

ケニア共和国ケリオバレー地域
資源開発協力基礎調査報告書

第2年次

JICA LIBRARY



1029504E6J

昭和59年12月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 4. 30	407
登録No. 11419	66.1
	MPN

は し が き

日本国政府はケニア共和国政府の要請にこたえ、同国の北西部に位置するケリオバレー地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質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59年度が第2年次にあたり、金属鉱業事業団は3名の調査団を編成して、昭和59年7月13日から昭和59年9月22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諸機関、特にケリオバレー開発公社及び環境・天然資源省鉱山地質局の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は第2年次の調査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御協力をいただいたケニア共和国政府関係者ならびに外務省、通商産業省、在ケニア日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和59年12月

国際協力事業団

総裁 有田圭輔

金属鉱業事業団

理事長 西家正起

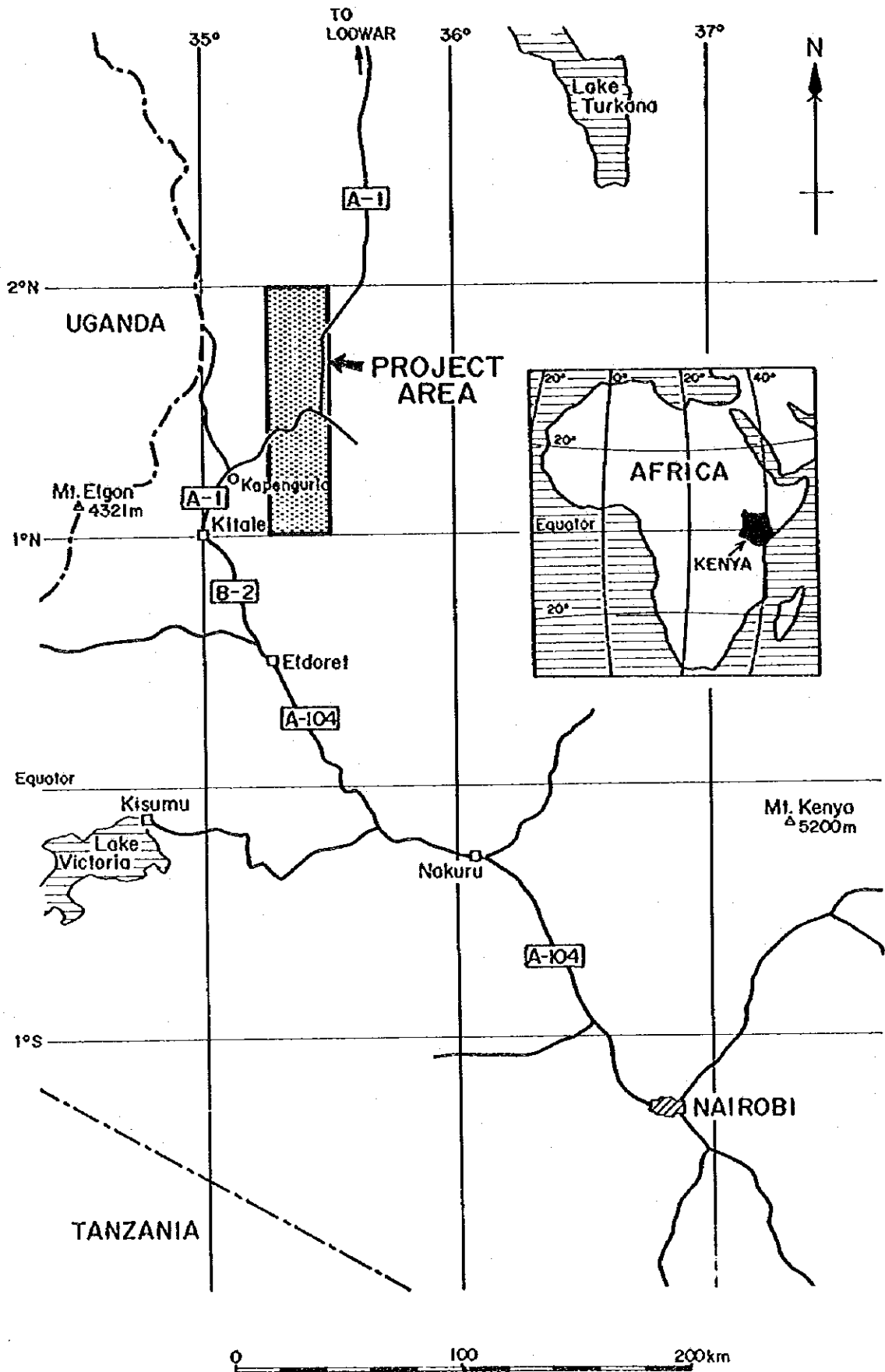


Fig. 1 Location Map of The Project Area

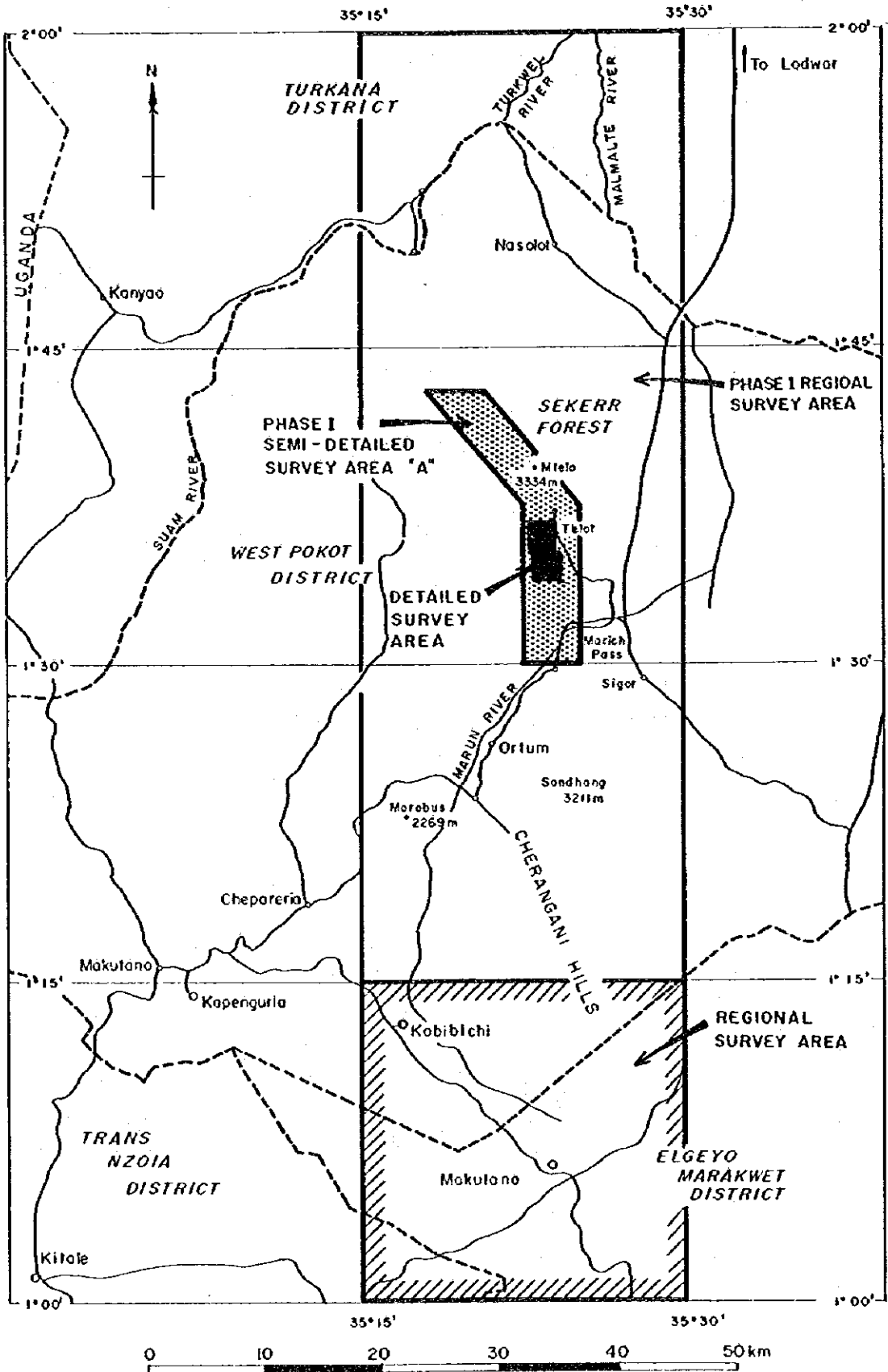


Fig. 2 Location Map of Phase II Survey Area

要 約

ケニア共和国ケリオバレー地域における第2年次調査は、地質調査・地化学探査の概査と精査が実施された。概査は、面積 770km²の区域を対象とし、地質構造と地化学特性等を総合的に考察することにより、鉱床賦存有望地区を抽出すること、精査は、第1年次調査により抽出された Telot地区 (面積10km²) のニッケル及び金の鉱化作用を明確にして、鉱床の規模及び形態を明らかにすることをそれぞれ目的とした。

