

ケニア共和国ホマベイ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第2年次

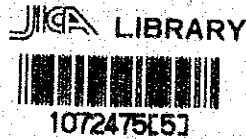
平成元年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力
事業団
10-12(1)
10-12

ケニア共和国ホマベイ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第2年次



18748.

平成元年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

18748

は し が き

日本国政府は、ケニア共和国政府の要請に応え、同国の西部に位置するホマベイ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、昭和62年度を初年次とする第2年次にあたり、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して昭和63年7月16日から昭和63年11月4日まで現地に派遣した。

現地調査は、ケニア共和国政府関係機関、環境天然資源省鉱山地質局、レークベースン開発公社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたケニア共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ケニア共和国日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

平成元年2月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団

理事長 佐藤淳一郎

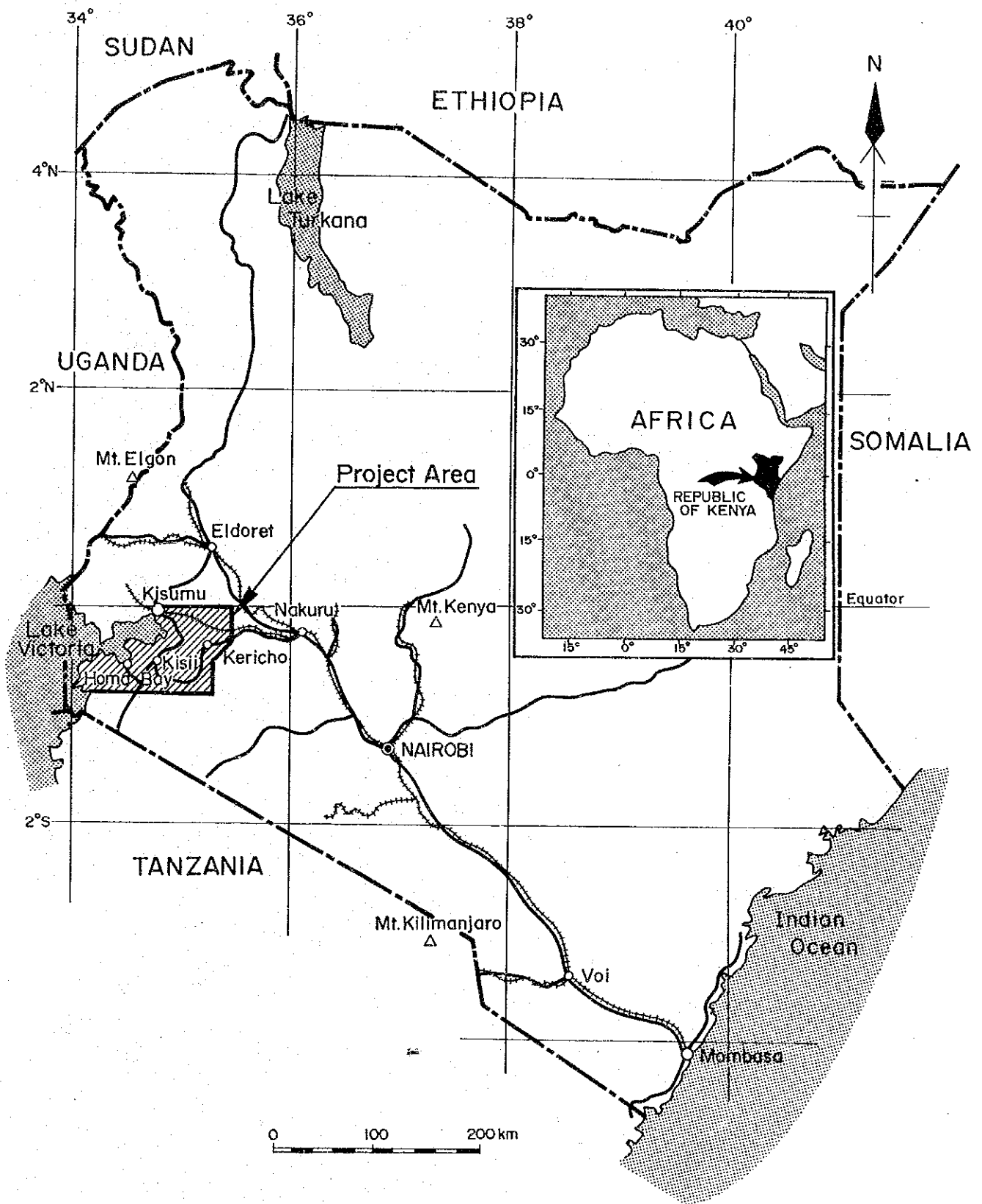


Fig. 1 Location Map of The Project Area

要 約

ケニア共和国ホマベイ地域における資源開発協力基礎調査の目的は、同地域において地質状況を解明することにより、カーボナタイト鉱床の賦存状況を把握することである。

第2年次にあたる本年度の調査は初年次の準精査地区から選ばれたBuru Hill地区（面積0.96km²）、North & South Ruri Hill地区（面積1.68km²）及びKuge-Lwala地区（面積1.10km²）の3地区で実施された。Buru Hill地区では、地質精査及びボーリング調査（17孔、合計1,000m）により、鉱化帯の平面的規模、状況が確認され、希土類元素、Y、Nb等の水平、垂直方向の濃集の状況が明らかとなった。North & South Ruri Hill及びKuge-Lwala地区では、地質精査及び地化学探査により、地化学異常帯におけるカーボナタイト質岩の規模及び性質が把握され、そのポテンシャルティが評価された。各地区の調査結果は次のとおりにまとめられる。

(1) Buru Hill 地区

Buru Hillは、カーボナタイトの貫入により形成されたドーム状の小丘であり、カーボナタイト塊状岩体と、その上にルーフ状に産する鉱化基盤岩からなる。鉱化帯の平面的拡がり、丘のほぼ全域に及び（面積約0.2km²）、希土類元素、Y、Nb等の鉱化が地表化200mまで連続することが確認された。鉱化帯はほぼ現在の地下水位面（海拔1,295m）を境とし上部の酸化帯と下部の還元帯に分けられ、上部に二次富化作用が認められる。

ボーリングコア分析結果から、地表下50mまでの平均品位は、La+Ce+Nd：1.93%、Sm+Eu+Tb：0.036%、Yb+Lu：0.0037%、Nb：0.095%、Y：0.065%と推定される。鉱化の規模とその高い希土類の濃集から、鉱床の経済的ポテンシャルティを検討するためのより高次の探鉱が望まれる。

(2) North & South Ruri Hill 地区

North Ruri Hill 2ヶ所、South Ruri Hill 1ヶ所の地質・地化探精査から、希土類元素及びYは、カーボナタイトコンシートの縁辺部に産出するフェロカーボナタイトに濃集することが確認された。各地区で希土類元素、Yの濃集する地化学異常帯が把握されたが、その規模、品位とも劣勢で、第3年次の調査対象になるものはないと判断される。

(3) Kuge-Lwala 地域

Kuge Hill に分布するフェロカーボナタイトは、最大幅60m、延長600m以上の岩脈状の産状を示し、その分布域は、Th、Y、La+Ce+Nd（最高2.7%）及び希土類元

素の異常帯を総括する主成分分析の第1主成分の異常帯と一致する。岩脈の規模が大きいことと、分析値が高いことから、ボーリングによる岩脈下部の産状及び鉱況の解明が望まれる。

Lwala 地区ではカーボナタイト起源と推定される鉄質角礫岩分布域に、Y、La+Ce+Nd、Eu等の地化学異常帯が抽出された。しかし、鉄質角礫岩は噴出相と判断され、その厚さが薄いことと、希土類元素の含有量が他地区と比べかなり低いことから、更に高次の探鉱の必要性は低いものと判断される。

以上の結果から、Buru Hill 及び Kuge Hill で鉱化帯の産状、鉱量、品位等を確認するためのボーリング調査の実施が望まれる。

目 次

はしがき
位置図
要 約

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 第 1 年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第 1 年次調査の結論	1
1-2-2 第 2 年次調査の提言	2
1-3 第 2 年次調査の概要	3
1-3-1 調査地域	3
1-3-2 調査目的	4
1-3-3 調査方法	4
1-3-4 調査団の編成	8
1-3-5 調査期間	8
第 2 章 調査地域の地理	9
2-1 地形及び水系	9
2-2 気候及び植生	9
第 3 章 一般地質	11
第 4 章 調査結果の総合検討	15
4-1 調査結果の要約	15
4-2 地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制	15
4-3 希土類鉍物鉍床賦存のポテンシャル	16
4-4 地化学異常と鉍化作用との関係	17
第 5 章 結論及び提言	18
5-1 結 論	18
5-2 第 3 年次調査への提言	19

第Ⅱ部 各 論

第1章 North & South Ruri Hill地区	21
1-1 調査方法	21
1-2 地 質	24
1-3 地質調査結果	24
1-4 地化学探査結果	41
1-5 考 察	61
第2章 Kuge-Lwala地区	63
2-1 調査方法	63
2-2 地 質	63
2-3 地質調査結果	63
2-4 地化学探査結果	73
2-5 考 察	86
第3章 地化学探査地区の総合解析	88
3-1 地化学探査結果の解析	88
3-2 考 察	91
第4章 Buru Hill地区	103
4-1 調査方法	103
4-2 地質概要	104
4-3 地質調査結果	104
4-4 岩石・鉱物試験結果	116
4-5 ボーリング調査結果	123
4-6 考 察	161

