広く発達し，それらの面構造の走向は概ね WNW-ESE 方向を示している。図 5.2.3.2-1 は，各露頭で観察された縞状構造や片理面の走向をローズダイアグラム上にプロットしたもので，花崗岩質片麻岩と変堆積岩の面構造は共に N60～80W 程度の一定方向を示すことが読み取れる。

Mporokoso 層は，東西方向に伸長した分布を示す。層理の方向は N70～90W が卓越し，傾斜は中央部に向かって落ちており， E-W～WNW-ESE 方向の向斜構造を持った盆状構造が推定される。Kasama 層の層理の方向は，ばらつきがあるが NE-SW～E-W 方向が卓越する。また，Kasama 層も盆状構造をなすと考えられ，中央部には N-S 系向斜軸の構造を有し，現在はほぼその軸に沿って Luombe 川が流れている。

本図幅範囲の地形的特徴を抽出するために，SRTM/DEM を用いて多方位陰影図を作成した(図 5.2.3.2-2)。図 5.2.3.2-2 は，地質構造を反映した地形を明瞭に表現している。一般に陰影図では珪岩のような硬く粒状の岩石の集合体からなる地層は水系が発達せず，全体に非常に滑らかな表面を形成する。図 5.2.3.2-2 中央部と北東部には，非常に滑らかな面で表現される部分が認められ，水系が発達していない。これらは，いずれも珪岩からなる Mporokoso 層と Kasama 層の分布位置と一致し，本陰影図の表現力が優れていることを示している。珪岩の分布域以外の部分では，比較的水系が発達し，基盤岩類の特徴を表していると考えられる。また，Mporokoso 層及び Kasama 層と基盤岩類の境界付近で白色や黒色で表現される部分がある。これらは，地形的なギャップが連続する場所を示しており，主に珪岩が露出した崖や小丘からなる。

図 5.2.3.2-2 では，WNW-ESE 系及び N-S 系方向の明瞭な断層およびリニアメントが確認できる。特に北東部に分布する Kasama 層南西端には，直線的な WNW-ESE 系の明瞭な断層を確認することができる。この断層の南方約 10km の Lukulu 川にも，同様の方向を示す WNW-ESE 系のリニアメントが確認できる。この Lukulu 川では雲母片岩や泥質片岩が露出し，片理の方向はリニアメントと同じ WNW-ESE 系である。このリニアメントは片岩の片理を反映したものと考えられる。

地表踏査によって，Mporokoso 層及び Kasama 層中に破碎帯を確認した。一般的に珪岩は塊状で割れ目が少ないが，破碎帯では平行な割れ目が密に分布する。破碎帯の方向は，WNW-ESE 系と N-S 系がある。

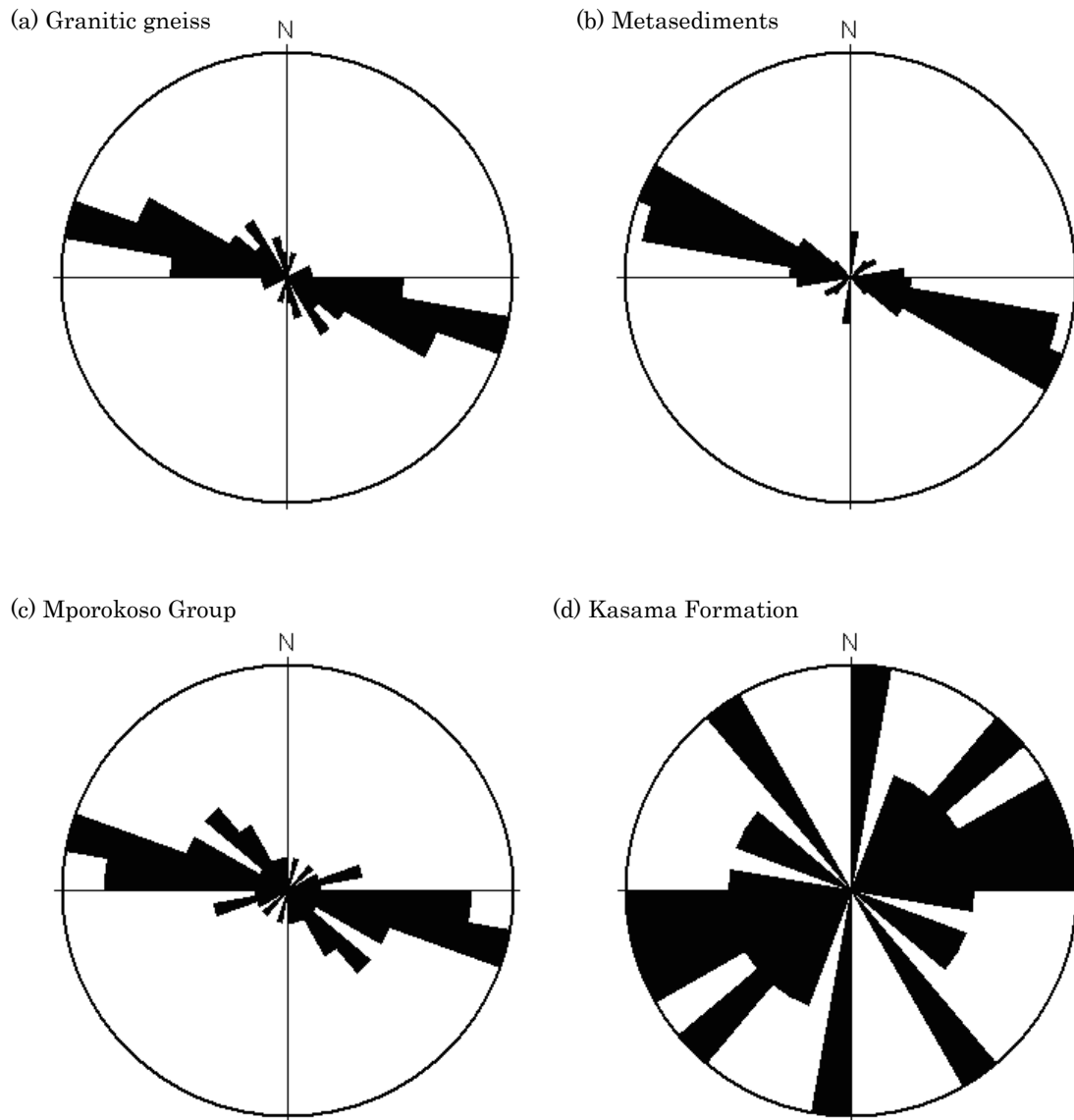


図 5.2.3.2-1 面構造のローズダイヤグラム
(class interval:10 degrees)

- (a) Foliation of Granitic gneiss, augen gneiss and porphyroblastic granite (N=37),
- (b) Foliation of Metasediments, mainly quartz-biotite gneiss(N=71)
- (c) Bedding of Mporokoso Group (N=29)
- (d) Bedding of Kasama Formation (N=18)

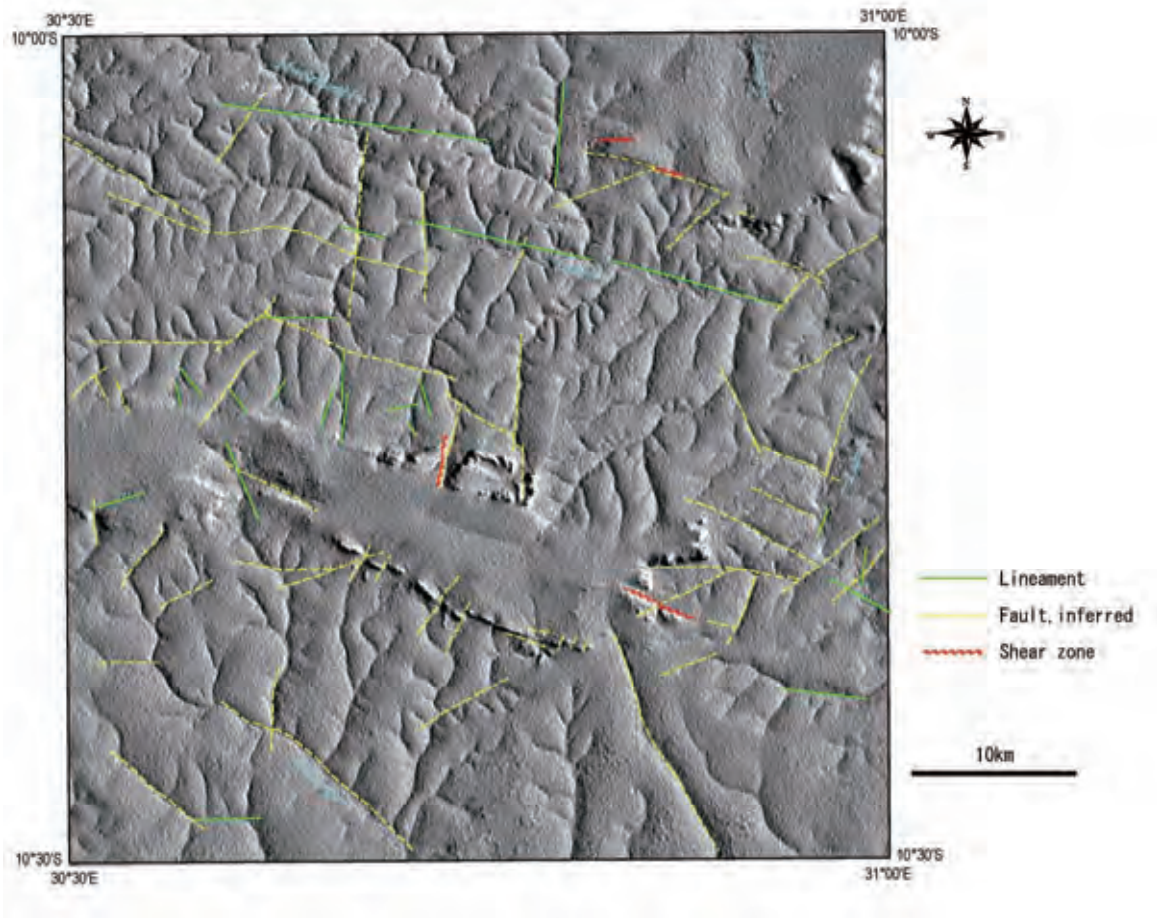


図 5.2.3.2-2. SRTM DEM から作成した多方位陰影図(1030NE 図幅範囲)

2) 1030SE 図幅の地質構造

本図幅範囲は、起伏量が極めて小さく、前述した 1030NE 図幅範囲と比較すると水系の発達が悪い。SRTM/DEM から作成した多方位陰影図 (図 5.2.3.2-3) から、本図幅は大きく 2つの地形的区域に分けることができる。即ち、①僅かに水系が発達する北縁部と、とそれ以南の②の区域である。

①の区域は花崗岩類(Gr)の分布と良い一致を示し、南北系の水系が発達する。しかし、特徴的な地質構造は識別することはできない。②の区域は Luitikila 層の分布と良い一致を示すが、極めて起伏量が小さいため、地質構造や地形特徴を識別することはできない。しかし①の区域と②の区域の境界は、Lubansenshi 川であり、ここが基盤岩類と Luitilika 層の地層境界となっている。②区域北東部では長径 2~3km 程度の特徴的なすり鉢状窪地が発達する。これらは本地域特有の湿地(Dambo)を形成している。こうした窪地地形は石灰岩地域にしばしば発達するドリーネ地形に類似している。窪地周辺は風化層に覆われ露頭は確認できなかったが、石灰質砂岩の存在が示唆される。

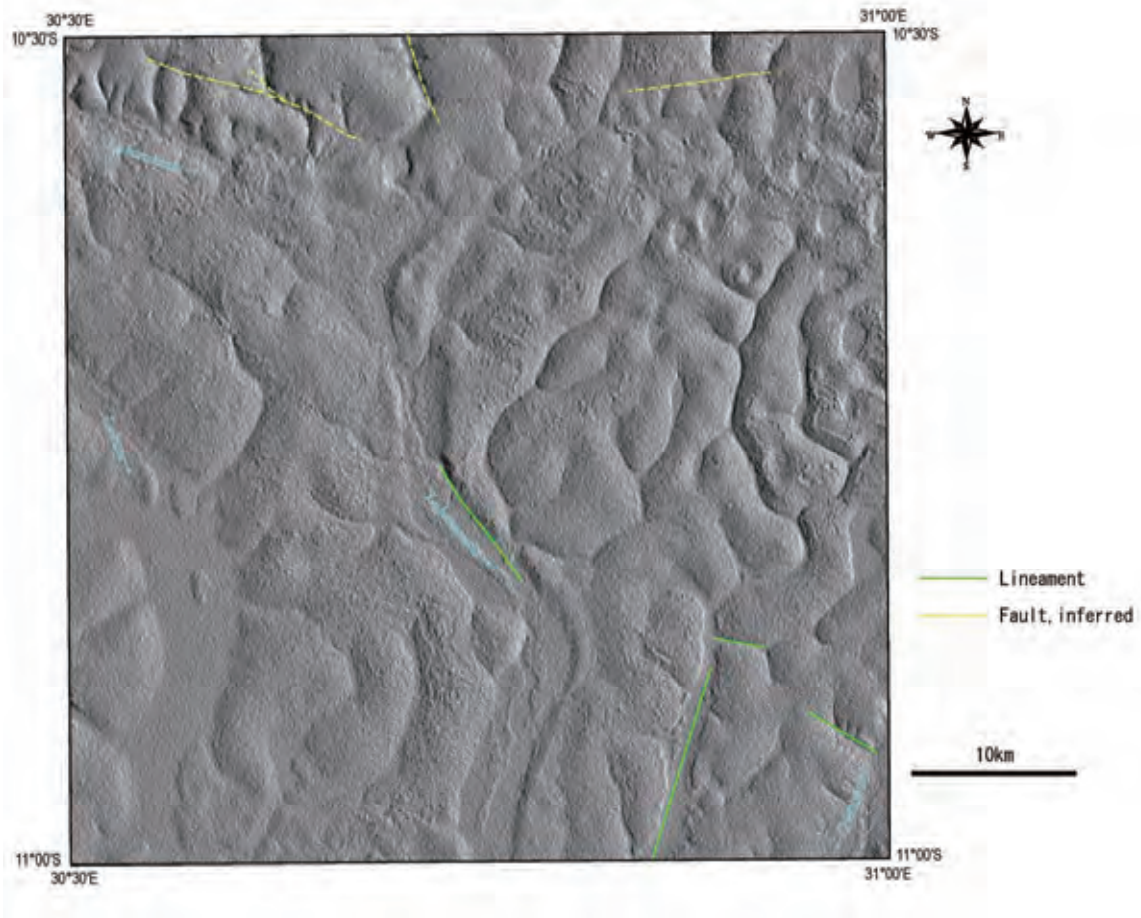


図 5.2.3.2-3. SRTM DEM から作成した多方位陰影図(1030SE 図幅範囲)