調査地域は、アフリカ大地溝帯 (リフトバレー) の東部地溝の西側の地塊山地にあり、モザンビーク造山帯に属している。地質は、角閃岩相に属する先カンブリア紀のモザンビーク変成岩及びこれを買く貫入岩類からなり、南北性の顕著な構造パターンを呈している。

概査区域の地質は、主として泥質～砂質堆積岩起源及び塩基性火山岩起源の片麻岩類・珪岩等からなり、NNW-SSE～N-S系の転倒褶曲群に規制される。また、区域の北東部に、これらの岩石を買いて小規模な花崗岩と花崗閃緑岩の岩脈または岩株が分布し、局部的にスカムや珪化帯が認められる。しかし、有用金属の顕著な鉱化作用は認められなかった。本区域の鉱床としては、区域の東部に、地域住民による小規模な砂金の採取地があるのみである。これは、品位・鉱量ともに乏しく、これ以上の発展性はほとんどないものと判断される。

精査区域の地質は、主として塩基性火山岩起源の変成岩類及びこれに貫入した超塩基性岩からなる。超塩基性岩は、この変成岩の中央部にあるN-S方向の向斜褶曲の軸部に沿って貫入したものであり、蛇紋岩や滑石片岩に変わっている。この向斜軸部、特に蛇紋岩・滑石片岩の分布域には多数の断層が発達し、構造帯となっている。一方、この蛇紋岩にはレンズ状クロム鉄鉱鉱床、珪ニッケル鉱鉱床、原地残留砂金鉱床が存在する。珪ニッケル鉱鉱床は、蛇紋岩の風化による残留鉱床で、蛇紋岩体の中の4ヶ所にまとまった鉱化帯が認められる。ケニア鉱山地質局による鉱量計算は、推定鉱量；約 500万トン (ニッケル品位は1%を僅かに上回る)、予想鉱量；約 1,400万トン (ニッケル品位 0.7%) であり、本調査における地表地質調査・鉱石分析結果から妥当なものと判断される。砂金鉱床は、蛇紋岩体の中央部に南北方向に発達した珪化帯中にあり、玉髄質石英脈と成因的關係を有する可能性を示している。珪化帯の広さは、南北 2 km、東西 350m前後で、この中の高品位部の金の含有量は、地化学探査結果や、探掘者の話から 1 g/T程度と推定されるが、

その範囲は1ヶ所数10m以内で頻度も高くない。クロム鉄鉱鉱床は、過去の調査により鉱量が、確認及び推定鉱量併せて8,400トン、品位48%Cr₂O₃と計算され、鉱量が少ないことから経済性が低いと判断されている。

地化学探査は、概査区域では709件の河床堆積物が採取され、Au・Cr・Cu・Zn・Fの5成分が分析された。この結果、鉱化作用に起因すると考えられる地化学異常帯として、Kipnai-Au異常帯(Au:0.03~1.30ppm)のみが抽出された。この異常帯は、小規模な砂金採取地となりうる可能性を有している。

精査区域の地化学探査は、607件の土壌試料が採取され、Au・Ni・Crの3成分が分析された。この中でAuとNiは、既知の鉱床・鉱徴をよく反映した地化学異常を示したが、Crについては異常帯が検出されなかった。これらの成分の中で、Auの異常値・高後背値(0.01~0.75ppm)は、南北2km、東西350mの範囲にその大部分が分布し、明瞭な南北性を示す異常帯を形成している。この範囲は珪化帯の範囲と重なり、その北半部は地域住民による砂金採取地となっている。したがって、南半部も新たに砂金採取地となりうる可能性を有するものと判断される。

以上の結果を総合的に判断した結果、(1)概査区域では、更に高次の探鉱を続けるべき有望な鉱化帯が認められない、(2)精査区域Telotのニッケル鉱床は、低品位で、鉱量に乏しく、現時点では経済的価値は低い、(3)Telotの金鉱床も、品位が低く、高品位部のまともりが悪いことから、組織的な鉱業に向かず、現在の形態で地域住民による探鉱を続けることが望ましいと判断される。なお、珪化帯の南部も、現在の探掘域と同程度の砂金探掘域になりうる可能性がある。