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結 論	173
第2章 第3年次調査（将来）への提言	176
参考文献	177
巻末資料	

< FIGURES >

PART I GENERAL

Fig. 1	Location Map of the Project Area	
Fig. 2	Location Map of the Phase II Survey Area	5
Fig. 3	Geological Map of the Homa Bay Area	13

PART II DESCRIPTION OF PROJECT AREAS

Fig. II - 1 - 1	Geological Map of the North & South Ruri Hill Area (Phase I Results) .	25
Fig. II - 1 - 2	Generalized Geological Columnar Section of the North & South Ruri Hill Area	27
Fig. II - 1 - 3	Geological Map of the North Ruri Hill North Sector	31
Fig. II - 1 - 4	Geological Map of the North Ruri Hill South Sector	33
Fig. II - 1 - 5	Geological Map of the South Ruri Hill Sector	35
Fig. II - 1 - 6	Geological Sketch Map of the Dyke Swarm Zone of Ferrocarbonatite in the South Part of the North Ruri Hill South Sector	37
Fig. II - 1 - 7	Location Map of Geochemical Survey Area in the North & South Ruri Hill Area (Phase I Geochemical Results)	39
Fig. II - 1 - 8	Chondrite-Normalized REE Patterns, North Ruri Hill North Sector . . .	46
Fig. II - 1 - 9	Geochemical Interpretation Map, North Ruri Hill North Sector	47
Fig. II - 1 - 10	Chondrite-Normalized REE Patterns, North Ruri Hill South Sector . . .	52
Fig. II - 1 - 11	Geochemical Interpretation Map, South Ruri Hill South Sector	53
Fig. II - 1 - 12	Chondrite-Normalized REE Patterns, South Ruri Hill Sector	59
Fig. II - 1 - 13	Geochemical Interpretation Map, South Ruri Hill Sector	60
Fig. II - 2 - 1	Geological Map of the Kuge-Lwala Area (Phase I Results)	66
Fig. II - 2 - 2	Generalized Geological Columnar Section of the Kuge-Lwala Area . . .	67
Fig. II - 2 - 3	Geological Map of the Kuge Sector	69
Fig. II - 2 - 4	Geological Map of the Lwala Sector	71
Fig. II - 2 - 5	Location Map of Geochemical Survey Area in the Kuge-Lwala Area (Phase I Geochemical Results)	74

Fig. II - 2 - 6	Chondrite- Normalized REE Patterns, Kuge Sector	78
Fig. II - 2 - 7	Geochemical Interpretation Map, Kuge Sector	79
Fig. II - 2 - 8	Chondrite- Normalized REE Patterns, Lwala Sector	84
Fig. II - 2 - 9	Geochemical Interpretation Map, Lwala Sector	85
Fig. II - 3 - 1	Chondrite-Normalized REE Patterns by Survey Sector	99
Fig. II - 3 - 2	Chondrite-Normalized REE Patterns by Rock Type in All Survey Sectors	100
Fig. II - 3 - 3	Chondrite-Normalized REE Patterns of Ferrocarbonatite by Survey Sector	101
Fig. II - 4 - 1	Geological Map of the Buru Hill Area (Phase I Results)	105
Fig. II - 4 - 2	Generalized Geological Columnar Section of the Buru Hill Area	107
Fig. II - 4 - 3	Location of Trenches, Pits and Diamond Drilling Holes in the Buru Hill Area	108
Fig. II - 4 - 4	Geological Map of the Buru Hill Area	111
Fig. II - 4 - 5	Geological Sections of the Buru Hill Area	113
Fig. II - 4 - 6	Variation of the Carbonatites and Ores at Buru Hill on $\text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3 -$ CaO Diagram	118
Fig. II - 4 - 7	Chemical Variation of Major Elements of Carbonatites and Ores at Buru Hill	119
Fig. II - 4 - 8	Location Map of Drilling Area	124
Fig. II - 4 - 9	Location Map of the Drilling Sites in the Buru Hill Area	125
Fig. II - 4 - 10	Chondrite-Normalized REE Patterns by Rock or Ore Type (Average Value)	152
Fig. II - 4 - 11	Chondrite-Normalized REE Patterns by Rock or Ore Type (High Score Samples for Z1 Component)	153
Fig. II - 4 - 12	Vertical Variation of Elements, BRL-1	160
Fig. II - 4 - 13	Distribution of Y, Nb and La+Ce+Nd Contents in the Weathered Surface Zone	167
Fig. II - 4 - 14	Distribution of Y, Nb and La+Ce+Nd Contents in the Weathered Minera- lized Basement Zone	169
Fig. II - 4 - 15	Distribution of Y, Nb and La+Ce+Nd Contents in the Massive Carbonatite Zone	171

< TABLES >

PART I GENERAL

Table I – 1 – 1	Content and Quantity of Field Work	7
Table I – 1 – 2	Outline of Laboratory Tests	7
Table I – 1 – 3	Preliminary Mission and Kenyan Personnel Attended the Meeting	8
Table I – 1 – 4	Member List of Field Team	8

PART II DESCRIPTION OF PROJECT AREAS

Table II – 1 – 1	Analytical Method of Geochemical Samples	23
Table II – 1 – 2	Summary of Statistics of Geochemical Analysis – North Ruri Hill North Sector –	44
Table II – 1 – 3	Correlation Coefficient – North Ruri Hill North Sector –	44
Table II – 1 – 4	Summary of Principal Component Analysis – North Ruri Hill North Sector –	45
Table II – 1 – 5	Summary of Statistics of Geochemical Analysis – North Ruri Hill South Sector –	50
Table II – 1 – 6	Correlation Coefficient – North Ruri Hill South Sector –	50
Table II – 1 – 7	Summary of Principal Component Analysis – North Ruri Hill South Sector –	51
Table II – 1 – 8	Summary of Statistics of Geochemical Analysis – South Ruri Hill Sector –	57
Table II – 1 – 9	Correlation Coefficient – South Ruri Hill Sector –	57
Table II – 1 – 10	Summary of Principal Component Analysis – South Ruri Hill Sector –	58
Table II – 2 – 1	Summary of Statistics of Geochemical Analysis – Kuge Sector –	76

Table II – 2 – 2	Correlation Coefficient – Kuge Sector –	76
Table II – 2 – 3	Summary of Principal Component Analysis – Kuge Sector –	77
Table II – 2 – 4	Summary of Statistics of Geochemical Analysis – Lwala Sector –	82
Table II – 2 – 5	Correlation Coefficient – Lwala Sector –	82
Table II – 2 – 6	Summary of Principal Component Analysis – Lwala Sector –	83
Table II – 3 – 1	Summary of Statistics of Geochemical Analysis – All Geochemical Areas –	94
Table II – 3 – 2	Correlation Coefficient – All Geochemical Areas –	94
Table II – 3 – 3	Summary of Principal Component Analysis – All Geochemical Areas –	95
Table II – 3 – 4	Summary of Statistics of Geochemical Analysis by Rock Type – Ferrocarbonatite –	96
Table II – 3 – 5	Summary of Statistics of Geochemical Analysis by Rock Type – Alvikite –	96
Table II – 3 – 6	Summary of Statistics of Geochemical Analysis by Rock Type – Sövite –	97
Table II – 3 – 7	Summary of Statistics of Geochemical Analysis by Rock Type – Carbonatite Pyroclastics –	97
Table II – 3 – 8	Summary of Statistics of Geochemical Analysis by Rock Type – Phonolite –	98
Table II – 3 – 9	Summary of Statistics of Geochemical Analysis by Rock Type – Metabasalt –	98
Table II – 4 – 1	Location of Diamond Drilling Holes	123
Table II – 4 – 2	Underground Water Level in Diamond Drilling Holes	142
Table II – 4 – 3	Analytical Method, Detection Limit and Upper Limit	144
Table II – 4 – 4	Summary of Statistics of Analysis – Drill Core Samples –	147
Table II – 4 – 5	Correlation Coefficients – Drill Core Samples –	148
Table II – 4 – 6	Summary of Principal Component Analysis – Drill Core Samples –	149

Table II – 4 – 7	Average Value of Elements by Rock (Ore) Type–1	150
Table II – 4 – 8	Average Value of Elements by Rock (Ore) Type–2	151
Table II – 4 – 9	Average, Maximum and Minimum Values of All Drill Core Samples ..	165
Table II – 4 – 10	Average Value of Elements by Drill Hole	157
Table II – 4 – 11	Average Value of Elements by Zone–(1) !.....	163
Table II – 4 – 12	Average Value of Elements by Zone–(2)	165