3) 1130NE 図幅の地質構造

本図幅範囲は、起伏量が極めて小さく、比較的平坦な地形となっている。SRTM/DEM から作成した多方位陰影図 (図 5.2.3.2-4) から、本図幅は大きく 3 つの地形的区域に分けることができる。即ち、①直線的な水系が発達する南東部、②図幅北西部から Chambeshi 川に至る湿地 (Dambo) が多い区域、そして③図幅中央から南西部に広がる平坦な区域である。

①は NW-SE~E-W 系の水系が多い。砂岩層の走向はばらつく傾向があり、隣接する露頭同士でも方位が大きく異なることがあるものの、全般的に NE-SW 方向が卓越している (図 5.2.3.2-5)。傾斜は 30° 以内であり、 $0 \sim 10^{\circ}$ の NW 落ちの緩傾斜を示すことが多い。

②では水系の発達が極めて悪く、窪地が認められる。露頭は期待できないが、石灰岩質砂岩の存在が示唆される。①と②の境界は Chambeshi 川付近と想定される。①と②では地形の発達が大きく異なり、この間に断層の存在が推定される。

③は Chambeshi 川下流に広がった沖積層である。Chambeshi 川の両岸は周囲の沖積層よりも盛り上がり、自然堤防を形成している。

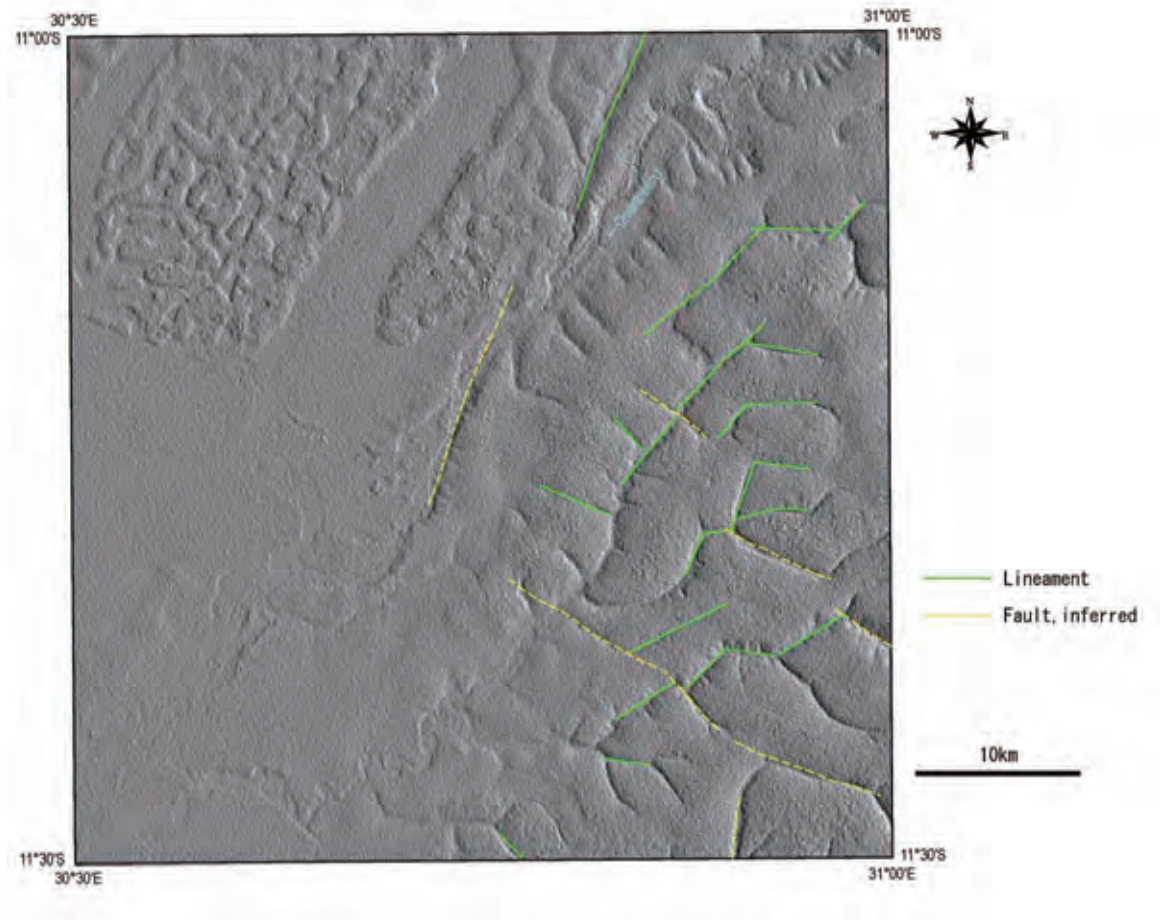


図 5.2.3.2-4. SRTM DEM から作成した多方位陰影図(1130NE 図幅範囲)

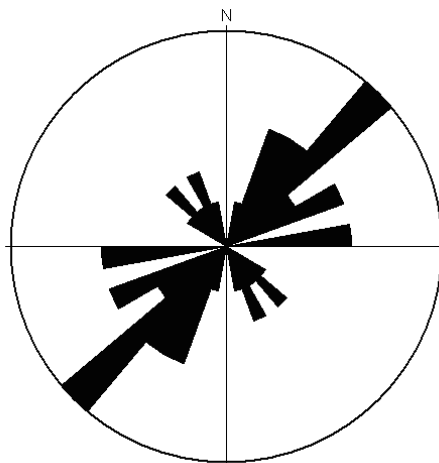


図 5.2.3.2-5 層理面のローズダイアグラム(1130NE 図幅範囲)
(N=27,class interval:10 degrees)

4) 1130SE 図幅の地質構造

本図幅範囲における SRTM/DEM から作成した多方位陰影図 (図 5.2.3.2-6) では、東から西に流れる Kanchibia 川, Luitikila 川周辺で短い水系が発達したレリーフが認められる。Kanchibia 川と Luitikila 川は Mpika 北部を水源とする長い河川で、水量も多い。これらの河川周辺では、削剥の進行により両岸には短い水系をなすレリーフが形成されたと考えられる。他の河川では、水量も少なく流速も遅い。そのため、削剥があまり進行せず、平坦な地形となっている。

このため、露頭は Kanchibia 川および Luitikila 川で比較的認められるが、他の河川では露頭はほとんど認められない。Luitikila 層の走向は、ローズダイアグラム (図 5.2.3.2-7) に示すとおり NE-SW 方向が卓越する。傾斜は 30° 以内であり、 $10\sim 20^{\circ}$ の NW 落ちの傾斜が多い。

図幅北部では NW-SE 方向のリニアメントが卓越する。図幅北西部は広い沖積層となっており、極めて平坦である。

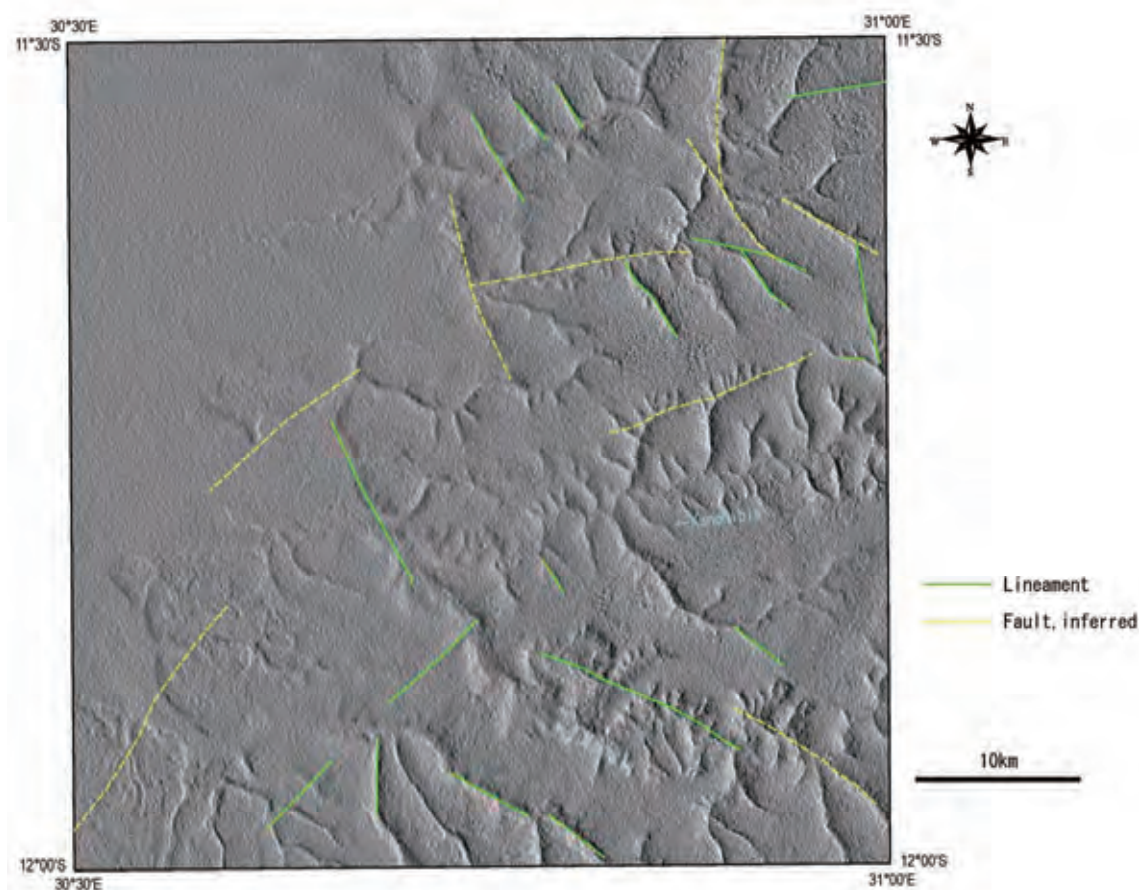


図 5.2.3.2-6. SRTM DEM から作成した多方位陰影図(1130SE 図幅範囲)

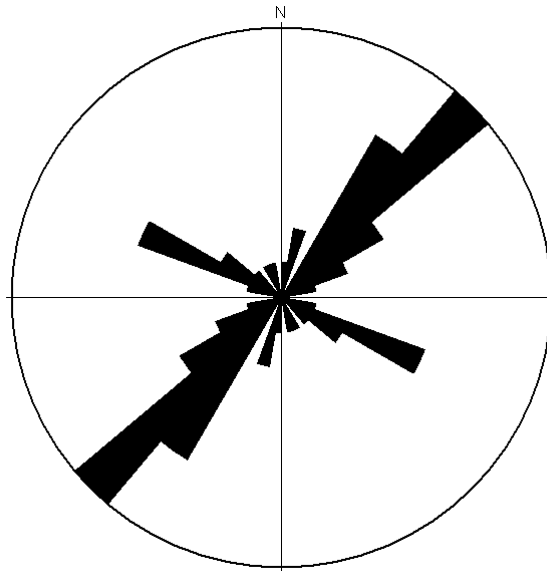


図 5.2.3.2-7 層理面のローズダイアグラム(1130SE 図幅範囲)
(N=31,class interval:10 degrees)

5.2.3.3 鉍化作用

(1) Cu

調査地域では1030NE図幅の3箇所でごく微弱なCuの鉍徴地を確認した(表5.2.3.3-1)。調査地域の鉍徴地分布を図5.2.3.3-1、鉍徴地から採取した鉍石の研磨片観察結果をAppendix V-9、化学分析結果をAppendix V-10に示す。西部から北部にかけて、Mukanga鉍徴地、Samba Lubemba South鉍徴地、Samba Lubemba鉍徴地と呼称し、以下に産状を述べる。

表 5.2.3.3-1 調査地域における鉍徴地一覧

Location No.	Polish section No.	Coordinate(ARC1950)		Stream Name	Mineral Assemblage	Host/Contact Rock	Formation
		N	E				
Lh7090721	Ph-03	8,863,933	237,074	Mukanga	Cp	Metavolcanic	Basement Complex
Lh7100208	Ph-01	8,888,474	258,874	Samba-Lubemba	Cp>Py-Po	Quartz vein	Vein
Lh7100210	Ph-02	8,885,853	258,638	Samba-Lubemba South	Py>>Cp	Gabbro	Dyke