目 次

はしがき	
位置図	
要 約	
第1章 序 論	1
1-1 調査目的	1
1-2 調査内容	1
1-3 調査団の編成	3
第2章 一般地理	5
2-1 位置・交通	5
2-2 地 形	5
2-3 気候・植生	6
第3章 地質調査	9
3-1 調査方法	9
3-2 概査区域地質	9
3-2-1 地質概要	9
3-2-2 モザンビーク変成岩類	16
3-2-3 貫入岩類	23
3-2-4 変成作用	26
3-2-5 地質構造・地史	27
3-3 精査区域地質	30
3-3-1 概 説	30
3-3-2 モザンビーク変成岩類	33
3-3-3 貫入岩類	34
3-3-4 地質構造	37
3-4 鉱床・鉱徴	40
3-4-1 概査区域	40
3-4-2 精査区域	42

第4章 地化学探査	69
4-1 概説	69
4-1-1 調査概要	69
4-1-2 試料の採取と調整	69
4-1-3 分析方法	70
4-1-4 データ処理	70
4-2 概査区域地化学探査	71
4-2-1 標準統計量及び頻度分布	71
4-2-2 指示元素間の相関	71
4-2-3 シキイ値の設定	71
4-2-4 地化学異常の検討	72
4-3 精査区域地化学探査	74
4-3-1 標準統計量及び頻度分布	74
4-3-2 指示元素間の相関	75
4-3-3 シキイ値の設定	75
4-3-4 地化学異常の検討	76
第5章 結論	95
5-1 概査区域	97
5-2 精査区域	97
参考文献	99

LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. 1 Location Map of the Project Area
- Fig. 2 Location Map of Phase II Survey Area
- Fig. 3-1 Geological Map of Phase I Survey Area
- Fig. 3-2 Geological Map and Sections, Regional Survey Area
- Fig. 3-3 Generalized Geological Columnar Section of Survey Area
- Fig. 3-4 Diagrams from Results of Whole Rock Analysis
- Fig. 3-5 Lineaments from Landsat False Colour Image
- Fig. 3-6 Geological Map and Sections, Detailed Survey Area
- Fig. 3-7 Mineral Occurrence, Regional Survey Area
- Fig. 3-8 Geological Sketch of J-14 Trench
- Fig. 3-9 Geological Sketch of L-18 Trench
- Fig. 3-10 Geological Sketch of M-16 Trench
- Fig. 3-11 Geological Sketch of L-14 Trench
- Fig. 3-12 Geological Sketch of R-18 Trench
- Fig. 3-13 Geological Sketch of FF-31 Trench
- Fig. 3-14 Generalized Profile of Telot Garnierite Deposit
- Fig. 3-15 Nickel Ore Bodies and Location of Pits and Trenches
- Fig. 3-16 Geochemical Anomalies in the Telot Area (After New Consolidated Gold Field Ltd.)
- Fig. 4-1 Histograms for Analytical Elements
- Fig. 4-2 Histograms for Cr by Parent Rocks, Detailed Survey Area
- Fig. 4-3 Histograms for Ni by Parent Rocks, Detailed Survey Area
- Fig. 4-4 Cumulative Frequency Distribution Diagrams for Analytical Elements, Regional Survey Area

- Fig. 4-5 Cumulative Frequency Distribution Diagrams for Analytical Elements, Detailed Survey Area
- Fig. 4-6 Cumulative Frequency Distribution Diagrams for Cr by Parent Rocks, Detailed Survey Area
- Fig. 4-7 Cumulative Frequency Distribution Diagrams for Ni by Parent Rocks, Detailed Survey Area
- Fig. 4-8 Scatter Diagrams, Regional Survey Area
- Fig. 4-9 Scatter Diagrams, Detailed Survey Area
- Fig. 4-10 Histogram for Parent Rocks of Soil Samples with Gold Content over Detection Limit, Detailed Survey Area
- Fig. 4-11 Geochemical Anomaly Map, Regional Survey Area
- Fig. 4-12 Interpretation Map for the Result of Geochemical Survey, Detailed Survey Area

LIST OF TABLES

- Table 1-1 Outline of Geological Works and Geochemical Survey
- Table 1-2 Laboratory Works Carried Out
- Table 3-1 Geological Succession and Economic Minerals, Kenya (after Pulfrey et al., 1969)
- Table 3-2 Summary of Exploration Work for Telot Cr, Ni, Au Deposits
- Table 3-3 Result of Chemical Analysis for Telot Au Deposit
- Table 3-4 Result of Chemical Analysis of Nickel Ore
- Table 3-5 Statistic Value of Analytical Elements
- Table 3-6 Correlation Coefficients
- Table 3-7 Average Grade of Nickel Ore Body
- Table 4-1 List of Geochemical Samples
- Table 4-2 List of Detection Limits and Assay Method
- Table 4-3 Content of Elements in Rocks