< APPENDIXES >

Apx. 1	Location Map of Tested Samples, Buru Hill Area	A-1
Apx. 2	Results of Whole Rock Analysis of Carbonatites and Related Rocks	A-3
Apx. 3	Summary of Microscopic Observation – Polished Thin Sections –	A-4
Apx. 4	Summary of Microscopic Observation – Thin Sections –	A-5
Apx. 5	Summary of EPMA Test-1, Mineral List Identified by Qualitative Analysis	A-6
Apx. 6	Summary of EPMA Test-2, Quantitative Analysis of Minerals	A-7
Apx. 7	Microphotographs (Under Polished Thin Sections)	A-8
Apx. 8	Microphotographs (Under Thin Sections)	A-13
Apx. 9	Microscopic Observation of Ores under Polished Thin Sections	A-17
Apx. 10	Microscopic Observation of Rocks under Thin Sections	A-20
Apx. 11	X-ray Images of Minerals (EPMA Test)	A-25
Apx. 12	Results of Geochemical Analysis	A-35
Apx. 13	Results of Chemical Analysis of Drill Core Samples – Trace Level Analysis –	A-52
Apx. 14	Results of Chemical Analysis of Drill Core Samples – Ore Level Analysis –	A-58
Apx. 15	Cumulative Frequency Distributions and Histograms of Elements – North Ruri Hill North Sector –	A-64
Apx. 16	Location Map of Geochemical Samples – North Ruri Hill North Sector –	A-67
Apx. 17	Geochemical Density and Anomaly Map of P – North Ruri Hill North Sector –	A-68
Apx. 18	Geochemical Density and Anomaly Map of Nb – North Ruri Hill North Sector –	A-69
Apx. 19	Geochemical Density and Anomaly Map of Y – North Ruri Hill North Sector –	A-70
Apx. 20	Geochemical Density and Anomaly Map of Th – North Ruri Hill North Sector –	A-71

Apx. 21	Geochemical Density and Anomaly Map of La+Ce+Nd – North Ruri Hill North Sector –	A-72
Apx. 22	Geochemical Density and Anomaly Map of Eu – North Ruri Hill North Sector –	A-73
Apx. 23	Geochemical Density and Anomaly Map of Yb – North Ruri Hill North Sector –	A-74
Apx. 24	Geochemical Density and Anomaly Map of γ -Ray – North Ruri Hill North Sector –	A-75
Apx. 25	Geochemical Density and Anomaly Map of Z1 Component – North Ruri Hill North Sector –	A-76
Apx. 26	Cumulative Frequency Distributions and Histograms of Elements – North Ruri Hill South Sector –	A-78
Apx. 27	Location Map of Geochemical Samples – North Ruri Hill South Sector –	A-80
Apx. 28	Geochemical Density and Anomaly Map of P – North Ruri Hill South Sector –	A-81
Apx. 29	Geochemical Density and Anomaly Map of Nb – North Ruri Hill South Sector –	A-82
Apx. 30	Geochemical Density and Anomaly Map of Y – North Ruri Hill South Sector –	A-83
Apx. 31	Geochemical Density and Anomaly Map of Th – North Ruri Hill South Sector –	A-84
Apx. 32	Geochemical Density and Anomaly Map of La+Ce+Nd – North Ruri Hill South Sector –	A-85
Apx. 33	Geochemical Density and Anomaly Map of Eu – North Ruri Hill South Sector –	A-86
Apx. 34	Geochemical Density and Anomaly Map of Yb – North Ruri Hill South Sector –	A-87
Apx. 35	Geochemical Density and Anomaly Map of γ -Ray – North Ruri Hill South Sector –	A-88
Apx. 36	Geochemical Density and Anomaly Map of Z1 Component – North Ruri Hill South Sector –	A-89
Apx. 37	Cumulative Frequency Distributions and Histograms of Elements – South Ruri Hill Sector –	A-90

Apx. 38	Location Map of Geochemical Samples – South Ruri Hill Sector –	A-93
Apx. 39	Geochemical Density and Anomaly Map of P – South Ruri Hill Sector –	A-94
Apx. 40	Geochemical Density and Anomaly Map of Nb – South Ruri Hill Sector –	A-95
Apx. 41	Geochemical Density and Anomaly Map of Y –South Ruri Hill Sector –	A-96
Apx. 42	Geochemical Density and Anomaly Map of Th – South Ruri Hill Sector –	A-97
Apx. 43	Geochemical Density and Anomaly Map of La+Ce+Nd – South Ruri Hill Sector –	A-98
Apx. 44	Geochemical Density and Anomaly Map of Eu – South Ruri Hill Sector –	A-99
Apx. 45	Geochemical Density and Anomaly Map of Yb – South Ruri Hill Sector –	A-100
Apx. 46	Geochemical Density and Anomaly Map of γ -Ray – South Ruri Hill Sector –	A-101
Apx. 47	Geochemical Density and Anomaly Map of Z1 Component – South Ruri Hill Sector –	A-102
Apx. 48	Cumulative Frequency Distributions and Histograms of Elements – Kuge Sector –	A-103
Apx. 49	Location Map of Geochemical Samples – Kuge Sector –	A-106
Apx. 50	Geochemical Density and Anomaly Map of P – Kuge Sector –	A-107
Apx. 51	Geochemical Density and Anomaly Map of Nb – Kuge Sector –	A-108
Apx. 52	Geochemical Density and Anomaly Map of Y – Kuge Sector –	A-109
Apx. 53	Geochemical Density and Anomaly Map of Th – Kuge Sector –	A-110
Apx. 54	Geochemical Density and Anomaly Map of La+Ce+Nd – Kuge Sector –	A-111
Apx. 55	Geochemical Density and Anomaly Map of Eu – Kuge Sector –	A-112
Apx. 56	Geochemical Density and Anomaly Map of Yb – Kuge Sector –	A-113
Apx. 57	Geochemical Density and Anomaly Map of γ -Ray – Kuge Sector –	A-114
Apx. 58	Geochemical Density and Anomaly Map of Z1 Component – Kuge Sector –	A-115
Apx. 59	Cumulative Frequency Distributions and Histograms of Elements – Lwala Sector –	A-116
Apx. 60	Location Map of Geochemical Samples – Lwala Sector –	A-119
Apx. 61	Geochemical Density and Anomaly Map of P – Lwala Sector –	A-120

Apx. 62	Geochemical Density and Anomaly Map of Nb — Lwala Sector —	A-121
Apx. 63	Geochemical Density and Anomaly Map of Y — Lwala Sector —	A-122
Apx. 64	Geochemical Density and Anomaly Map of Th — Lwala Sector —	A-123
Apx. 65	Geochemical Density and Anomaly Map of La+Ce+Nd — Lwala Sector —	A-124
Apx. 66	Geochemical Density and Anomaly Map of Eu — Lwala Sector —	A-125
Apx. 67	Geochemical Density and Anomaly Map of Yb — Lwala Sector —	A-126
Apx. 68	Geochemical Density and Anomaly Map of γ -Ray — Lwala Sector —	A-127
Apx. 69	Geochemical Density and Anomaly Map of ZI Component — Lwala Sector —	A-128
Apx. 70	Cumulative Frequency Distributions and Histograms of Elements — All Geo- chemical Survey Areas —	A-129
Apx. 71	Cumulative Frequency Distributions and Histograms of Elements — Buru Hill Area —	A-131
Apx. 72	Vertical Variation of Elements by Diamond Drilling Hole	A-137
Apx. 73	Drill Operation Details	A-153
Apx. 74	Summary of Drilling Results	A-156
Apx. 75	Summary of Drilling Progress	A-160
Apx. 76	Drilling Progress by Hole	A-161
Apx. 77	Drilling Equipment	A-168
Apx. 78	Amount of Consumed Materials and Diamond Bits	A-169
Apx. 79	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BRL-1-(1) ~ (4)	A-171
Apx. 80	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-1	A-179
Apx. 81	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-2	A-181
Apx. 82	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-3	A-183
Apx. 83	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-4	A-185
Apx. 84	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-5	A-187
Apx. 85	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-6	A-189
Apx. 86	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-7	A-191
Apx. 87	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-8	A-193
Apx. 88	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-9	A-195
Apx. 89	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-10	A-197
Apx. 90	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-11	A-199
Apx. 91	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-12	A-201

Apx. 92	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-13	A-203
Apx. 93	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-14	A-205
Apx. 94	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-15	A-207
Apx. 95	Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-16	A-209
Apx. 96	Geological Sketch Map of the Trench, BR-T-1	A-211
Apx. 97	Geological Sketch Map of the Trench, BR-T-2	A-212
Apx. 98	Geological Sketch Map of the Trench, BR-T-3	A-213
Apx. 99	Geological Sketch Map of the Trench, BR-T-4	A-215
Apx. 100	Geological Sketch Map of the Trench, BR-T-5	A-216
Apx. 101	Geological Sketch Map of the Trench, BR-T-6	A-217
Apx. 102	Geological Sketch Map of the Trench, BR-T-7	A-218
Apx. 103	Geological Sketch Map of the Trench, BR-T-8	A-219
Apx. 104	Geological Sketch Map of the Trench, BR-T-9	A-221
Apx. 105	Geological Sketch Map of the Trench, BR-T-10	A-223
Apx. 106	Geological Columns of Pits in the Buru Hill	A-225
Apx. 107	Geological Sketch Map of the Kuge No.1 Trench	A-227
Apx. 108	Geological Sketch Map of the Ferrocarnatite Zone in the Kuge Hill ...	A-229
Apx. 109	Geological Sketch Map of the Kuge No.2 Trench	A-231
Apx. 110	Geological Sketch Map of the Kuge No.3 Trench	A-233
Apx. 111	Photographs of Boring Cores of BRL-1	A-235