Cp: Chalcopyrite, Po:Pyrrhotite, Py: Pyrite

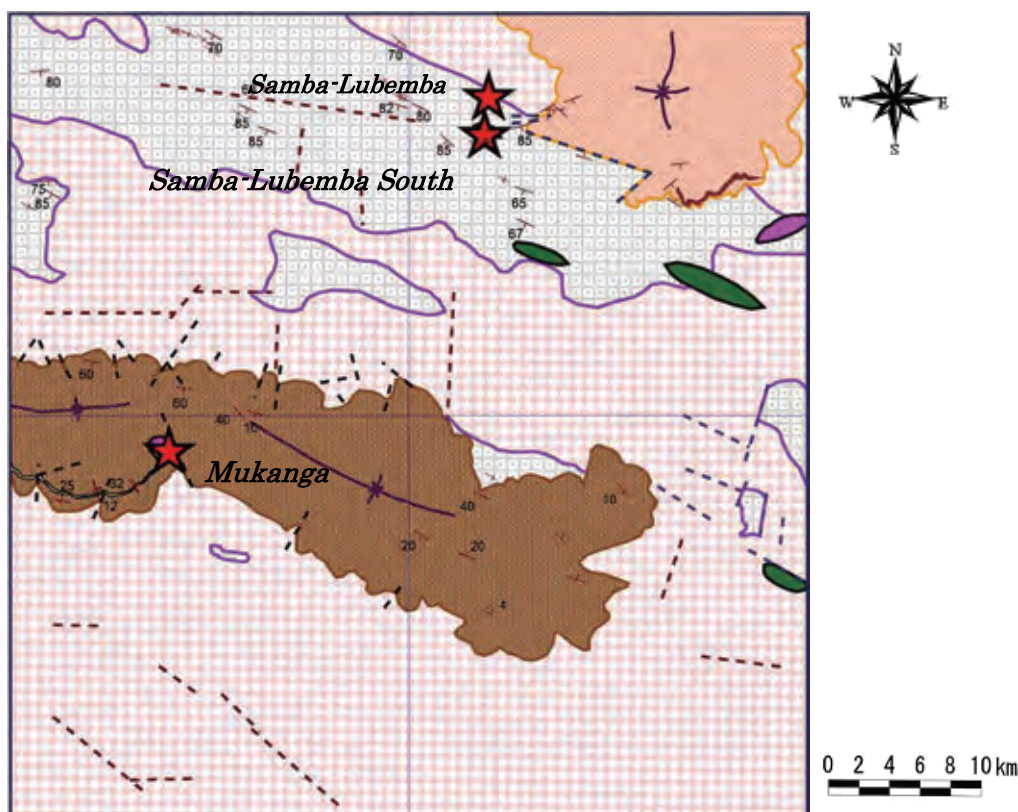


図 5.2.3.3-1. 鉍徴地位置図

1) Mukanga 鉍徴地

最大 3mm に達する黄銅鉍自形結晶が変火山岩中に認められる。変火山岩は東西約 1km

×南北約 400m の範囲に小規模な岩体として露出し、概ね青灰色～淡緑色を呈する。黄銅鉱は最大 3mm 程度の自形～半自形結晶として母岩中に初生粒子状の鉱染を示すが、母岩中に割れ目や粘土変質鉱物は一切認められない。黄銅鉱結晶は概ね 1m 四方に 2～3 粒子ではあるが、母岩中に普遍的に分布する。また、母岩は全体に珩質で 2-4mm 程度の灰白色長石結晶の斑晶が目立つが、一部に細粒凝灰質の濃集部や、2mm 以下の垂角礫状暗褐色異質岩片を含む場合がある(図 5.2.3.3-2 左)。

本岩の化学分析結果は、Cu 22ppm、S 0.02%と品位であり、Cu は経済性を持たない。



図 5.2.3.3-2 Mukanga 鉱徴地変火山岩 (左)

Samba Lubemba 鉱徴地に変堆積岩中の石英脈(右)

2) Samba Lubemba South 鉱徴地

斑レイ岩中に最大 7mm 程度の黄鉄鉱鉱染が多数認められ、1mm 以下の微細な黄銅鉱結晶が 1m 四方に数粒伴われる。斑レイ岩は、Samba Lubemba 川本流に南北約 20m、WNW-ESE 方向に約 100m 露出し、基盤岩の変堆積岩に貫入する。変堆積岩との接触部及び斑レイ岩中に顕著な粘土変質は認められない。変堆積岩との接触部では斑レイ岩は幅 2m 程度の急冷相を示す。一方斑レイ岩と接する変堆積岩の層理面は、斑レイ岩の貫入方向に沿って湾曲しており、貫入による変形構造を示している。

本岩の化学分析結果は、Cu 51ppm、S 0.08%と低品位であり、Cu はバックグラウンド程度である。

3) Samba Lubemba 鉱徴地

本鉱徴地では基盤岩中の変堆積岩に花崗岩が不規則な形状(岩脈状～レンズ状～ポケット状)で混在するミグマタイトが母岩となっている。黄銅鉱、斑銅鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱は変堆積岩中に発達する不規則塊状またはレンズ状の石英結晶中や周辺部に認められる。黄銅鉱と斑銅鉱は 5～10mm 程度の比較的粗粒な結晶も観察される。石英は不規則レンズ状を示しており、セグリゲーションベインのような見掛上の形態をなす(図 5.2.3.3-2 右)。

但し、一部に葉片状透閃石も認められ、花崗岩類の活動に伴う可能性も推定される。

本石英脈の化学分析結果は、Cu 151ppm、S 1.36%と、地化学異常レベルであるが、石英脈が極めて小規模であり、経済性は期待できない。

(2) Au

本地域では多数の石英脈が観察される。石英脈は主に数 cm から数 m の幅を有し、数 km の延長を示すものもあるが、鉍石鉍物を伴うものは無い。南西部 Mukanga 川下流には、NW-SE 系の大小様々な脈幅を有する石英脈が密集して分布し、最大のものは 3m に達し、リッジを形成する(図 5.2.3.3-3)。本調査でいくつかの石英脈を分析したものの、Au のアノマリーは確認できず、ほとんどが検出限界以下であった。

1980 年代には、調査地域北部の Mbala~Kasama 地域に分布する Mporokoso 層の基底礫岩中の堆積性 Au 鉍床を対象とする探鉍が行われた。Andrews-Speed (1982) は、礫岩を中心としたラインサンプリングの結果、最大 0.35ppm の Au を報告しており、基底礫岩は堆積性 Au 鉍床のポテンシャルが高いとしている。本調査地域内の Mporokoso 層下部にも僅かに基底礫岩層が見られるが、層厚は 10m 以下と推定され、露出が限定的である。本調査では Fitaba 川上流 N091606 (256353 8864370) での礫岩の 1m 強の転石を分析したが、Au は検出限界以下であった。



図 5.2.3.3-3 Mukanga 川下流の石英脈密集露頭

(3) Fe

Kubundi 川周辺には鉄精製用の窯の遺跡があり (263295 8852394)、周囲にはラテライトが分散する。鉄スラグの転石が認められることがある。またペブルサイズの亜円礫～円礫を赤鉄鉍-褐鉄鉍が充填して、低品位ラテライトリッジを形成するものもある。いずれのラテライトも小規模であり、経済性を有しない。

5.2.3.4 年代測定

各岩相の形成年代を推定する目的で EPMA 法年代測定を実施した。年代は、岩石中に含まれるモナザイトおよびジルコン中の U, Th, Pb 量比から推定する。EPMA 法年代測定については東京国立科学博物館にて実施した(Appendix V-11)。

火成岩の場合は、モナザイトおよびジルコンの生成年代が、火成岩の生成年代と考えてよい。堆積岩の場合は、得られた年代は起源物質の 1 つである砕屑性のモナザイト及びジルコンの生成年代である。従って、堆積年代は、その年代より若いことになる。

一般的にモナザイトはジルコンより Th 含有量が多く、測定年代の精度は高い。しかしながら、モナザイトは容易に変成を受けることから、年代が若返っている場合があるため、生成年代ではなく変成年代を反映している場合がある。よって測定値の解釈には注意を要する。

a)1030NE 図幅範囲

1030NE 図幅範囲で採取した試料の年代測定結果を表 5.2.3.4-1 に示す。

・基盤岩類の変成岩

Kapalu 川で採取された砂質片麻岩 (Dh-02) 中のモナザイトから得られた年代は、 $20.3 \pm 0.3 \sim 19.2 \pm 0.2$ 億年であり、平均は 19.8 ± 0.3 億年である。一方、ジルコンから得られた年代は、 $23.3 \pm 2.0 \sim 18.7 \pm 1.2$ 億年と広い年代範囲を示す。ジルコン中の U,Th 含有量はモナザイトと比較して少なく、誤差が大きい傾向がある。本試料は強い変成を受けているので、モナザイトの年代は変成年代を反映している可能性が高い。

Mukoba 川で採取された砂質片岩 (RB020D) 中のモナザイトから得られた年代は、 $20.2 \pm 0.2 \sim 19.2 \pm 0.1$ 億年である。一方、ジルコンから得られた年代は、 $29.0 \pm 1.4 \sim 21.6 \pm 2.4$ 億年の年代範囲を示し、28.5 億年付近と 23.5 億年付近にピークがある (図 5.2.3.4-1)。2 つのピークがあることから、これらのジルコンは異なる年代の起源から由来したものと考えられる。一方、砕屑性のモナザイトの年代は、通常はジルコン同様、起源となる地質の多様性に依じて、幅広い年代を示すと考えられるが、本試料のモナザイトは 19.7 億年をピークとした狭い分布を示す。これは変成により、生成年代がリセットされ、変成年代を反映していると考えられる。

上記の 2 試料は、いずれも強い変成を受けた Mulungwizi 変成帯中の試料であり、両者のモナザイトの変成年代は一致する。変成年代は 19.4~20.0 億年であり、Ubendian 造山活動(21-19.5 億年)中に変成を受けたものと推定される。

・基盤岩類の花崗岩

弱い葉層構造を持つ片麻岩質花崗岩 (RC012D) では、ジルコンの生成年代は平均 22.2 ± 1.7 億年を示す。ミグマタイト中の花崗岩 (RB016D) では、ジルコンの生成年代は平均 20.9 ± 1.7 億年を示す。これらの花崗岩からはモナザイトは検出できなかった。

花崗岩は Ubendian 造山活動(21-19.5 億年)前に形成され、上述した変成年代の 19.4～20.0 億年に弱い変成を受けたものと考えられる。

・基盤岩類中の変火山岩

Mukanga 川に露出する変火成岩 (RA008D) 中のジルコンの生成年代は、平均 20.5 ± 1.3 億年であった。本露頭の周辺には、Muva 累層群 Mporokoso 層の珪岩が分布し、一見すると、変火山岩が珪岩を貫いているようにも見えるが、後述するとおり、変火山岩の年代は、珪岩より古いことが判明した。

・ Muva 累層群 (図 5.2.3.4-2)

Mporokoso 層珪岩の計 4 試料から EPMA にて測定できるモナザイトが得られたのは 1 試料のみであった。測定箇所は 2 個で、得られた年代は 20.4 ± 0.2 億年である。

ジルコンの生成年代は $36.3 \pm 3.1 \sim 18.0 \pm 1.7$ 億年と幅広い値を示す。Daly and Unrug (1982) は、Mporokoso 層が Eburnean 造山活動以降の 18.5 億年から、Kibaran 造山活動以前の 11 億年の間に形成されたことを主張している。De Waele and Fitzsimons(2007) は、Mansa 地区に分布する Mporokoso 層中の碎屑性ジルコンの SHRIMP U-Pb 年代を実施し、Mporokoso 層は 18.2 ± 0.2 億年以降に堆積したと結論付けている。今回の分析結果は彼らの主張とは矛盾しない。

Kasama 層の珪岩試料 No.6 では、モナザイトで $12.4 \pm 1.4 \sim 10.3 \pm 1.4$ 億年、ジルコンで $30.4 \pm 4.0 \sim 17.4 \pm 1.4$ 億年という年代値が得られた。珪岩試料 RB015D では、モナザイトは検出されず、ジルコンでは $31.6 \pm 3.9 \sim 18.7 \pm 2.6$ 億年という年代値が得られた。

碎屑性モナザイトは、通常トリウムの量比にバラツキが認められるに対し、Kasama 層珪岩中のモナザイトは、極めてトリウムの量が少ないことが判明した。このことは、弱い変成作用を受けた可能性が考えられることから、モナザイトから得られた年代 ($12.4 \pm 1.4 \sim 10.3 \pm 1.4$ 億年) は変成年代を反映している可能性がある。これに対し、ジルコンの EPMA 年代は変成作用の影響を受けないことから、起源となる地質の多様性に応じた幅広い生成年代を示していると考えられる。こうしたジルコンとモナザイトの年代値をそれぞれ考慮すれば、本層は 17.4 ± 1.4 億年以降に形成され、その後 11 億年付近で弱い変成を受けた岩石であると推定される。つまり、本調査地域周辺の造山活動の関係から、本層は Ubendian 造山活動(21-19.5 億年)以降に形成され、その後、Kibaran 造山活動(13.5-11 億年)の弱い影響を受けたものである可能性が考えられる。

Daly and Unrug(1982)らは、Muva 累層群についての詳細な堆積構造の観察の結果、Kasama 層については、“Mporokoso 層の珪岩が再堆積したものである”との考えを示している。De Waele and Fitzsimons(2004) は本図幅東方の Kasama 層の珪岩中ジルコンについて年代測定を行い、多くのジルコンは 19 億年付近を示すものの、 14.3 ± 0.1 億年と若い年代を示すジルコンも検出した。このことから、彼らは Kasama 層が 14.3 ± 0.1 億年