< PLATES >

	Scale
PL - 1 Geological Map of the Buru Hill Area	1 : 2,000
PL - 2 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BRL-1	1 : 200
PL - 3 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-1	1 : 200
PL - 4 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-2	1 : 200
PL - 5 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-3	1 : 200
PL - 6 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-4	1 : 200
PL - 7 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-5	1 : 200
PL - 8 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-6	1 : 200
PL - 9 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-7	1 : 200
PL - 10 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-8	1 : 200
PL - 11 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-9	1 : 200
PL - 12 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-10	1 : 200
PL - 13 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-11	1 : 200
PL - 14 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-12	1 : 200
PL - 15 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-13	1 : 200
PL - 16 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-14	1 : 200
PL - 17 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-15	1 : 200
PL - 18 Geological Log of Diamond Drilling Hole, BR-16	1 : 200
PL - 19 Geological Sections through the Drilling Holes in the Buru Hill Area - N-S Sections -	1 : 1,000
PL - 20 Geological Sections through the Drilling Holes in the Buru Hill Area - E-W Sections -	1 : 1,000
PL - 21 Geological Sketch Map (Profile) of the Lwala Trench in the Kuge-Lwala Area	1 : 100
PL - 22 Location Map of Mineral Occurrences	1 : 10,000

第 1 部 総 論

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯

ケニア共和国ホマベイ地域における資源開発協力基礎調査は、1987年7月、環境天然資源省(MENR)を通じ、ケニア国政府と国際協力事業団(JICA)及び金属鉱業事業団(MMAJ)との間で合意された「The Scope of Works for the Mineral Exploration in the Homa Bay Area」に基づき、昭和63年度に開始された3ヶ年プロジェクトで、本年度はその第2年次に当たる。

初年度の調査は、主としてカーボナタイトとこれに関連する岩石に伴う希土類およびいわゆるレア・メタルの探査に重点が置かれ、約2,700km²の地域に対する予察型の広域調査(概査)と10地区(合計190km²)のカーボナタイト質岩石既知産出地に対する調査(準精査)が実施された。後者は、地質調査と地化学探査を含む。

概査地域では、従来記載されていない4ヶ所のカーボナタイト質岩石の小規模露頭と1ヶ所の微弱な緑色銅鉱物産地を発見し、数ヶ所の金採掘場を確認した。しかし、これ等はいずれも非常に小規模なもので、直接次年度以降の調査対象になるものは認められなかった。

準精査地区では、地化学探査解析結果と地質構造を総合検討した結果、North & South Ruri Hill (Y、希土類)、Kuge-Lwala (Y、希土類)、およびBuru Hill (Y、希土類、Nb)が探鉱価値ありと考えられた。特にBuru Hillは高い希土類の濃集(La+Ce+Nd 平均1.31%、最高3.98%)を示し、産状から見て深部でY、Nbの濃集の可能性をもつと考えられた。

第2年次に当たる本年度は、これら初年次の結果からBuru Hill地区(面積、0.96km²)において地質精査とボーリング調査(17孔、合計1,000m)、North & South Ruri Hill地区(面積1.68km²)及びKuge-Lwala地区(面積、1.10km²)において地質精査と地化学探査を実施することとなった。

1-2 第1年次の結論と提言

1-2-1 第1年次調査の結論

(1) 概査地域

地質調査の結果は、既存の地質図、各調査データと整合的である。鉱化作用としては、小規模ながらカーボナタイト岩脈が4ヶ所、微弱な銅鉱微地が2ヶ所、金採掘地が3ヶ所

確認された。

今回発見されたカーボナタイト質岩体及び銅の鉱徴はいずれも小規模で、追加調査を実施する価値なしと考えられる。金については、本地域は昔から知られた Migori Gold Field の隣接地ともいえる位置にあり、世界的に金胚胎の場として注目されている Greenstone Belt に類似する岩石も地域内に分布するので、今後注目すべきと考える。しかし、現在でも零細な採鉱が諸所で行われており、権利関係も複雑と思われるので慎重に対処する必要がある。

(2) 準精査地域

地化学探査結果、地質構造解析等を総合し、各地域の探鉱価値を評価した。

a) 今回の調査範囲で今後の探鉱価値のある鉱種は、希土類元素 (REE)、イットリウム (Y) およびニオブ (Nb) と考えられる。これらの元素は、一般にカーボナタイト、特にフェロカーボナタイトに密接に関連している。この他、金も一応注目の必要ありと思われる。リン (P) その他の元素は、局部的に高い分析値を示す所もあるが非常に範囲が限定されており、追加探鉱の必要性は低い。

b) 希土類元素、イットリウム及びニオブに対しては、Buru Hill が、また希土類元素及びイットリウムにたいしては Kuge-Lwala、North & South Ruri Hill 地区が、各々追加探鉱の価値ありと考えられる。重要度は、上記の順と考えられる。

c) Buru Hill については、地表では、炭酸塩鉱物岩が全く認められなかったが、NCGF 社の調査 (Cluver: 1958) では、試錐孔内にソーバイトが確認されており、カーボナタイト関連の鉱化と考えられる。相対的に深部相を表すソーバイト、磁鉄鉱、ニオブの産出と、浅部相を表すと思われる軽希土の濃集と角礫化構造が普通である事などから鉱化の重複が考えられる。また、地表の著しい溶脱帯の存在から、下部での Nb、Y の二次富化帯も期待される。

d) Lwala の鉄質角礫岩も Buru Hill に類似点があり、付近のカーボナタイトの地質構造の解釈からも下部の鉱況に興味ももてる。

e) 金については、Homa Mountain の尾根上の石英脈群から採取した数個の試料の内 1 試料で 33g/t Au を示しており、何らかの型で追加調査が必要と思われる。

1-2-2 第2年次調査への提言

(1) Buru Hill 地区

試錐を中心とする探鉱が提言される。試錐の目的は、酸化溶脱帯の形態把握、またたぶん下部に期待される Nb、Y 等の二次富化帯の探鉱である。

このほか、丘の南約 500m に期待される潜在プラグの探査と深部構造把握の為の物理探

査（精密重力と磁気探査）、ピット、斜坑の取明け、鉱物の同定・濃度・回収試験等が提言される。

(2) Kuge-Lwala地区

試錐とトレンチを含む地化学探査グリッド・サンプリングを中心とした探鉱が提言される。試錐の目的は、Kugeのフェロカーボナタイト岩脈とBuru Hillに類似するLwalaの鉄質カーボナタイトの下部探査である。

(3) North & South Ruri Hill地区

今年度の調査で確認されたREE、Yの地化学探査アノーマリーに対してピット、地化学探査グリッド・サンプリングを中心とした探査が提言される。

(4) その他

これらの探査作業に当っては、各地区とも地質精査が必要である。また、航空写真からの地形図作成も探査精度と能率向上のため重要である。このほか放射能調査が、希土類鉱物の探査に簡便かつ有効であるので各地区の探査にこれを併用する事が望ましい。

1-3 第2年度調査の概要

1-3-1 調査地域

(1) 位置

本調査地域（ホマベイ地域）はケニア共和国の西部、ビクトリア湖東岸に位置し（Fig. 1）、中央及び西部はNyanza州（Province）、東部がRift Valley州に属している（Fig. 2）。

本年度の調査地区の内、Buru Hill地区はRift Valley州Kericho郡（District）の北西端部に位置し、Kuge-Lwala地区及びNorth & South Ruri Hill地区は、Nyanza州のSouth Nyanza郡のほぼ中央のVictoria湖の湖岸付近に位置している。

Buru Hill地区のあるKericho郡の中心都市は、Kericho（ケリッチョ）、Kuge-Lwala地区及びNorth & South Ruri Hill地区のあるSouth Nyanza郡の中心都市はHoma Bay（ホマベイ）である。

(2) 交通

ケニアの首都ナイロビからKericho及びHoma Bay間は、それぞれ陸路約270km及び400kmあって、交通は次のとおりである。

ナイロビからケニアの幹線道路の国道A-104、B-1により、ケニアの主要都市Nakuruを経て、Kerichoに至る。Kerichoからは国道C-23、B-3、A-1及びC-20を通りHoma Bayに到達することができる。これらはすべて全天候型舗装道路であり、ナイロビからKericho及びHoma Bayまでは車でそれぞれ4時間及び7時間の行程にあり、交

通は至便である。

Buru HillはKerichoから国道B-1で約30kmの位置にあり自動車です約30分で到達できる。

North & South Ruri Hill及びKuge-Lwala地区はともにHoma Bayの西方約10kmに位置し、車でそれぞれ約40分、及び50分（ともに未舗装道路）で到達できる。

1-3-2 調査目的

本調査は、ケニア共和国ホマベイ地域において地質状況を解明することにより、カーボナタイト鉱床の賦存状況を把握することを目的とする。

本年度の調査は、Buru Hill地区、Kuge-Lwala地区、North & South Ruri Hill地区の3地区で実施された。

(1) Buru Hill地区；ボーリング調査により、希土類元素、Y、Nb等の水平、垂直方向の濃集の状況を確認し、鉱床の経済的可能性を検討する。また、地質調査、トレンチ調査、ピット調査により、鉱化帯の平面的な規模、状況を確認する。

(2) Kuge-Lwala地区；地質調査・地化学探査及びトレンチ調査により、Kuge-Hillに賦存するフェロカーボナタイト岩体におけるY、Sm、Eu等の希土類元素の異常等（Kuge異常帯）、及びY、Yb等に富むLwalaの鉄質角礫岩（Lwala異常帯）の規模と性状を確認する。

(3) North & South Ruri Hill；地質調査、地化学探査により、Y、La、Ce等に高濃度異常を示すNorth Ruri Hillにおける2ヶ所、South Ruri Hillにおける1ヶ所合計3ヶ所の異常帯の規模及び性質を把握する。

1-3-3 調査方法

地質調査、地化学探査及びボーリング調査を実施した。調査内容を地区別にTable I-1-1に示す。

(1) 地質調査

3地区ともに地質精査を実施した。地質図の精度は、Buru Hillで縮尺1:2,000、Kuge-Lwala地区及びNorth & South Ruri Hill地区で縮尺1:5,000である。Buru Hillでは、ピット、トレンチ調査、Kuge-Lwala地区ではトレンチ調査も併せて行った。

(2) 地化学探査

Kuge-Lwala及びNorth & South Ruri Hill地区で実施した。ともにグリッド

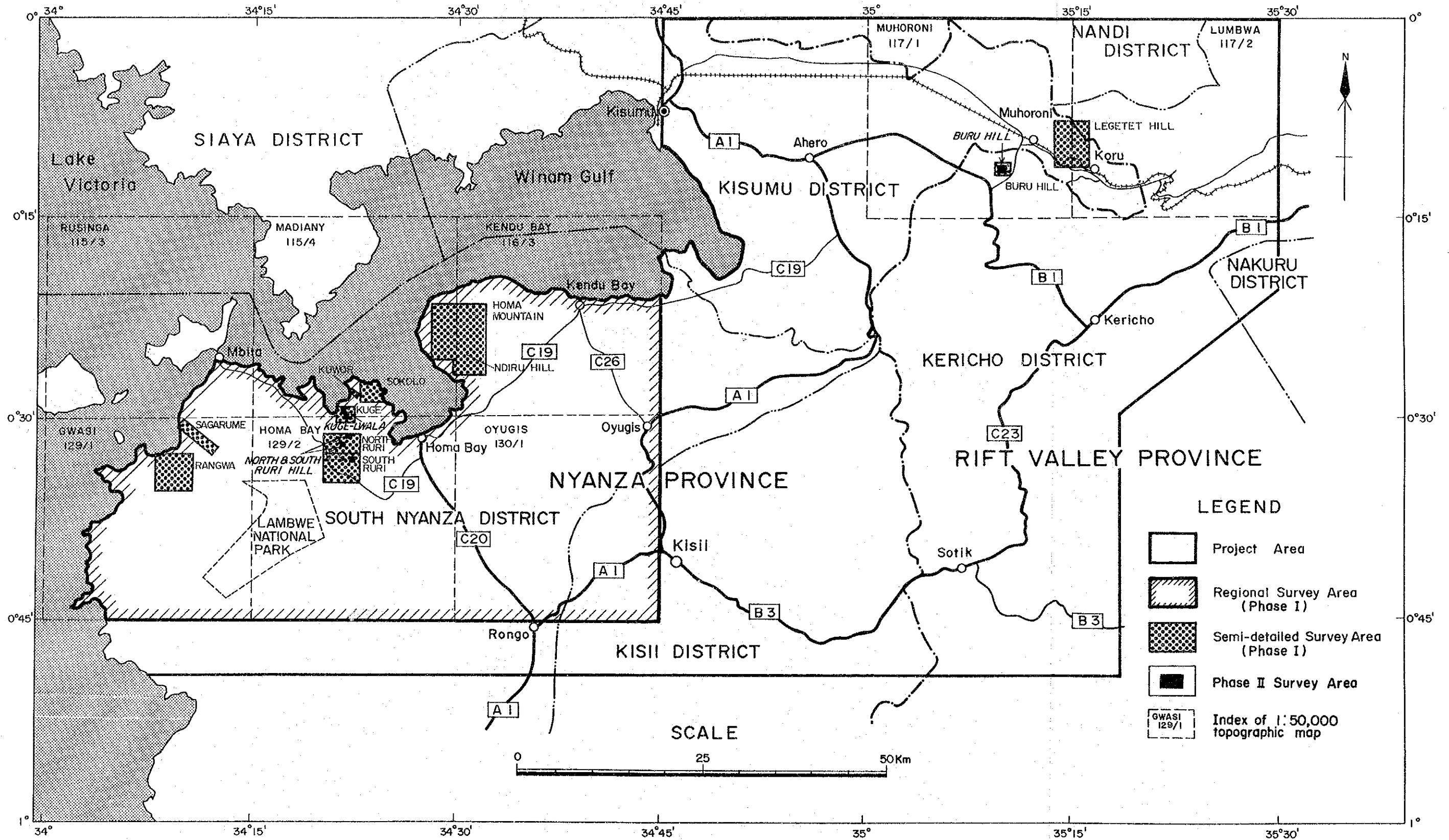


Fig.2 Location Map of Phase II Survey Area

サンプリングを行い、前者は、50×50mグリッド、後者は100×50mグリッドである。

(3) ボーリング調査

Buru Hillにおける鉱化帯で、120m間隔のグリッドボーリングを実施した。深度50mのボーリングが16孔、深度200mのボーリング孔が1孔、合計17孔、延長1,000mである。

ボーリング工法はワイヤーライン工法とし、2台の試錐機を用いた。

Table I-1-1 調査内容

地区名	調査内容	調査量
BURU HILL	地質調査(精査) ボーリング調査 トレンチ調査 ビット調査	面積 0.96km ² ルート長 19.0km 17孔 1,005.7m 10ヶ所 250m 5ヶ所
KUGE-LWALA	地質調査・地化探(精査) トレンチ調査	面積 1.10km ² 地化探試料数 261件 4ヶ所 320m
NORTH & SOUTH RURI HILL	地質調査・地化探(精査)	面積 1.68km ² 地化探試料数 324件
計	地質調査・地化探(精査) ボーリング調査 トレンチ調査 ビット調査	面積 3.74km ² 地化探試料数 590件 17孔 1,005.7m 14ヶ所 570m 5ヶ所

(4) 室内試験及び解析作業

上記の調査に付随して、各種の分析、室内試験を実施した。現地調査結果と分析・室内試験結果を総合して、解析作業が実施された。分析、室内試験の内容と数量をTable I-1-2に示す。

Table I-1-2 分析項目及び成分等

	数量
① 岩石薄片作成	20件
② 鉱石研磨片(研磨薄片)作成	12件
④ 化学分析 岩石 SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , T.Fe ₂ O ₃ , MnO, MgO, CaO, K ₂ O, Na ₂ O, P ₂ O ₅ , L.O.I. F (12成分)	40件 480成分
U, Th, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu (10成分)	210件
Nb, Sr, Y, Ba, Au (5成分)	3,150成分
⑤ 地化学探査試料 U, Th, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu (10成分)	590件
Nb, Sr, Y, Ba, P (5成分)	8,850成分
⑥ EPMA	10件

1-3-4 調査団の編成

本年次の調査に際し、調査の計画及び折衝、現地調査への参加者はTable I-1-3及びTable I-1-4のとおりである。

Table I-1-3 調査計画及び折衝

日 本 側	ケニア共和国側
林 歳彦 金属鉱業事業団	J.K. Wachira 鉱山地質局 F.K. Muruga 鉱山地質局 Isaac Onuonga 鉱山地質局

Table I-1-4 現地調査団

日 本 側	ケニア共和国側
渡部 春夫(団長・全般) 住鉱コンサルタント(株)	Isaac Onuonga (Co-Leader) 鉱山地質局
小沼 工(地質調査地化学探査) 住鉱コンサルタント(株)	William Okech (地質調査) 鉱山地質局
成田 勝栄(ボーリング調査) 住鉱コンサルタント(株)	Haron Onsomu Maragia (地質調査) 鉱山地質局
真鍋 猛広(ボーリング調査) 住鉱コンサルタント(株)	Adipo Komo (地質調査) 鉱山地質局
藤田 正明(ボーリング調査) 住鉱コンサルタント(株)	Peter Obiero (ボーリング調査) 鉱山地質局
	Joseph Ango (ボーリング調査) 鉱山地質局
	Chambega Sembe (ボーリング調査) 鉱山地質局