以降に主に Mporokoso 層の碎屑物を主体にして堆積したと考えている。

表 5.2.3.4-1 EPMA 年代測定結果(1)

Formation	Rock	Sample No.	Outcrop No.	UTM(N)	UTM(E)	Mineral	Age (100Ma)
Basement Complex (Mulungwizi Gneiss Group)	Psammitic Gneiss	Dh-02	Lh7062605	8,881,636	228,108	Monazite	20.3±0.3 ~ 19.2±0.2
						Zircon	23.3±2.0 ~ 18.7±1.2
	Psammitic Schist	RB020D	N091505	8,885,626	260,920	Monazite	20.2±0.2 ~ 19.2±0.1
						Zircon	29.0±1.4 ~ 21.6±2.4
Basement Complex (Granitoid)	Gneissose Granite	RC012D	FC091929	8,868,852	244,690	Zircon	25.6±2.9 ~ 19.6±2.4
	Gneissose Granite	RB016D	N091602	8,863,176	260,668	Zircon	24.3±3.8 ~ 18.0±2.8
Basement Complex (Intrusive)	Meta Volcanic	RA008D	Lh7090721	8,863,933	237,074	Zircon	24.3±2.0 ~ 18.6±1.8
Muva Supergroup (Mporokoso Group)	Quartzite	No.1	Lh7030301	8,856,188	263,075	Zircon	29.1±2.5 ~ 18.6±1.7
	Quartzite	No.2	Lh7030302	8,853,314	265,149	Monazite	20.4±0.1 ~ 20.4±0.2
						Zircon	36.3±3.1 ~ 18.7±2.1
	Quartzite	No.3-2	Lh7030303	8,855,924	263,197	Zircon	27.9±1.9 ~ 18.0±1.7
Quartzite	No.4	Lh7030304	8,856,380	263,094	Zircon	27.5±2.4 ~ 18.6±1.8	
Muva Supergroup (Kasama Formation)	Quartzite	No.6	Lh7030306	8,883,852	268,641	Monazite	12.4±1.4 ~ 10.3±1.4
	Quartzite	RB015D	N091505	8,886,747	262,593	Zircon	30.4±4.0 ~ 17.4±1.4
						Zircon	31.6±3.9 ~ 18.7±2.6

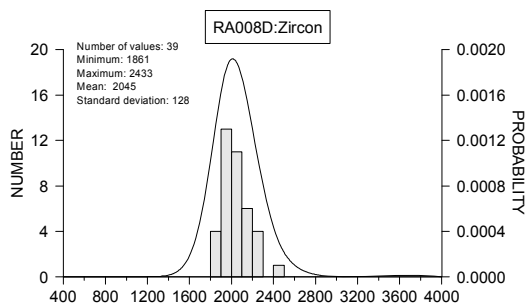
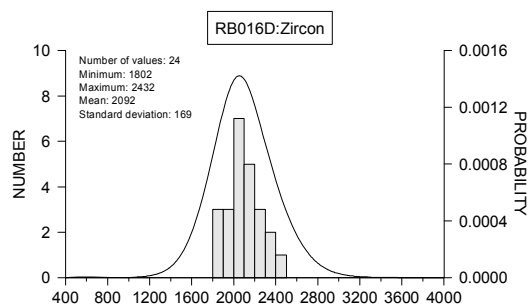
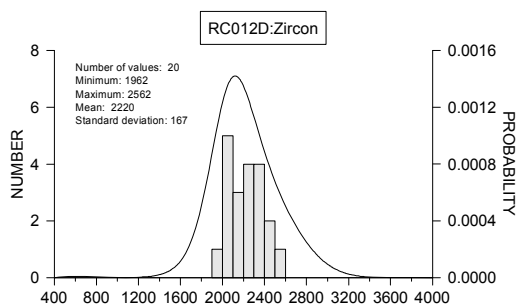
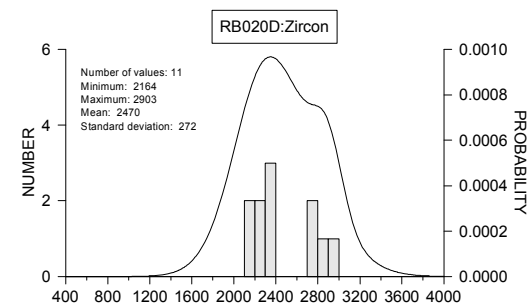
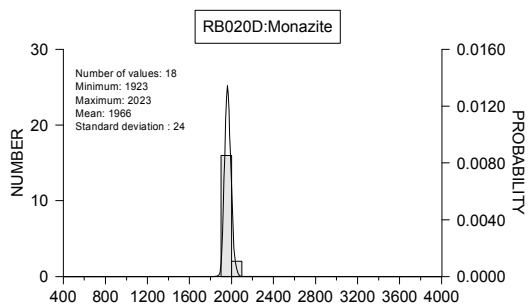
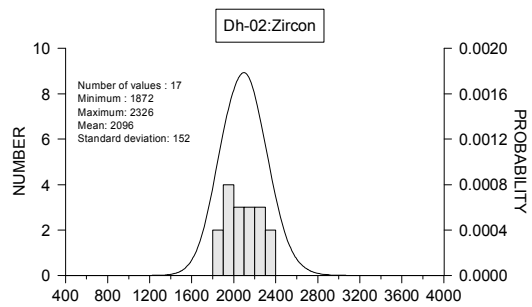
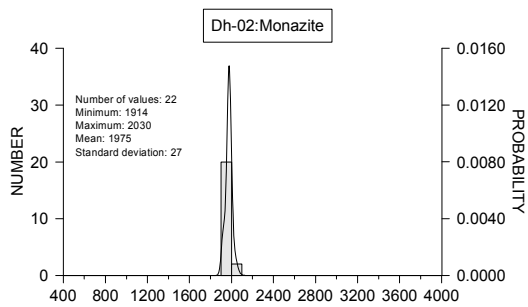


図 5.2.3.4-1 基盤岩類中のモナズ石およびジルコンの U-Th-Pb 年代値

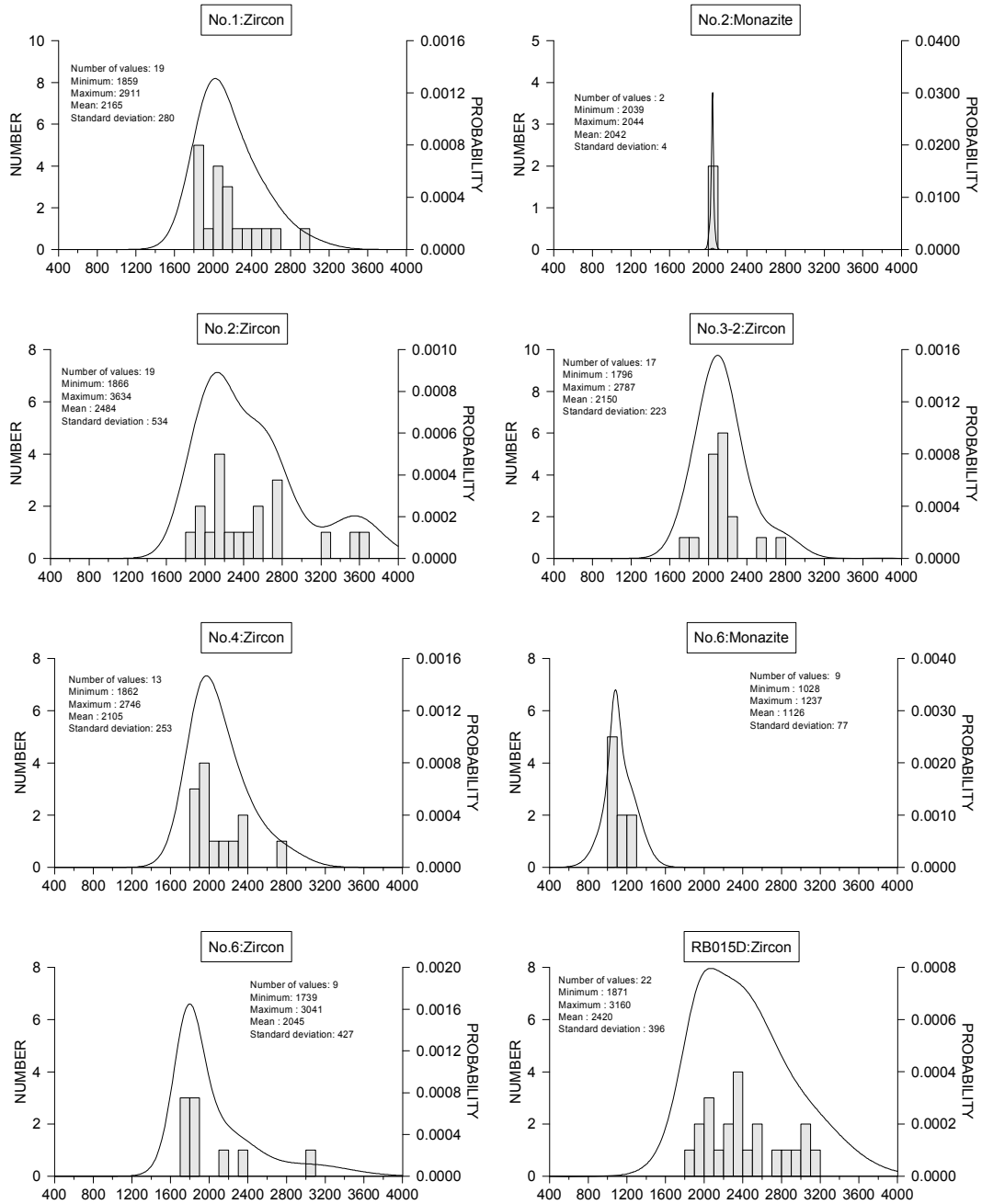


図 5.2.3.4-2 Mporokoso 層および Kasama 層中の碎屑性モナズ石およびジルコンの U-Th-Pb 年代値

b)1030SE 図幅範囲

基盤の花崗岩および Katanga 累層群 Luitikila 層の赤色砂岩の年代測定結果を表 5.2.3.4-2 および図 5.2.3.4-3 に示す。

・花崗岩

Lubansenshi 川で採取された花崗岩 (RA006D) 中のモナザイトから得られた年代は、 $20.0 \pm 0.2 \sim 17.5 \pm 0.5$ 億年であり、平均は 19.3 ± 0.4 億年であった。花崗岩は捕獲岩を含むため、ジルコンの年代は広い分布を示した。捕獲鉱物 (Xenocryst) であるジルコンは、 $29.4 \pm 2.1 \sim 25.0 \pm 1.5$ 億年と古い年代を示した。その他のジルコンの生成年代は平均 21.0 ± 1.4 億年であった。

・Luitikila 層

Chambeshi 川で採取された赤色砂岩 (Dh-01, Lh7103102) 中の砕屑性モナザイトから得られた年代は、 $19.0 \pm 0.3 \sim 9.3 \pm 1.9$ 億年であり、19 億年付近と 10.5 億年付近にピークがある。砕屑性ジルコンから得られた年代は、 $24.8 \pm 3.3 \sim 6.5 \pm 0.3$ 億年であり、大きく 23 億、12 億年および 6.5 億年にピークがある。最も若い年代は 6.5 ± 0.3 億年であり、本岩の堆積年代は 6.5 ± 0.3 億年以降であると推定できる。

Lubansenshi 川から得られた赤色砂岩 (DI-01, LI07101501) 中のモナザイトから得られた年代は、 $10.4 \pm 1.8 \sim 6.3 \pm 0.3$ 億年。ジルコンから得られた年代は、 $21.5 \pm 2.7 \sim 7.6 \pm 1.3$ 億年である。最も若い年代は 6.3 ± 0.3 億年であり、本岩の堆積岩は 6.3 ± 0.3 億年以降に形成されたと推定される。

本調査地域周辺では、Ubendian 造山活動 (21-19.5 億年)、Kibaran 造山活動 (13.5-11 億年)、そして Pan-African 造山活動 (6.5-5.5 億年) の少なくとも 3 回の造山活動が知られる (Goodwin, 1996)、いずれの赤色砂岩も Pan-African 造山運動前後に形成されたものと考えられる。

Marten (1968) は、Chalabesa 地区 (1131NW) において、Luitikila 層の詳細な観察を実施し、Luitikila Formation と、Mansa 州に分布する Kundelungu 層北東縁を現す岩相である Luapula Beds との間に類似性を見出し、岩相と堆積構造の対比結果から、Luitikila Formation は、Luapula Beds と同一層準であると考えた。

Cailteux (2005) によれば、Kundelungu 層上位層の堆積年代は 6.2~5.7 億とされている。今回得られた赤色砂岩の堆積年代値は、Luitikila Formation が Kundelungu 層上位相当層であることを示唆する。

表 5.2.3.4-2 EPMA 年代測定結果(2)

Formation	Rock	Sample No.	Outcrop No.	UTM(N)	UTM(E)	Mineral	Age (100Ma)
Basement Complex (Granitoid)	Granite	RA006D	Pg70	8,829,974	249,107	Monazite	20.0±0.2 ~ 17.5±0.5
						Zircon	29.4±2.1 ~ 18.5±2.0
Katanga Supergroup (Luitikila Formation)	Sandstone	Dh-01	Lh7103102	8,789,966	280,299	Monazite	19.0±0.3 ~ 9.3±1.9
						Zircon	24.8±3.3 ~ 6.5±0.3
	Sandstone	DI-01	LI07101501	8,810,917	250,370	Monazite	10.4±1.8 ~ 6.3±0.8
						Zircon	21.5±2.7 ~ 7.6±1.3

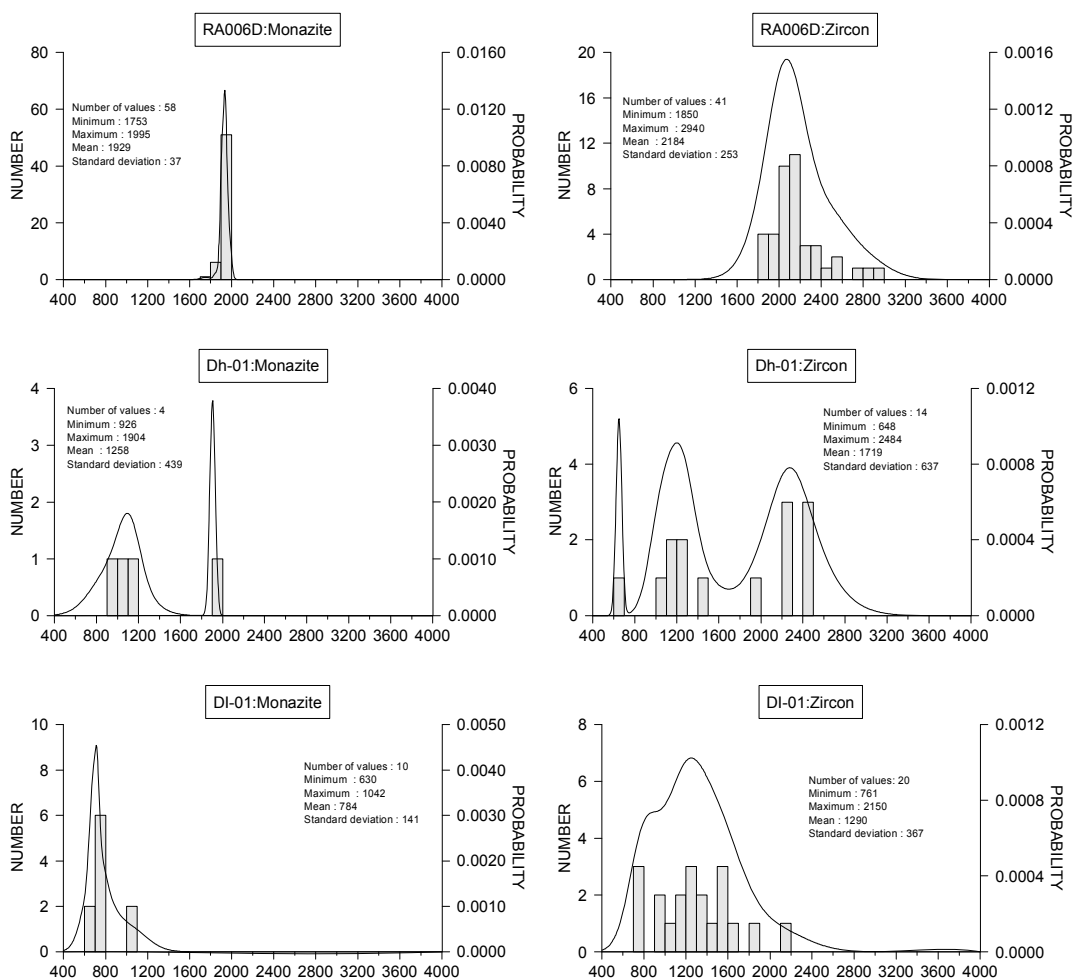


図 5.2.3.4-3 花崗岩のモナズ石およびジルコンの U-Th-Pb 年代値および Luitikila 層赤色砂岩の碎屑性モナズ石およびジルコンの U-Th-Pb 年代値

c)1130NE 図幅範囲

Katanga 累層群 Luitikila 層の赤色砂岩の年代測定結果を表 5.2.3.4-3 および図 5.2.3.4-4 に示す。

Lubaleshi 川で採取された赤色砂岩(RC011D)中の碎屑性ジルコンから得られた年代は、 $26.2 \pm 7.1 \sim 10.5 \pm 1.4$ 億年であり、幅広い値を持つ。最も若い年代は 10.5 ± 1.4 億年であり、本岩の堆積年代は 10.5 ± 1.4 億年以降であると言える。

本図幅の北隣の Chilufya 地区 (1030SE) において、本岩と同様の岩相を示す赤色砂岩の年代分析を実施した結果、赤色砂岩層の堆積年代は 6.3 ± 0.3 億年以降であると考えられる。また、本図幅の南隣の Kopa 地区 (1130SE) においては、砂岩中の碎屑性モナザイトの年代分析を実施した結果、モナザイト粒子の中心 ($19.2 \sim 19.6$ 億年) と縁 (5.4 億年) で年代とトリウム含有量が大きく異なることから、5.4 億年ごろに変成を受けたものと推定できる。

本地層の連続性と、上記の年代測定結果を考慮すれば、本岩の堆積年代は 6.3~5.4 億年であると推定できる。

Marten(1968)は、本図幅の東隣の Chalabesa 地区 (1131NW) において、Luitikila 層の詳細な観察を実施し、Luitikila Formation と Mansa 州に分布する Kundelungu 層北東縁を現す岩相である Luapula Beds との間に類似性を見出した。彼は岩相と堆積構造の対比結果から、Luitikila Formation は、Luapula Beds と同一層準であると考えた。Cailteux(2005)によれば、Kundelungu 層上位層の堆積年代は 6.2~5.7 億とされている。筆者らは、本層が Kundelungu 層上位相当層であると考えている。

表 5.2.3.4-3 EPMA 年代測定結果(3)

Formation	Rock	Sample No.	Outcrop No.	UTM(N)	UTM(E)	Mineral	Age (100Ma)
Katanga Supergroup (Luitikila Formation)	Sandstone	RC011D	FC090420	8,739,782	268,236	Zircon	$26.2 \pm 7.1 \sim 10.5 \pm 1.4$

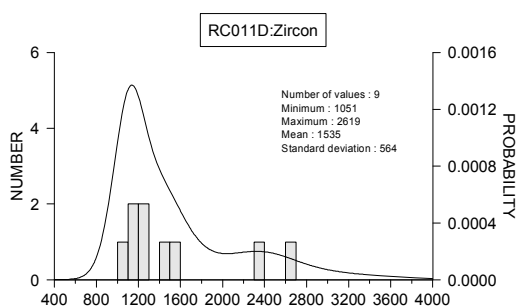


図 5.2.3.4-4 Luitikila 層赤色砂岩の碎屑性ジルコンの U-Th-Pb 年代値

d)1130SE 図幅範囲

Katanga 累層群 Luitikila 層の砂岩・シルト岩の年代測定結果を表 5.2.3.4-4 および図 5.2.3.4-5 に示す。

Luangoshi 川で採取された砂岩(RC003D)中の砕屑性モナザイトから得られた年代は、 $19.7 \pm 0.2 \sim 5.2 \pm 0.9$ 億年と幅広い年代を示す。図 5.2.3.4-5 で電子顕微鏡写真を示したとおり、モナザイト粒子の中心 ($19.2 \sim 19.6$ 億年) と縁 (5.4 億年) で年代大きく異なり、縁部では年代が若返っている。さらに縁部ではトリウム含有量も少なくなっていることも考慮すると、本岩は 5.4 億年付近で変成を受けたと考えられる。砕屑性ジルコンは 35.4 ± 5.8 億年 $\sim 19.4 \pm 2.6$ 億年と広い年代値を示している。

Luitikila 川で採取された含白雲母シルト岩 (RB002D) 中のジルコンは、測定数が少ないものの、 25.0 ± 3.4 億年 $\sim 10.6 \pm 1.9$ 億年と広い年代値を示す。モナザイトは検出できなかった。確率分布図によるジルコンの測定値のピークは 11 \sim 12 億年である。これは Irumide 造山運動 (13.5-11.0 億年) の期間に一致する。

以上の結果より、本堆積岩は基盤岩類や Irumide 帯の砕屑物を起源としていると推定できるので、堆積年代は Irumide 造山運動より若く、変成年代の 5.4 億年より古いといえる。

Marten(1968)は、Chalabesa 地区 (1131NW) において、Luitikila 層の詳細な観察を実施し、Luitikila Formation と Mansa 州に分布する Kundelungu 層北東縁を現す岩相である Luapula Beds との間に類似性を見出した。彼は岩相と堆積構造の対比結果から、Luitikila Formation は、Luapula Beds と同一層準であると考えた。Cailteux(2005)によれば、Kundelungu 層上位層の堆積年代は 6.2 \sim 5.7 億とされている。

表 5.2.3.4-4 EPMA 年代測定結果(4)

Formation	Rock	Sample No.	Outcrop No.	UTM(N)	UTM(E)	Mineral	Age (100Ma)
Katanga Supergroup (Luitikila Formation)	Sandstone	RC003D	FC20080803	8,691,312	267,348	Monazite	$19.7 \pm 0.2 \sim 5.2 \pm 0.9$
						Zircon	$35.4 \pm 5.8 \sim 19.4 \pm 2.6$
	Sandstone	RB002D	N081101	8,689,786	253,786	Zircon	$25.0 \pm 3.4 \sim 10.6 \pm 1.9$

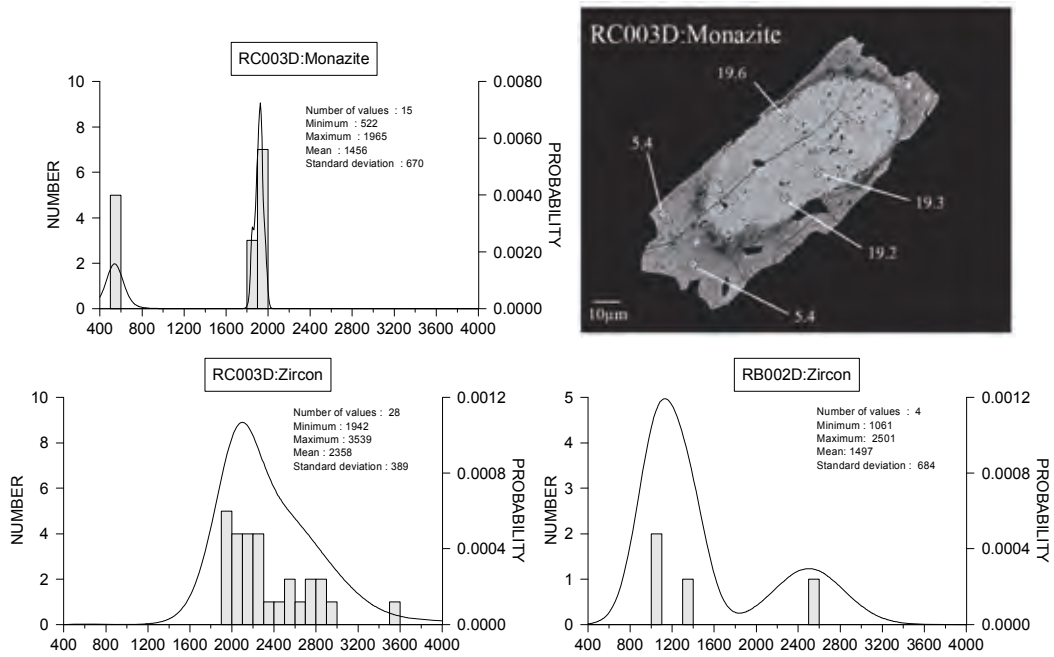


図 5.2.3.4-5 Luitikila 層砂岩・シルト岩の碎屑性ジルコンの U-Th-Pb 年代値および RC003D 中の碎屑性モナザイトの電子顕微鏡写真と年代測定結果 (100Ma)

5.2.4 地化学探査

5.2.4.1 沢砂地化学探査

1) 試料採取

地質調査と並行して 1030NE 図幅、1030SE 図幅範囲で沢砂地化学探査を実施した。試料採取は、調査地域内の 1 次水系の最下流部または概ね 10km² の範囲を集水域とする地点で試料を採取した。採取地点の座標 (Arc1950) は GPS を用いて測定した。試料座標、周辺地形・地質状況、採取沢砂の産状(粒径・構成鉱物・有機物の量比等)等の情報は沢砂採取シート (Appendix V-12) に記載した。各試料の条件を揃えるため、試料は採取時に篩を用いて 100 メッシュ以上～150 メッシュ以下に粒径を揃えて供試料とした。なお、採取時に取り分けられた 100 メッシュ以上の試料は、予備試料として GSD に保管した。分析試料数は 345 個である。試料採取位置を図 5.2.4.1-1 に示す。