1-3-5 調査期間

現地調査団の日程の概略は次のとおりである。

調査計画及び準備	昭和63年6月16日	～昭和63年7月15日
移動及び現地打合わせ	昭和63年7月16日	～昭和63年7月21日(地質・地化探班)
	昭和63年7月30日	～昭和63年8月2日(ボーリング班)
現地調査(地質・地化探)	昭和63年7月22日	～昭和63年10月27日
(ボーリング)	昭和63年8月3日	～昭和63年10月27日
現地報告	昭和63年10月28日	～昭和63年11月1日
移動	昭和63年11月2日	～昭和63年11月4日
内業解析作業	昭和63年11月5日	～平成元年2月10日

第2章 調査地域の地理

2-1 地形及び水系

2-1-1 地形

本年次の調査地域は、東アフリカ・リフトバレーの分岐とされる Kavirondo Rift Valley (カピロンド地溝) 内にある。Kavirondo Rift は、ビクトリア湖 (標高 1,136m) の湖岸から東北東～東に伸びた幅 20～30km、長さ 200km に及ぶ規模を有している。

この Rift の西部はビクトリア湖岸の沖積層に覆われている部分と、カーボナタイト・アルカリ岩複合岩体からなる標高差の大きい (600～1,000m) 丘陵群から構成されている。North & South Ruri Hill 地区はその丘陵群の 1 つに属し、Kuge-Lwala は、丘陵群と沖積層の間の緩やかな丘陵地に位置する。

Kavirondo Rift の東部は、東方の第三紀の火山岩類によって形成された高原地帯につながる比高の小さいなだらかな丘陵と西側の沖積平野からなる。Buru Hill は、この沖積平野に接するなだらかな丘陵地であって、周囲の平坦地から孤立した比高約 70m の小丘である。

2-1-2 水系

Buru Hill 地区は、Kericho 高原の後背地の Mau 森林帯に源を発し、Kisumu 平野を西流して Victoria 湖に注ぐ大河 Nyando 川の中流の左岸にある。Buru Hill の北西方数 km の地点で Nyando 川に合流するその支流の Raragewit 川は、Buru Hill のすぐ東側を流れ、その支流は Buru Hill の南側に集まっている。これら Raragewit 川及びその支流には恒常的な水流がある。

North & South Ruri Hill 地区及び Kuge-Lwala 地区を含む Homa Bay の西方には規模の大きな河川は発達していない。平野部のみぞに降雨時に水流がみられるのみである。両地区の西側には、最大幅が 10km、長さ 30km に及ぶ Lambwe Valley (ランブエ谷) があるが、これも雨期又は降雨時以外には水流がない。

2-2 気候及び植生

2-2-1 気候

調査地域の気候は半乾燥気候で、年間降雨量 1,000 ないし 1,200mm、湿度 60% である。3月から5月ないし6月の「大雨期」と、11月～12月「小雨期」の2回の雨季がある。気温は年間を通じ殆んど変わらず、平均は 24℃ であるが時に最高気温は 40℃ にも上昇する。

2-2-2 植生

本地域は半乾燥気候地帯でサバンナに属し、また人口稠密なこともあり、一般に植生は貧弱である。North & South Ruri Hill及びKuge-Lwala地区の周囲の平野部は、大体トウモロコシ、きび、キャッサバ、綿花等の畑に利用されており、これ等の畑は、しばしばサイザル（麻を採取する龍舌蘭の一種）を境界としている。しかし、これらの土地はあまり肥沃ではなさそうである。Buru Hill付近の平坦地は大規模砂糖きび農場に全面的に利用されている。

一方、調査地区の3地区を含む多くのカーボナタイト・アルカリ岩センター丘陵部は草地で、疎らかなアカシア属の低木やユーフォルビア・サボテン、棘類の密生したブッシュを伴う。

第3章 一般地質

本プロジェクト地域 (Homa Bay 地域) のうち、North & South Ruri Hill 地区及び Kuge-Lwala 地区を含む初年度概査地域の地質概要図を Fig.3 に示す。

初年度概査地域は NE-SW 方向の大断層 (Kaniamwia 断層) によって2分される。この断層は、ケニアリフト中央部から西方に分岐する Kavirondo リフトの南西側境界をなす断層である。断層を隔てて西側は、第三紀から第四紀に至るアルカリ火成活動によるカーボナタイト、ネフェリナイト系の貫入岩～火山岩類、火山岩類の内座層として分布する基盤の花崗岩類、第四紀沖積層などで占められる。一方、断層の東側は、始生代のグリーンストーン火山岩類と堆積岩類 (Nyanza 系と Kavirondo 系)、貫入岩類、これら先カンブリア系を覆うネフェリナイト質火山岩類が分布する地域に分けられる。

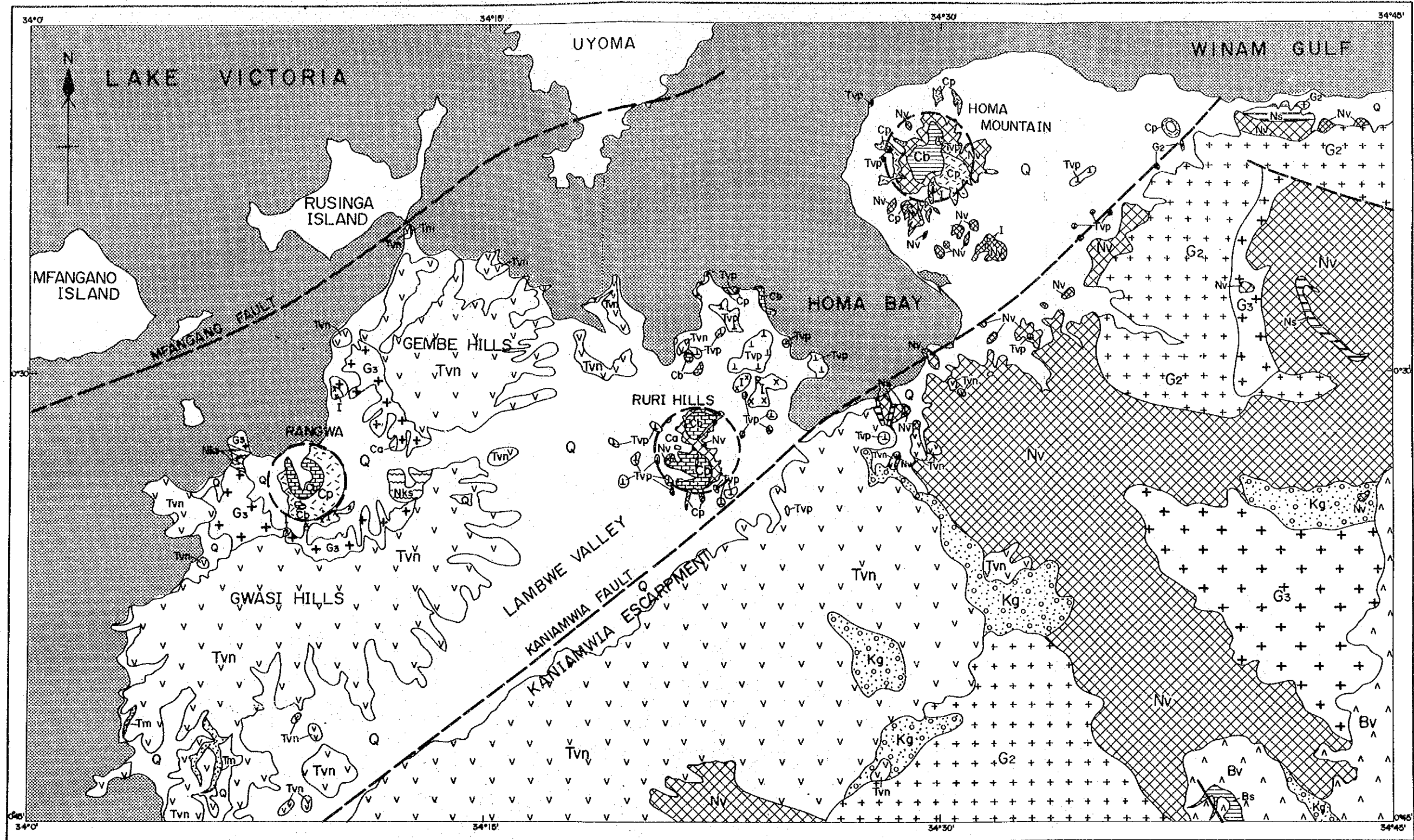
North Ruri Hill 及び South Ruri Hill (総称して Ruri Hill) は Homa Bay 地域に分布する3大カーボナタイト-アルカリ岩複合岩体の1つであり、沖積平野に穀立する双丘の典型的な円錐型岩床からなる山体である。

Homa Bay の西側の Wasaki 半島には、アイヨライト及び数ヶ所のカーボナタイトの分布が知られている。Kuge 及び Lwala はこれら分布域の南西端にある小カーボナタイト岩体である。

Buru Hill 周辺の地質は、基盤のモザンビーク変成岩 (従来 of Basement 系) の花崗岩質片麻岩、これを覆う第三紀中新世の石灰質堆積岩類、これに引き続く北東方に分布する Tindret 火山岩、南方のフォノライトなどからなる。