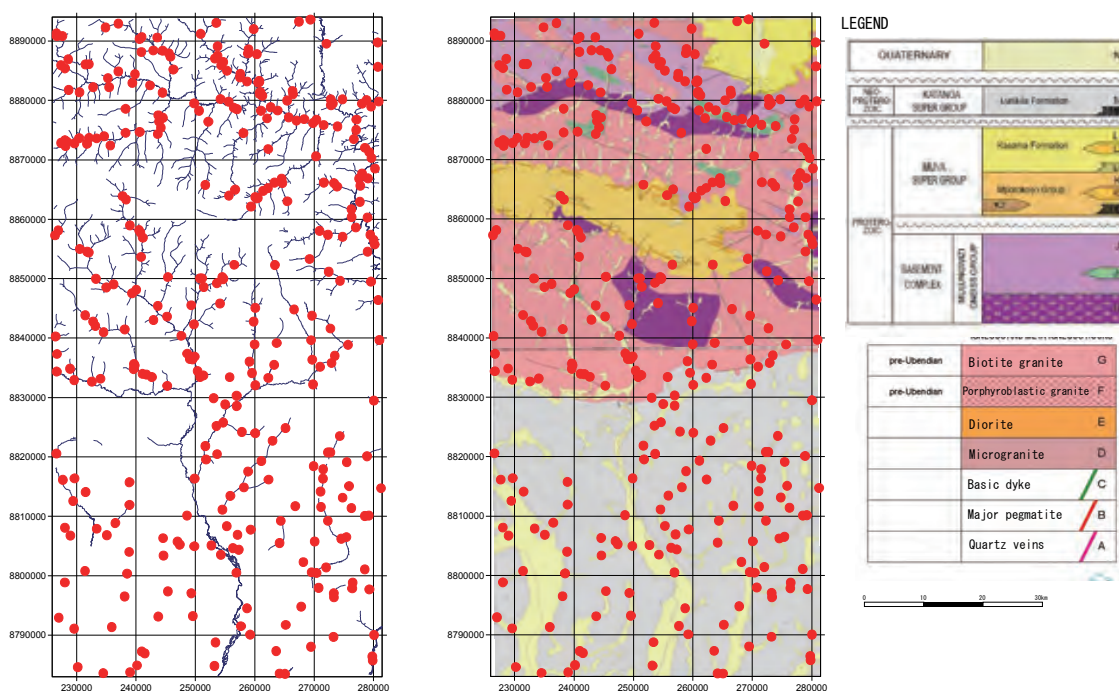


図 5.2.4.1-1 沢砂地化探試料採取位置図

2) 試料分析方法

試料の分析はカナダの ALS Chemex 社において実施した。分析対象元素は表 5.2.4.1-1 に示す 49 元素である。分析所に送られた試料は乾燥・粉砕(75 μm 以下)後、混酸(HF, HNO₃, HClO₄, HCl)溶解を行い、ICP-MS/ICP-AES にて定量を行った。各元素の検出限界値は表 5.2.4-1 のとおりである。分析結果は Appendix V-13 に示す。

表 5.2.4.1-1 地化学探査分析方法および検出限界値

Element	Method	Detection Limit	Element	Method	Detection Limit
Ag	ICP-MS/ICP-AES	0.01 ppm	Na	ICP-MS/ICP-AES	0.01 %
Al	ICP-MS/ICP-AES	0.01 %	Nb	ICP-MS/ICP-AES	0.05 ppm
As	ICP-MS/ICP-AES	0.2 ppm	Ni	ICP-MS/ICP-AES	0.2 ppm
Ba	ICP-MS/ICP-AES	10 ppm	P	ICP-MS/ICP-AES	10 ppm
Be	ICP-MS/ICP-AES	0.05 ppm	Pb	ICP-MS/ICP-AES	0.2 ppm
Bi	ICP-MS/ICP-AES	0.01 ppm	Rb	ICP-MS/ICP-AES	0.1 ppm
Ca	ICP-MS/ICP-AES	0.01 %	Re	ICP-MS/ICP-AES	0.001 ppm
Cd	ICP-MS/ICP-AES	0.01 ppm	S	ICP-MS/ICP-AES	0.01 %
Ce	ICP-MS/ICP-AES	0.02 ppm	Sb	ICP-MS/ICP-AES	0.05 ppm
Co	ICP-MS/ICP-AES	0.1 ppm	Sc	ICP-MS/ICP-AES	0.1 ppm
Cr	ICP-MS/ICP-AES	1 ppm	Se	ICP-MS/ICP-AES	0.2 ppm
Cs	ICP-MS/ICP-AES	0.05 ppm	Sn	ICP-MS/ICP-AES	0.2 ppm
Cu	ICP-MS/ICP-AES	0.2 ppm	Sr	ICP-MS/ICP-AES	0.2 ppm
Fe	ICP-MS/ICP-AES	0.01%	Ta	ICP-MS/ICP-AES	0.01 ppm
Ga	ICP-MS/ICP-AES	0.05 ppm	Te	ICP-MS/ICP-AES	0.01 ppm
Ge	ICP-MS/ICP-AES	0.05 ppm	Th	ICP-MS/ICP-AES	0.2 ppm
Hf	ICP-MS/ICP-AES	0.02 ppm	Ti	ICP-MS/ICP-AES	0.005 %
In	ICP-MS/ICP-AES	0.005 ppm	Tl	ICP-MS/ICP-AES	0.02 ppm
K	ICP-MS/ICP-AES	0.01 %	U	ICP-MS/ICP-AES	0.05 ppm
La	ICP-MS/ICP-AES	0.2 ppm	V	ICP-MS/ICP-AES	1 ppm
Li	ICP-MS/ICP-AES	0.1 ppm	W	ICP-MS/ICP-AES	0.05 ppm
Mg	ICP-MS/ICP-AES	0.01 %	Y	ICP-MS/ICP-AES	0.05 ppm
Mn	ICP-MS/ICP-AES	5 ppm	Zn	ICP-MS/ICP-AES	2 ppm
Mo	ICP-MS/ICP-AES	0.05 ppm	Zr	ICP-MS/ICP-AES	0.5 ppm
Au	ICP-AES and Fire assay	0.001 ppm			

ICP: inductively coupled

ICP-MS/ICP-AES: Using both ICP-MS and ICP-AES

3)分析結果の解析

分析結果の記述統計量を表 5.2.4.1-2 に、成分毎のヒストグラム・累積頻度分布を Appendix V-14 に、濃度分布図を Appendix V-15 に示す。

分析を行った 49 元素のうち、Ba, Bi, Cs, Hf, K, Na, Pb, Rb, Sr, Te, Th, Tl, Zr は 1030NE 図幅で高い値を示す傾向がある。また、Au, Cr, Cu, P, Sb, Y は 1030SE 図幅で高い値を示す傾向がある。1030NE 図幅には主に基盤岩が、1030SE 図幅には主に Katanga 層が分布する。こうした各成分の地域的な濃度傾向は地質による影響を示していると考えられる。Cu, Co, Au について濃度分布を地質図にプロットしたものを図 5.2.4.1-2 に示す。

表 5.2.4.1-2 沢砂地化学探査記述統計量

element	unit	Min	Max	Mean	Range	Median	Mode	Standard Deviation (Stdv)	Variance (V)	Kurtosis	Skewness	Number of Samples (N)
Au	ppm	0.0005	0.015	0.0017	0.0145	0.001	0.0005	0.0019	0.0000	12.40	3.03	345
Ag	ppm	0.005	0.88	0.067	0.875	0.04	0.02	0.086	0.007	25.81	3.87	345
Al	%	0.29	11.85	2.561	11.56	1.69	0.87	2.196	4.822	1.70	1.39	345
As	ppm	0.1	58.8	2.32	58.7	0.9	0.1	6.70	44.90	49.65	6.82	345
Ba	ppm	20	710	172	690	130	70	133	17750	1.69	1.41	345
Be	ppm	0.025	25	2.501	24.975	1.23	0.25	3.333	11.106	10.71	2.82	345
Bi	ppm	0.02	1.2	0.190	1.18	0.15	0.12	0.150	0.023	9.61	2.54	345
Ca	%	0.01	0.89	0.056	0.88	0.03	0.01	0.088	0.008	32.66	4.87	345
Cd	ppm	0.01	0.5	0.039	0.49	0.02	0.01	0.056	0.003	18.76	3.60	345
Ce	ppm	7.73	500	68.894	492.27	49.9	18.55	62.563	3914.17	11.31	2.62	345
Co	ppm	0.1	56.3	5.45	56.2	2.8	0.7	7.85	61.62	15.58	3.52	345
Cr	ppm	2	94	17.6	92	12	6	14.5	210.6	2.46	1.42	345
Cs	ppm	0.3	23.6	3.320	23.3	1.82	0.79	3.528	12.449	5.56	2.17	345
Cu	ppm	0.9	79.9	13.44	79	7	2.5	15.15	229.42	4.10	1.98	345
Fe	%	0.05	26.6	1.255	26.55	0.44	0.21	2.702	7.303	37.26	5.43	345
Ga	ppm	0.87	31.3	6.598	30.43	4.2	13	5.714	32.655	1.90	1.45	345
Ge	ppm	0.025	0.64	0.078	0.615	0.06	0.025	0.072	0.005	12.06	2.67	345
Hf	ppm	0.3	15.8	2.78	15.5	2.6	2.6	1.60	2.57	13.63	2.42	345
In	ppm	0.0025	0.081	0.0229	0.0785	0.017	0.008	0.0168	0.0003	0.44	1.05	345
K	%	0.02	2.07	0.384	2.05	0.25	0.06	0.358	0.129	2.11	1.43	345
La	ppm	3.1	319	31.13	315.9	22	10.9	31.30	979.72	25.79	3.93	345
Li	ppm	0.5	91.8	10.87	91.3	6.1	2.7	12.54	157.22	11.00	2.77	345
Mg	%	0.005	0.18	0.037	0.175	0.03	0.01	0.030	0.001	3.53	1.73	345
Mn	ppm	7	2600	136.3	2593	90	38	191.0	36478.9	83.11	7.42	345
Mo	ppm	0.05	1.39	0.337	1.34	0.28	0.08	0.232	0.054	2.23	1.41	345
Na	%	0.005	1.73	0.060	1.725	0.02	0.01	0.165	0.027	58.89	7.11	345
Nb	ppm	1.4	61.4	14.48	60	10.7	3.9	10.67	113.94	1.13	1.17	345
Ni	ppm	0.8	115.5	11.48	114.7	6.4	1.4	13.38	178.91	13.37	2.79	345
P	ppm	20	2630	372	2610	160	50	465	215874	3.98	1.97	345
Pb	ppm	2.1	99.4	16.36	97.3	12	6.3	14.27	203.76	7.68	2.39	345
Rb	ppm	1.4	154.5	30.18	153.1	19.8	6.6	29.91	894.66	3.24	1.79	345
Re	ppm	0.001	0.002	0.0010	0.001	0.001	0.001	0.0001	0.0000	64.97	8.16	345
S	%	0.005	1.8	0.045	1.795	0.01	0.005	0.168	0.028	67.15	7.64	345
Sb	ppm	0.025	0.86	0.177	0.835	0.12	0.025	0.149	0.022	2.51	1.53	345
Sc	ppm	0.8	16.8	4.54	16	3.2	1.7	3.45	11.87	0.69	1.17	345
Se	ppm	0.5	5	2.0	4.5	2	2	0.8	0.6	2.16	0.94	345
Sn	ppm	0.1	4.2	1.21	4.1	0.8	0.5	0.94	0.89	0.56	1.17	345
Sr	ppm	1.1	59.1	11.90	58	9	6.2	9.54	91.04	3.38	1.69	345
Ta	ppm	0.06	13.9	1.148	13.84	0.84	0.5	1.287	1.656	40.40	5.20	345
Te	ppm	0.025	0.08	0.028	0.055	0.025	0.025	0.010	0.000	10.30	3.35	345
Th	ppm	1.1	145	10.19	143.9	7.7	5.2	11.45	131.07	69.22	7.06	345
Ti	%	0.022	0.673	0.2032	0.651	0.174	0.146	0.1220	0.0149	0.77	1.03	345
Tl	ppm	0.02	1.55	0.286	1.53	0.19	0.12	0.261	0.068	4.55	1.98	345
U	ppm	0.3	13.4	2.80	13.1	2	1.2	2.38	5.66	4.57	1.99	345
V	ppm	2	111	21.8	109	15	5	19.8	391.0	3.20	1.69	345
W	ppm	0.1	5.1	1.16	5	0.9	0.5	0.84	0.71	2.96	1.63	345
Y	ppm	1.7	107	17.97	105.3	11.4	4.7	17.74	314.72	5.77	2.16	345
Zn	ppm	1	282	25.0	281	14	6	30.0	898.8	19.26	3.46	345
Zr	ppm	9.8	482	91.28	472.2	81.8	137.5	53.07	2816.20	11.08	2.26	345

Assay results under detection limits have been replaced by 1/2 of the limits in the statistical analysis

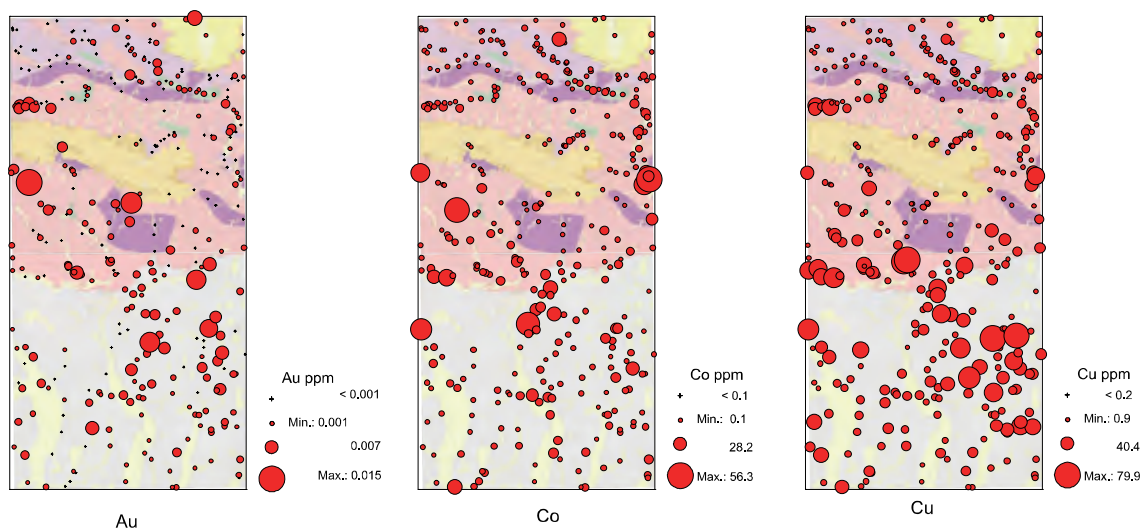


図 5.2.4.1-2 沢砂地化学分布図 (Au, Co, Cu)