Kavirondo Rift の南限である Kaniamiwa 断層は Kendu 断層につながり、Buru Hill の南西方で不明となっている。

Buru Hill は、花崗岩質片麻岩に貫入したカーボナタイトにより形成されたものと考えられている。



LEGEND

Quaternary	Q Alluvium	BUKOBAN SYSTEM	NYANZIAN SYSTEM	INTRUSIVE ROCKS	Pre-Cambrian
Tertiary	Tvp Phonolites	Pre-Cambrian	Pre-Cambrian	Tertiary	G₃ Granitic rocks (Post-KAVIRONDIAN)
	Tvn Nephelinitic Volcanic rocks	Bs Sedimentary rocks	Nks Kaksingiri schists	Cp Calcareous Pyroclastic rocks	G₂ Granitic rocks (Post-NYANZIAN)
	Tm Sedimentary rocks	KAVIRONDIAN SYSTEM	Ns Metasediments	I Alkaline intrusives	Major faults
		Kg Conglomerate, sandstone	Nv Metavolcanic rocks		Carbonatite center

Fig. 3

Geological Map of the Homa Bay Area

第4章 調査結果の総合検討

4-1 調査結果の要約

(1) Buru Hill 地区

Buru Hillは、カーボナタイトの貫入により形成されたドーム状の小丘であり、カーボナタイト塊状岩体と、その上にルーフ状に産する鉍化基盤岩からなる。鉍化帯の平面的広がり、丘のほぼ全域に及び(面積約0.2km²)、希土類元素、Y、Nb等の鉍化が地表化200mまで連続することが確認された。鉍化帯はほぼ現在の地化水位面(海拔1,295m)を境とし上部の酸化帯と下部の還元帯に分けられ、上部に二次富化作用が認められる。

ボーリングコア分析結果から、地表下50mまでの平均品位は、La+Ce+Nd: 1.93%、Sm+Eu+Tb: 0.036%、Yb+Lu: 0.0037%、Nb: 0.095%、Y: 0.065%と推定される。

(2) North & South Ruri Hill 地区

North Ruri Hill 2ヶ所、South Ruri Hill 1ヶ所の地質・地化探精査から、希土類元素及びYは、カーボナタイトコンシートの縁辺部に産出するフェロカーボナタイトに濃集することが確認された。各地区で希土類元素、Yの濃集する地化学異常帯が把握されたが、その規模、品位とも劣勢である。

(3) Kuge-Lwala 地区

Kuge Hillに分布するフェロカーボナタイトは、最大幅60m、延長600m以上の岩脈状の産状を示し、その分布域は、Th、Y、La+Ce+Nd(最高2.7%)及び希土類元素の異常帯を総括する主成分分析の第1主成分の異常帯と一致する。岩脈の規模が大きいことと、分析値が高いことが注目される。

Lwala地区ではカーボナタイト起源と推定される鉄質角礫岩分布域に、Y、La+Ce+Nd、Euの地化学異常帯が抽出された。しかし、鉄質角礫岩は噴出相と判断され、その厚さが薄く、希土類元素の含有量も他地区と比べかなり低い。

4-2 地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制

(1) 地質構造

North & South Ruri Hill、Kuge-Lwala及びBuru Hill地区の3ヶ所のカーボナタイトを含むケニア西部のカーボナタイトはすべて、Kavirondo地溝帯に分布する。この地溝帯がカーボナタイトを規制する第1級の構造である。

North & South Ruri Hill地区: ドームを形成する2つのカーボナタイト・アルカリ岩複合岩体がコンシート(円錐型岩床)状に貫入する。貫入岩体の上部及び周辺

は岩床群で中心部は塊状岩体である。フェロカーボナタイトは貫入岩体の周辺部に岩床～岩脈群として産し、カーボナタイト岩体の中央部に向かって傾斜する。

Kuge-Lwala 地区：Kuge Hill は、Ruri Hill のカーボナタイト貫入岩体に比べて規模の小さなコーンシートで、アルピカイト、フェロカーボナタイトが半環状に分布する。これは、コーンシート貫入岩体の最上部に相当する。フェロカーボナタイトはアルピカイトの外側に南北方向の岩脈群として分布し、西側に急傾斜する。西方及び北方延長部は、アルピカイトを取り巻くように分布する可能性がある。Lwala では主なカーボナタイトは噴出相（鉄質角礫岩）である。

Buru Hill 地区：潜頭性の小カーボナタイト貫入岩体とそのルーフの破碎基盤岩からなる。カーボナタイト岩体の上部はコーンシート、下部は塊状岩体である。カーボナタイトの上部と破碎基盤岩に鉍脈が多数発達する。

(2) 鉍化作用の特性

3 地区に共通してみられる特性として、Nb、P に乏しいこと、更に Buru Hill では、Ba、F に著しく富むことが把握された。これらはアルカリ岩-カーボナタイト複合岩体におけるカーボナタイト浅所相の一般的特性と等しい。

二次富化作用は、North & South Ruri Hill 及び Kuge-Lwala 地区では認められない。両地区では新鮮なカーボナタイトが直接露出している。これは貫入の時代が若く、侵食が十分カーボナタイトの深部に達していないためである。一方、Buru Hill では、更にカーボナタイトの侵食レベルが浅く、鉍化した基盤岩がルーフ状にカーボナタイトを覆っている。鉍化基盤岩中に二次富化作用が認められるが、カーボナタイト本体には及んでいない。

(3) 鉍化規制

カーボナタイトの本体に二次富化作用が及んでいないため、本来、REE、Y 等に富む岩相が相対的高品位部となる。North & South Ruri Hill 及び Kuge-Lwala の両地区では、フェロカーボナタイトの分布が鉍化を規制する主要な要因である。

Buru Hill では、フェロカーボナタイトの出現頻度が低い。カーボナタイト塊状岩体の直上に分布し、カーボナタイトに関連する様々な鉍脈が著しく発達し、更に二次富化をうけた基盤岩部に REE、Y、Nb の濃集がある。

4-3 希土類鉍物鉍床賦存のポテンシャル

地質調査、地化学探査、ボーリング調査を総合すると、Buru Hill における REE 鉍床賦存のポテンシャルが最も高く、Kuge-Lwala 地区の Kuge Hill におけるフェロカーボナタイト分布域がこれに次ぐ。

North & South Ruri Hill地区の3ヶ所の調査地及びLwala鉍微地のポテンシャルは高くないものと判断される。

4-4 地化学異常と鉍化作用との関係

North & South Ruri Hill地区、Kuge-Lwala地区では、地化学探査の分析成分を代表して、Nb、Y、Th、La+Ce+Nd、Eu、Ybの7成分について地化学異常帯の抽出を行い、また、主成分分析の第1主成分のスコア及び γ 線強度の異常帯の抽出を行った。

各調査地区とも、その地区の鉍化の特性に対応する異常帯が抽出された。Th、La+Ce+Nd、Eu、Yb等の異常帯がその主要なものである。これら各成分の異常帯は、ほぼ同一地域内に分布するが、その広がりは一様でない。これら一様でない各成分の異常帯を総合(要約)し、REEの鉍化を示す成分として、第1主成分のスコアの異常帯が最も有効である。これは同時に、Th及び γ 線の異常帯も総括する。

第1主成分スコア異常帯は、両地区ともREEやYに富むフェロカーボナタイト又は同質岩(Lwalaの鉄質角礫岩)の分布に一致し、カーボナタイトにおける鉍化を表わす良い示標である。

Buru Hillにおいては、ボーリングコアの分析結果と、初年度の地化学探査結果との対応性は低い。この鉍化帯では、地表から深部に向かって岩相の変化が激しい(様々な鉍化物質が錯綜して出現)ことが、対応性の低さの原因と考えられる。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

5-1-1 North & South Ruri Hill 地区

地質・地化学探査を実施した3地区はともに、Ruri Hillカーボナタイトコンシートの(円錐型岩床)の縁辺部にあり、鉍化作用は、フェロカーボナタイト岩脈群または、同質角礫岩帯の分布に規制される。

地化学探査から、3地区ともフェロカーボナタイト岩脈を覆う、Y、Th、及びREEの異常帯が検出された。これらの異常帯における特性は、North Ruri Hill北部地区では、中～重希土に富むこと、North Ruri Hill南部地区では軽希土に富むこと、South Ruri Hill地区では、やや軽希土に富むことである。

地質および地化探の結果を総合すると、各地区ともフェロカーボナタイト岩脈のまとまりが悪く、鉍化帯の規模及び強度ともに劣勢であることから、REEに富む優勢な鉍化帯の存在する可能性は低いものと判断される。

5-1-2 Kuge-Lwala 地区

Kuge地区：Kuge Hillカーボナタイトコンシートの東端部に、最大幅60m(平均40～50m)で南北に600m以上連続するフェロカーボナタイト岩脈が分布する。この岩脈を覆うように、Y、Th、La+Ce+Nd、Eu、Ybの異常帯が分布し、岩脈はNdに富む性質を示している。岩脈の規模が大きく、地化学異常帯と一致することから、優勢なREE鉍床の賦存の可能性がある。