前述したように Cu は Katanga 層分布域でやや高い傾向を示すが、その中でも特に 1030SE 図幅北東部で高い値を示す傾向がある。この区域は Katanga 層基底部に近い層準であり、銅ベルト型銅鉱床の胎生層準である、Roan 層に対比される可能性があるが、露出状況が悪く岩相との関係、Katanga 層内での詳細な層準については不明である。

Au は Cu 同様、1030SE 図幅北東部でやや高い傾向がある他、Mporokoso 層基底部近傍付近で高い値が得られている。Co については地質と濃度の関係は不明瞭である。

5.2.4.2 土壌地化学探査

1130NE 図幅範囲、1030SE 図幅範囲は地形がきわめて起伏が少ない平坦な地形で水系の発達が悪く、解析に適した沢砂試料採取地点を選べないことから、土壌地化学探査を実施した。また、沢砂地化学探査を実施した 1030SE 図幅において GSD による空中磁気探査高異状が認められた範囲については、補足的に土壌地化学探査を実施した。

1) 試料採取

試料採取は南北 2km 間隔、東西 4km 間隔のグリッド採取とした。ただし、沖積層が広く発達する区域 (1130SE 図幅西部) および 1130NE 図幅北東部の国立公園の範囲は試料採取対象から除外した。また河川堆積物が分布する箇所や農耕地・居住地の場合は、影響のない地点へ移動し採取を行った。1030SE 図幅の補足的土壌地化学探査は磁気探査異常を横切る 3 測線を設定し、500m を基本間隔として試料を採取した。

試料は地表から深度 50cm 以上、有機質層 (A 層) 下の B 層から採取した (図 5.2.4.2-1)。植物片、レキ等は採取時に試料から取り除き、各地点で約 500g の土壌を採取した。採取地点の座標 (Arc1950) は GPS を用いて測定した。試料座標、周辺地形・地質状況、土壌の産状等の情報は土壌観察シート兼サンプルチケット (図 5.2.4.2-2) に記載した。記載後に

サンプルチケット部を切り離し、土壌採取袋に同封した。採取した試料は539試料である。試料採取位置を図5.2.4.2-1に示す。土壌採取シート一覧はAppendix V-16に示す。

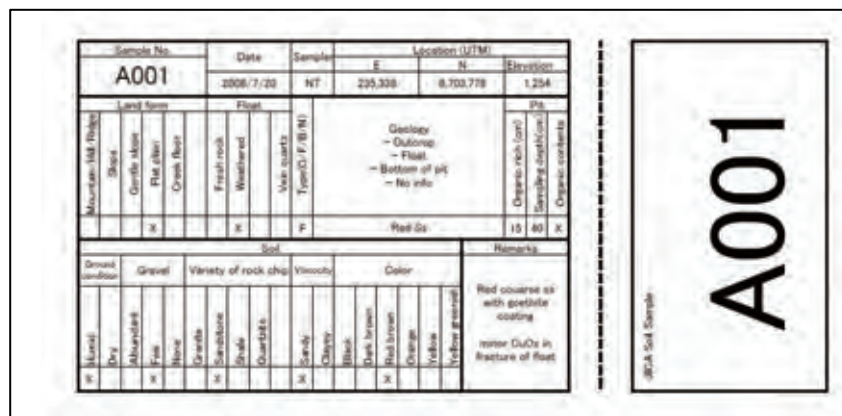


図 5.2.4.2-1 土壌断面層位の模式図 図 5.2.4.2-2 土壌観察シートの記載例

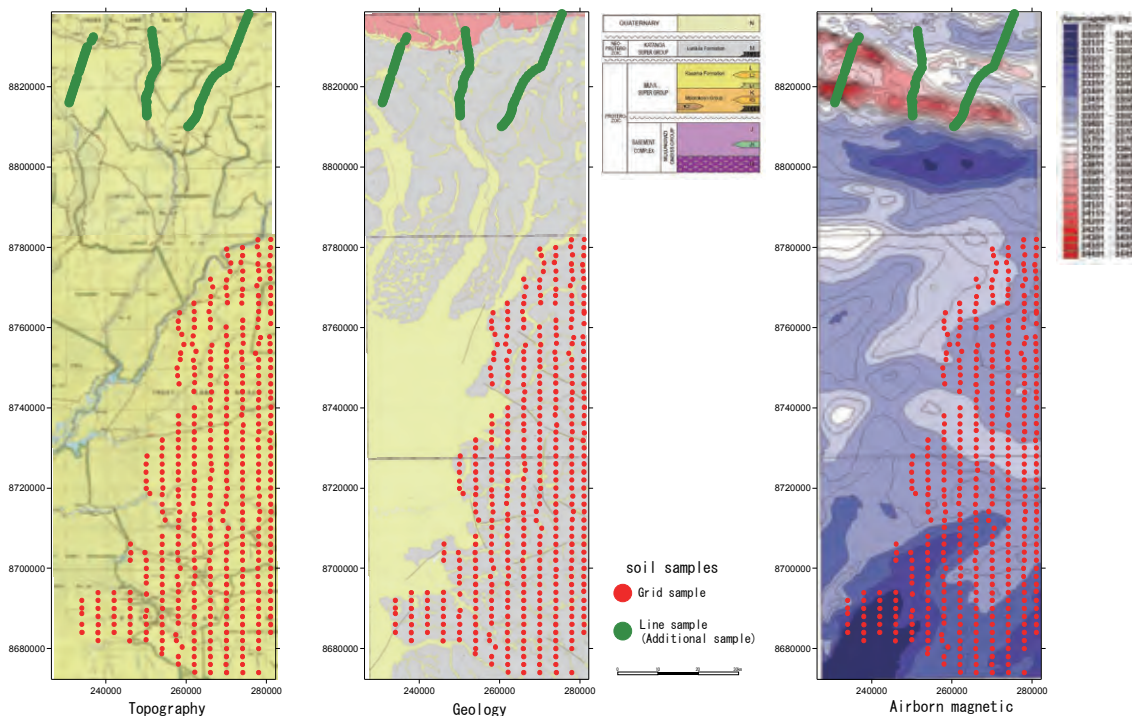


図 5.2.4.2-3 土壌地化学探査試料採取位置図

2) 試料分析方法

採取した試料はザンビア大学 School of Mines, Geo-Chemical Analytical Laboratory にて乾燥・粉砕を行い、各試料 100g を供試料としてカナダ ALS Chemex 社に分析を依頼した。分析所に送られた試料は乾燥後、混酸((HF, HNO₃, HClO₄, HCl)溶解を行い、

ICP-MS/ICP-AESにて定量を行った。分析対象元素（分析方法、検出限界を表 5.2.4.2-1 に示す。いずれも沢砂地化学と同一である。分析結果は Appendix V-17 に示す。

3) 分析結果の解析

分析結果の記述統計量を表 5.2.4.2-1 に、各成分のヒストグラム・累積頻度分布を Appendix V-18 に、濃度分布図を Appendix V-19 に示す。

分析を行った 49 元素のうち、グリッド試料採取を行った範囲（1130NE 図幅、1130SE 図幅）では、大部分の元素（38 元素、Ag, As, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, S, Sb, Sc, Th, Ti, Tl, U, V, Y, Zn, Zr）が、1130SE 図幅南部でやや高い値を示す傾向が認められる。また、ライン試料採取を行った 1030SE 図幅北部でもほぼ同様な元素にやや高い傾向がある。こうした地域的な濃度傾向は、沢砂地化探と同様に地質による影響を示していると考えられる。

Au, Co, Cu について濃度分布をプロットしたものを図 5.2.4.2-4 に示す。いずれの成分もクラーク数（Au:0.004ppm, Co: 25ppm, Cu: 55ppm）と比較して全体に濃度が低く、また明瞭な高濃度異常域も認められない。GSD で実施された空中磁気探査での高異常域を対象とした 1020SE 図幅の 3 測線でも、期待された Cu, Co の異常は認められなかった。

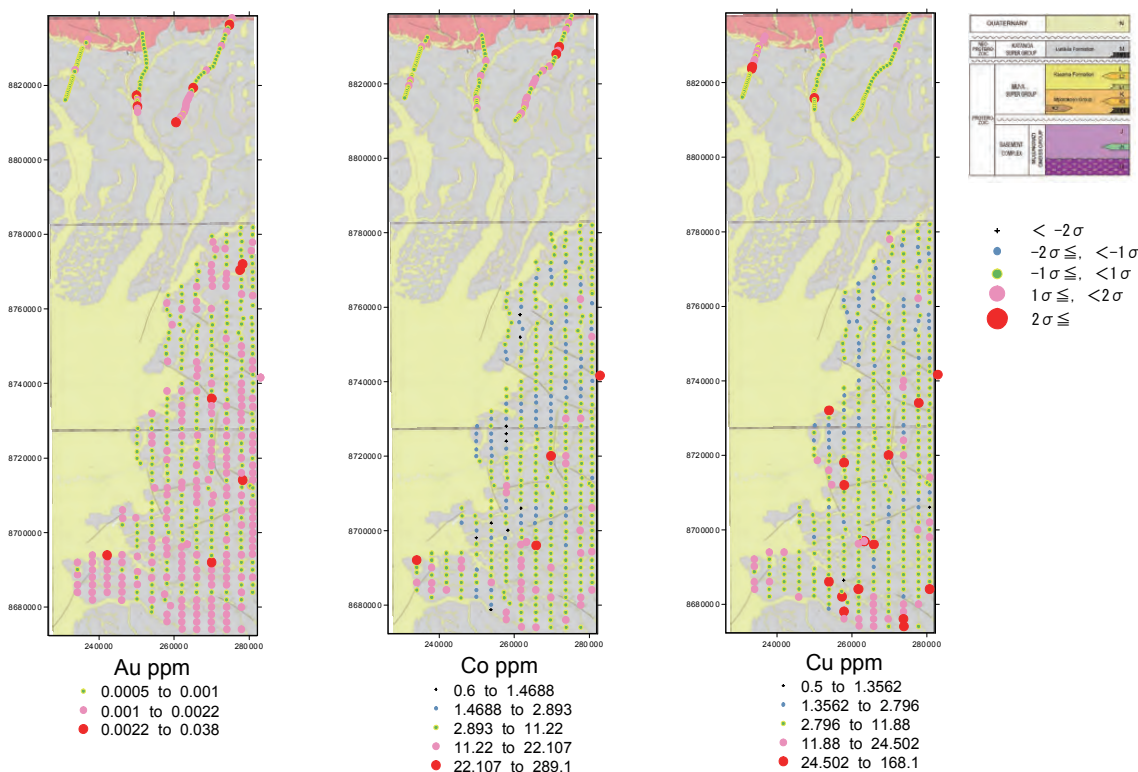


図 5.2.4.2-4 土壤地化学分布図 (Au, Co, Cu)

表 5.2.4.2-1 土壤地化学探查記述統計量

element	unit	Mini	Max	Mean	Range	Median	Mode	Standard Deviation (Stdv)	Variance (V)	Kurtosis	Skewness	Number of Samples (N)
Au	ppm	0.0005	0.038	0.0010	0.0375	0.0005	0.0005	0.0021	0.0000	202.03	12.96	539
Ag	ppm	0.005	0.46	0.031	0.455	0.02	0.005	0.033	0.001	51.27	4.84	539
Al	%	0.44	9.79	3.379	9.35	3.34	2.6	1.535	2.356	1.37	0.84	539
As	ppm	0.1	82	2.80	81.9	1.5	1.2	6.69	44.76	63.73	7.43	539
Ba	ppm	10	450	66	440	40	30	67	4453	8.34	2.59	539
Be	ppm	0.025	2.59	0.439	2.565	0.33	0.28	0.361	0.130	7.28	2.40	539
Bi	ppm	0.04	4.64	0.207	4.6	0.14	0.11	0.352	0.124	105.27	9.39	539
Ca	%	0.005	0.1	0.013	0.095	0.01	0.01	0.011	0.000	11.50	2.76	539
Cd	ppm	0.01	0.09	0.011	0.08	0.01	0.01	0.006	0.000	82.09	7.66	539
Ce	ppm	9.9	500	42.446	490.1	38	35	25.488	649.62	192.91	11.03	539
Co	ppm	0.6	289	7.81	288.4	5.8	4.6	16.80	282.30	232.52	14.71	539
Cr	ppm	4	334	25.4	330	19	15	31.9	1016.8	49.78	6.59	539
Cs	ppm	0.29	13.15	2.474	12.86	1.99	1.86	1.800	3.241	7.40	2.31	539
Cu	ppm	0.5	168	8.13	167.5	5.2	3.5	12.14	147.40	88.79	8.20	539
Fe	%	0.08	28.8	1.241	28.72	0.78	0.77	2.342	5.484	61.88	7.24	539
Ga	ppm	1.47	34.4	8.919	32.93	8.35	12.75	4.221	17.816	3.49	1.33	539
Ge	ppm	0.025	0.42	0.066	0.395	0.06	0.06	0.036	0.001	26.93	3.57	539
Hf	ppm	1	6.9	2.94	5.9	2.9	2.7	0.91	0.83	1.19	0.67	539
In	ppm	0.0025	0.245	0.0274	0.2425	0.024	0.022	0.0181	0.0003	46.84	5.05	539
K	%	0.01	1.25	0.216	1.24	0.13	0.12	0.217	0.047	3.83	1.92	539
La	ppm	4.1	42.2	16.85	38.1	15.8	14.4	6.32	39.93	1.55	1.03	539
Li	ppm	1.6	28.5	5.07	26.9	3.5	3.1	4.01	16.12	7.44	2.52	539
Mg	%	0.01	0.34	0.055	0.33	0.04	0.03	0.050	0.003	5.36	2.15	539
Mn	ppm	7	1390	60.4	1383	35	20	81.2	6594.4	134.24	8.93	539
Mo	ppm	0.025	5.56	0.628	5.535	0.5	0.29	0.580	0.336	25.94	4.24	539
Na	%	0.005	0.1	0.008	0.095	0.005	0.005	0.008	0.000	77.12	7.77	539
Nb	ppm	3	54	13.65	51	10.8	10.8	8.94	79.95	4.87	2.14	539
Ni	ppm	1.2	36.7	8.76	35.5	7.3	4.4	5.49	30.13	4.16	1.82	539
P	ppm	30	770	109	740	90	100	79	6166	33.26	4.93	539
Pb	ppm	2.7	790	12.77	787.3	9.6	8.7	37.33	1393.19	365.34	18.44	539
Rb	ppm	1.3	89.9	23.66	88.6	17.9	17.5	18.22	332.09	0.99	1.17	539
Re	ppm	0.001	0.016	0.0011	0.015	0.001	0.001	0.0007	0.0000	463.34	20.85	539
S	%	0.005	0.01	0.005	0.005	0.005	0.005	0.001	0.000	18.66	4.54	539
Sb	ppm	0.14	5.34	0.633	5.2	0.54	0.51	0.483	0.234	37.42	5.29	539
Sc	ppm	1.1	19.9	5.30	18.8	4.7	4.5	2.68	7.17	3.84	1.59	539
Se	ppm	0.5	3	1.6	2.5	2	2	0.5	0.3	-1.36	-0.14	539
Sn	ppm	0.4	5.9	1.97	5.5	1.9	1.9	0.79	0.62	2.10	1.06	539
Sr	ppm	1.5	18.9	6.19	17.4	5.7	5.1	2.56	6.57	3.24	1.44	539
Ta	ppm	0.21	28.6	1.494	28.39	1.24	0.84	1.396	1.950	264.47	13.90	539
Te	ppm	0.025	0.34	0.033	0.315	0.025	0.025	0.033	0.001	51.95	6.84	539
Th	ppm	2.2	30.4	8.22	28.2	7.8	8.2	3.21	10.31	5.51	1.57	539
Ti	%	0.074	0.631	0.2521	0.557	0.238	0.204	0.0853	0.0073	1.54	0.97	539
Tl	ppm	0.02	0.79	0.220	0.77	0.18	0.15	0.140	0.020	1.06	1.08	539
U	ppm	0.5	7.3	1.38	6.8	1.2	0.9	0.74	0.54	20.19	3.71	539
V	ppm	6	438	36.6	432	27	25	42.9	1840.3	45.92	6.24	539
W	ppm	0.4	2140	45.09	2139.6	29.1	0.9	99.06	9812.35	373.26	17.78	539
Y	ppm	0.5	25.9	9.14	25.4	8.5	6.9	3.85	14.80	1.72	1.16	539
Zn	ppm	1	61	12.4	60	10	8	8.4	70.1	3.65	1.69	539
Zr	ppm	31.2	233	96.08	201.8	93.3	101.5	32.07	1028.46	1.56	0.87	539

Assay results under detection limits have been replaced by 1/2 of the limits in the statistical analysis

5.2.5 まとめ

5.2.5.1 地質層序・年代と銅ベルト地域との対比

地質調査の結果、本地域には下位から 1)基盤岩類、2)Muva 累層群、3)Katanga 累層群、4)沖積層が分布することが判明した。EPMA 年代測定の結果、基盤岩類が変成作用を受けた年代は 19.4~20.0 億年前、原岩の形成はそれ以前であること、また Muva 累層群は 17.4 ± 1.4 億年前に形成され、その後 11 億年前付近に弱い変成を受けたことが判明した。これらの形成年代は従来の解釈 (Daly and Unrug, 1982, De Waele and Fitzsimons, 2007 等) とほぼ一致する結果であった。

一方、本地域に分布する Katanga 累層群の Luitikila 層は今まで年代についての詳細な情報がなかったが、今回の年代測定の結果、堆積年代は 6.3 ± 0.3 億年前以降であることが判明した。この年代は銅ベルト地域の層序では Katanga 累層群上部の Kundelungu 層に相当する(図 5.2.5-1)。銅ベルト地域では銅鉱床はいわゆる「層準規制型鉱床」であり、主として Katanga 累層群下部の地層(Roan 層)から産出している。本地域に分布する Luitilila 層は銅ベルト地域ではほとんど鉱化が認められない層準(Kundelungu 層)に相当する。このことから本地域では典型的な銅ベルト型銅鉱床賦存の可能性は低いと判断される。

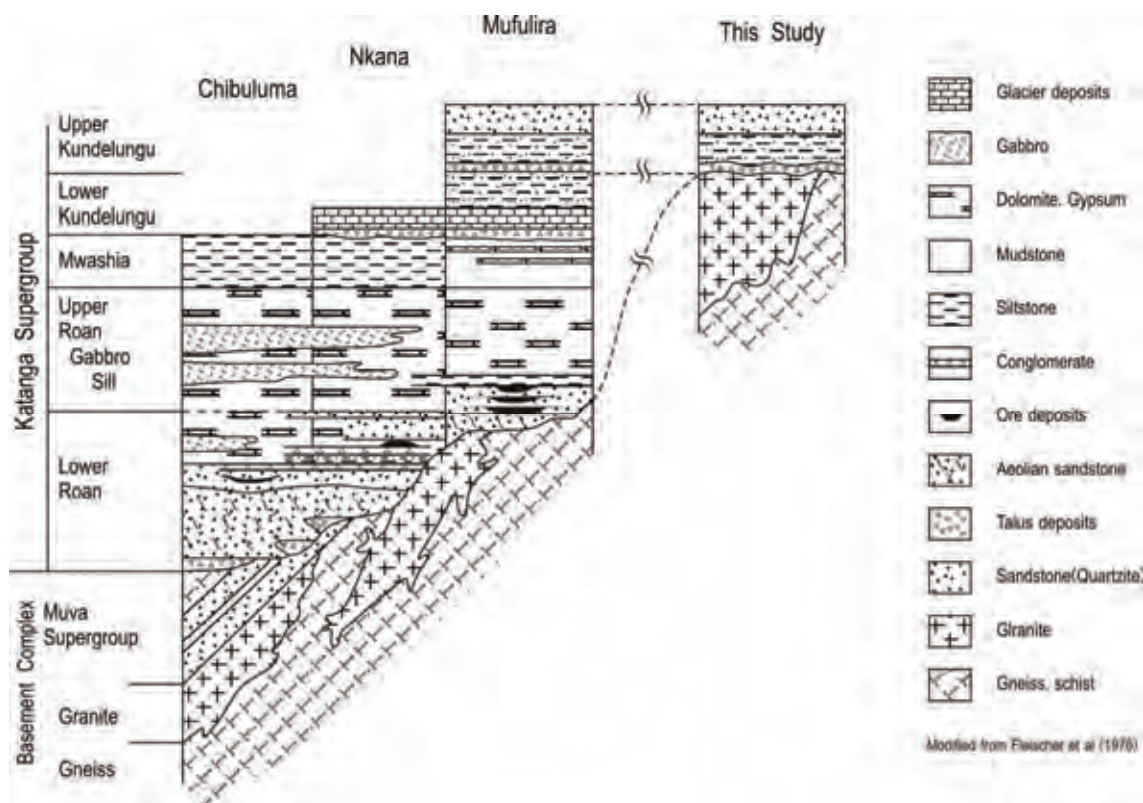


図 5.2.5-1 カッパーベルト型銅鉱化層準模式図

5.2.5.2 鉍化作用

(1) 銅・コバルト鉍化作用

沢砂地化学探査の結果、Katanga 層群分布域で Cu がやや高い傾向が認められた。しかし Katanga 層群分布域で実施した土壤地化学探査では Cu 濃度は全体的に低く、明瞭な地化学異常は見いだされなかった。1030SE 図幅に分布する Katanga 累層群(Luitikila)基底部では、過去の空中磁気探査で高異常が認められ銅ベルト型銅鉍化層準の可能性が示唆されたが、この異常を横切るように設定した土壤地化学探査測線でも Cu、Co 地化学異常は認められなかった。

本調査の地化学探査では Cu、Co 濃度は低く、期待された Cu、Co 鉍化をとらえることはできなかったが、これは地表における強い風化による溶脱に起因する可能性も否定できない。また磁気異常が Katanga 累層群基底部に一致して認められることは探鉍上非常に興味深い。前述したように、本地域の Katanga 層は銅ベルト型銅鉍床の胚胎層準と異なるが、異なるタイプの鉍化がこの付近に発達している可能性がある。今後は磁気異常帯を対象に詳細な地質調査、岩石地化学探査、物理探査等（特に電磁探査）により地下深部における鉍化の分布状況を検討することが望ましい。

(2) 金鉍化作用

既存の調査では本地域北方(Kasama-Mbala 地域)の Mporokoso 層基底礫岩分布域で堆積性 Au 鉍床を対象とする探鉍が行われている。本地域の Mporokoso 層基底部周辺でも沢砂地化探で Au の弱い異常が認められており、本層の基底礫岩に由来する Au の可能性がある。しかし今回、本層基底部から採取した礫岩岩石試料(RB018; Appendix V-10)では Au 品位は低く(0.001ppm 以下)、現時点では Au 濃集部についての情報は得られていない。今後は本層を対象とした地質精査・岩石地化学探査等の詳細な調査を行い、Au 鉍床の可能性を評価することが望ましい。

(3) 珪石資源

本調査では石英質の砂岩・珪岩について珪石資源としての可能性を探るため、全岩分析を行った(Appendix V-8)。この結果 SiO₂ 品位は、Katanga 層の石英質砂岩(RC003W)で 92.9%、Mporokoso 層の珪岩(RC003W)で 96.9%、Kasama 層の珪岩(RB015W)で 98.4%と比較的高い値を示すが、シリコン原料(金属シリコン原料としては SiO₂ 品位 99.5%以上が必要；表 5.2.5-1)としての品位には達していない。Mporokoso 層、Kasama 層の珪岩は浸食に強い「メサ」状の地形を形成し、1030NE 図幅範囲において広く分布している。今後珪石資源としての珪岩について地質精査、系統的な品位分析等を行い、シリコン原料となりうる高 SiO₂ 品位珪石の分布・性状についての検討を行うことが望ましい。

表 5.2.5-1 珪石の用途別品質

Application	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	Others
Opaque quartz glass	>99.8%	<0.02%	<0.1%	<0.1%		
Optical lens	>99.5%	<0.02%	<0.05%			
Metallic silicon	>99.5%	<0.02%	<0.1%	<0.03%		
silicon carbide (carborundum)	>99.6%	<0.2%	<0.2%		<0.2%	
ferrosilicon	>97.0%		<0.7%		<0.03%	<P 0.1%
iron manufacturing material	>97.0%		<3.0%			<P 0.1%
Silica mortar	>93.0%	<1.5%	<3.0%			

引用文献

1. Andrew-Speed, C.P., 1982. Senga PL 188 Quarterly Report No.1 for the Period February-May 1982. Minex Department, Zimco Ltd. 7pp
2. Cailteux JLH, Kampunzu AB, Lerouge C, Kaputo AK, Milesi JP (2005); Genesis of sediment-hosted stratiform copper–cobalt deposits, central African Copperbelt. *J Afr Earth Sci* 42:134–158
3. Daly M. C. and Unrug, R., 1982, The The Muva Supergroup, Northern Zambia: a craton to mobile belt sedimentary sequence, *Transactions of the geological society of South Africa*, 85, 155-165p.
4. De Waele, B. and Fitzsimons, I. C. W., 2004, The age and detrital fingerprint of the Muva Supergroup of Zambia: Molassic Deposition to the Southwest of the Ubendian Belt, *Abst., Geoscience Africa*, 2p.
5. De Waele, B. and Fitzsimons, I.C.W., 2007, The nature and timing of Palaeoproterozoic sedimentation at the southeastern margin of the Congo Craton; zircon U–Pb geochronology of plutonic, volcanic and clastic units in northern Zambia, *Precambrian Research*, 159, 95-116.
6. Drysdall, A. R., 1960, Geology and geomorphology of the Chishimba Falls, Kasama, *Records of the Geological Survey Department, Northern Rhodesia for 1959*, 30-34p.
7. Guernsey, T.D., 1941, Summary report on the Concession Areas of Loangwa Concession (N.R.) Limited and Rhodesia Minerals Concessions Limited. (Unpublished)
8. Marten, B.E., 1968, The geology of the Chalabesa mission area; Explanation of degree sheet 1131, NW quarter. 23, *Geological Survey Department of Zambia, Lusaka*. 25p.
9. Maczka, L. and Cap, M., 1973, Brick-clays in the Kasama area, with particular reference to the Lukashaya, *Economic report of the geological survey, No.43, Ministry of mines and mining development, Republic of Zambia*, 34p.
10. Sykes, J. M. D., 1995, The geology of the Chipili and Nsombo areas; Explanation of degree sheet 1029, SW and SE quarters. 72, *Geological Survey Department of Zambia, Lusaka*. 16p.
11. Thieme, J., G., 1970; The geology of the Mansa area; Explanation of degree sheet 1128 of NW and NE quarter. 26, *Geological Survey Department of Zambia, Lusaka*. 13.
12. Unrug, R., 1982. The Kasama Formation: lithostratigraphy, palaeogeography and regional position, *Palaeogeography of Zambia. Geological Society of Zambia, Lusaka*, 8p.