Lwala地区：初年度の調査から希土類鉍床賦存が期待された鉄質角礫岩は、カーボナタイトの噴出相であり、層厚は薄い。この角礫岩を覆う、Y、La+Ce+Nd、Eu等の地化学異常帯が狭い範囲に認められる。しかしこの帯の岩石のREEの含有量は低く、特に軽希土の富化が少ない特徴を持つことなどから、この鉄質角礫岩体に有望な鉍化帯が分布する可能性は低いものと判断される。

5-1-3 Buru Hill地区

Buru Hillのカーボナタイトは、潜頭性の貫入岩体であり、その上にルーフとしての破碎基盤岩を有している。このカーボナタイトは、Ba、Fに富み、Nb、Pに乏しいなど浅所貫入相の特徴をもつ。

地質及びボーリング調査により、鉍化帯はBuru Hillのほぼ全域に及び、地表下200mまで連続することが確認された。鉍化帯は、地下水位面を境とし、上部の酸化帯(風化帯)

と下部の還元帯（新鮮帯）に分けられ、酸化帯に二次富化作用が認められる。

還元帯における希土類元素、Yを含む鉱物は、バストネサイト、シンチサイト、パリサイト等の弗素（F）を含む炭酸塩鉱物であり、ニオブ鉱物は、パイロクロアである。一方、酸化帯におけるこれらの元素の賦存状況は充分には解明されていない。

地表下50mまでの平均品位は、La+Ce+Nd：1.93%、Sm+Eu+Tb：0.036%、Yb+Lu：0.0037%、Nb：0.095%、Y：0.065%と推定される。希土類元素の濃集が顕著で、有望な鉱化帯として期待される。

Buru Hillの南方に、基盤の低い盛り上がり部があり、珪化した破砕片麻岩が分布する。下部に別のカーボナタイト潜在プラグが存在する可能性がある。

5-2 第3年次調査への提言

第2年次の調査結果にもとづき、Buru Hillにおける鉱化帯及びKuge-Lwala地区におけるKuge Hillのフェロカーボナタイト分布域をカーボナタイト鉱床賦存の有望地区として抽出した。両地区ともにボーリングによる探鉱と鉱物試験が望ましい。

(1) ボーリング調査

Buru Hill

鉱化帯の範囲を確認し、鉱化帯下部の鉱況を確認するためのボーリング調査。

Buru Hillの南部に存在する可能性のある潜在カーボナタイトプラグを探索するボーリング調査。

Kuge Hill

フェロカーボナタイト岩脈の北方及び南方延長部の確認と岩脈下部の鉱況の確認。

(2) 鉱物試験

Buru Hill

地表風化帯、二次富化帯及び深部の初生鉱化帯での希土類鉱物賦存の状況を把握し、鉱石から希土類元素、Y等の回収の方法を検討するための試験。

Kuge Hill

フェロカーボナタイト岩脈における希土類鉱物の賦存状況を確認するための試験。

第 II 部 各 論

第Ⅱ部 各 論

第1章 North & South Ruri Hill地区

1-1 調査方法

1-1-1 概要

North Ruri北部地区、North Ruri南部地区及びSouth Ruri地区の3地区、合計1.68 km²に対して地質調査と地化学探査の精査が実施された。各地区ごとに100m間隔の調査測線が設けられ、測線踏査及び100m×50mグリッドでサンプリングが行なわれた。また、地質調査と地化学探査に併行して、カーボナタイトの γ 線放射能強度が測定され、鉱化との関係が考察された。調査、解析結果は、調査手法ごとに縮尺1:5,000の図面にまとめられ、地質構造、地化探結果が総合的に対比検討され、有望地域の選出が行なわれた。

1-1-2 地質調査

ケニア測量局 (Survey of Kenya) 刊行の縮尺1:50,000の地形図 (Madiany ; 115/4、Homa Bay ; 129/2) を写真延図により拡大した縮尺1:5,000の地形図を基本図とした。野外調査は、地化学探査用に設定した100m間隔の測線上で主に行なわれ、縮尺1:5,000のルートマップの作成、各地区の代表的岩石の標本試料の採取、重要露頭のスケッチ及びカラー写真撮影が行なわれた。結果は、縮尺1:5,000の地質図、同断面図に総合された。

1-1-3 地化学探査

(1) 試料採取

地質調査と並行し、100m間隔の測線上で50m間隔に設けられた100×50mグリッドの格子点で行われた。試料採取地点は、トラコン又はクリノコンパス及び50m間縄を使用した簡易測量により決定された。

試料は岩石試料とし、測点付近の露頭から採取したが、露頭が存在しない場合は現地性と思われる転石を採取した。現地性の転石のないところ、雑多な岩石種からなる山麓の転石帯及び耕作地では試料採取を行わなかった。

(2) γ 線放射能強度の測定

測定は地化学探査の試料採取点と同一地点で、同一測定器で実施された。試料採取と同時に測定を行った測線と後日行った測線がある。各地区に定点を設け、測定日は測定開

始前、終了後の2回定点観測を行い測定値の日変化の補正を行った。測定器は、カナダEDA社製 Differential Spectrometer GRS-500である。測定結果は地化学探査の分析結果と併せて解析された。測定方法は10秒間の累積全ガンマ線量を1秒間の値に換算して表示された値を3回読み取り、その平均値を測定値とした。

(3) 分析

分析成分は、希土類元素8種 (La、Ce、Nd、Sm、Eu、Tb、Yb、Lu) にY、Nb、U、Th、Sr、Ba、Pを加えた15成分である。各元素の検出限界はTable II-4-4のとおりである。

分析結果において、検出限界以下及び検出上限以上の試料が存在するため統計解析上これらの試料の分析値として、下記のようにして便宜的に分析値を与えた。

Nd、Lu、U、Th、Nbの5元素は、検出限界以下の試料の値を検出限界の1/2として統計解析を行った。各元素における検出限界以下の試料の占める割合は、Uを除き数%以下であるため、統計値にさほど大きな影響を与えないものと考えられる。検出限界よりも大きな値であるにもかかわらず、分析値に不等号 (<) のついた値に対しては一括して検出限界以下の値と同様に扱った。La、Ceの2元素では、検出上限を越える値 (共に10,000ppm以上) を持つ試料が認められた。CeとLaは相関係数が0.9以上と非常に高いため、Ceの10,000ppm以上の値は、Laの値から推定して便宜的に数値を算出した。Laの場合は、同様にNdの値から算出した。

(4) データ解析

各地区ごとに、単一変量統計解析、相関分析、主成分分析を行い、またコンドライトによる規格化REEパターン図の作成を行った。また、後述のKuge-Lwala地区における2地区の試料を含めて、地化学探査の解析対象グループとして全地区を設け、同様の解析を行った。

単一変量統計解析

各元素の標準統計量及びシキイ値を、解析対象地区ごとに表に示した。分析された15成分及びγ線放射能測定結果は、すべて対数正規分布を示すことから、解析に際しては、原データをすべて対数に変換して諸計算を行った。

シキイ値の決定には、大津ほか (1983) 及び大津 (未発表資料) の手法を用いた。

相関分析

各解析地区ごとに、全分析値および観測値について、2成分の相関係数を算出し表示した。

主成分分析

各解析地区ごとに主成分分析を実施し、第1主成分から第4主成分までの解析要素を表

示した。

コンドライトによる規格化REEパターン図

各解析地区ごとにパターン図の作成を行った。規格値 (normalizing values) としては Masuda et.al.(1973) の値を用いた。

(5) 結果の表示

本年度の主成分分析の結果及び第1年次の解析結果から、カーボナタイトにおける希土類元素及びその他の分析成分の性質と挙動を考慮して、累積頻度分布図とヒストグラム、シキイ値解析及び濃度分布図は、単一変量解析における、P、Nb、Y、Th、La+Ce+Nd、Eu、Ybと主成分分析における第一主成分及びγ線放射能測定の場合9成分に限定して示した。

コンドライトにおけるREE規格化パターンは、主成分分析の結果から、REEの濃集を表す第1主成分のスコアの高い順6試料について図示した。

Table II - 1 - 1 Analytical Method of Geochemical Samples

Element Unit	DESCRIPTION	METHOD	DETECTION LIMIT	UPPER LIMIT
Ce ppm :	Trace Level	NAA	2	10000
Eu ppm :	Trace Level	NAA	0.5	100.0
La ppm :	Trace Level	NAA	1	1000
Lu ppm :	Trace Level	NAA	0.1	500
Nd ppm :	Trace Level	NAA	5	1000
Sm ppm :	Trace Level	NAA	0.1	500
Tb ppm :	Trace Level	NAA	0.1	1000
Th ppm :	Trace Level	NAA	1	1000
U ppm :	Gamma counting	NAA	1	10000
Yb ppm :	Trace Level	NAA	0.1	1000
P % :	HClO ₄ -HNO ₃ digestion	COLORIMETRIC/ICP	0.010	100.0
Sr ppm :	HClO ₄ -HNO ₃ -HF digestion	AAS	1	10000
Ba ppm :	HClO ₄ -HNO ₃ -HF digestion	AAS	10	10000
Y ppm :		XRF	5	10000
Nb ppm :		XRF	5	10000
NAA :	Newtron activation analysis ,		XRE : X-ray fluorescent analysis	
AAS :	Atomic absorption spectrometric analysis ,		XCP : Induced coupled plasm analysis	