- Table 4-4 Statistic Values of Analysed Elements, Regional Survey Area
- Table 4-5 Correlation Coefficients, Regional Survey Area
- Table 4-6 Thresholds and Classification of Anomalous Values, Regional Survey Area
- Table 4-7 Statistic Values of Analysed Elements, Detailed Survey Area
- Table 4-8 Statistic Values of Cr by Parent Rocks, Detailed Survey Area
- Table 4-9 Statistic Values of Ni by Parent Rocks, Detailed Survey Area
- Table 4-10 Correlation Coefficients, Detailed Survey Area
- Table 4-11 Correlation Coefficients between Cr and Ni by Parent Rocks, Detailed Survey Area
- Table 4-12 Thresholds and Classification of Anomalous Values, Detailed Survey Area

LIST OF APPENDICES

- Photo A-1 Microphotograph of Thin Section
- Photo A-2 Microphotograph of Polished Section
- Table A-1 Microscopic Observations (Thin Section)
- Table A-2 Microscopic Observations (Polished Section)
- Table A-3 X-Ray Diffractive Analysis
- Table A-4 Result of Chemical Analysis (Rock)
- Table A-5 Result of Chemical Analysis (Geochemical Samples)
- Fig. A-1 - A-30 Geological Sketch of Pit

LIST OF PLATES

Plate 1	Geological Map and Sections, Regional Survey Area (Cherangani)	1: 50,000
Plate 2-1	Geological Map (Northern Part), Detailed Survey Area	1: 2,500
Plate 2-2	Geological Map (Central Part), Detailed Survey Area	1: 2,500
Plate 2-3	Geological Map (Southern Part), Detailed Survey Area	1: 2,500
Plate 3	Geological Sections, Detailed Survey Area	1: 2,500
Plate 4	Geological Map, Detailed Survey Area	1: 5,000
Plate 5	Geological Sections, Detailed Survey Area	1: 5,000
Plate 6	Location Map of Mineral Occurrence, Regional Survey Area	1: 50,000
Plate 7	Geochemical Anomaly Map, Regional Survey Area	1: 50,000
Plate 8	Interpretation Map for the Result of Geochemical Survey, Detailed Survey Area	1: 5,000
Plate 9	Location Map of Geochemical Samples, and Tested Samples, Regional Survey Area	1: 50,000
Plate 10	Location Map of Geochemical Samples, Tested Samples, Pits and Trenches, Detailed Survey Area	1: 5,000

第1章 序 論

1-1 調査目的

ケニア共和国ケリオバレー地域において実施している資源開発協力基礎調査は、同地域において地質区分を明確にし、鉱物資源有望地区を抽出することを目的としている。

第2年次の調査に当たる本年度の調査は、第1年次の調査によって鉱物資源賦存の可能性の高い区域として選びだされた Telot地区 (10km²) での地質調査・地化学探査の精査と、初年度概査区域の南方隣接地域 (770km²) での地質調査・地化学探査の概査からなる。

調査の重点課題は、概査区域では地質構造と鉱化作用との関連性、地化学特性等を総合的に考察することにより、調査地域における鉱床賦存有望地域を抽出することであり、精査区域では、ニッケル及び金の鉱化作用を一層明確にして、鉱床の規模及び形態を明らかにすることである。

1-2 調査内容

調査の概要をTable 1-1に、室内試験試料の数量をTable 1-2に示す。

本年度の調査は、地質調査と地化学探査からなり、概査区域と精査区域に分けられる。

概査区域は、初年度概査区域の南方隣接地に相当し、面積は770km²である。本区域での調査は、縮尺1:50,000の地質図作成と、河床堆積物を対象とした地化学探査が実施された。

精査区域は、初年度の準精査A地区から抽出された面積10km²の区域で、地化学探査の範囲3km²を含んでいる。本区域の調査は、金及びニッケル鉱床を対象としたものであり、地質調査は、縮尺1:2,500の地質図の作成と鉱化部におけるピット及びトレンチの調査からなる。また地化学探査は、50m×100m間隔で設定されたグリッドの格子点で採取した土壌試料を対象として実施された。

これらの調査は、日本人地質技師3名及びケニア人地質技師4名によって行われた。

現地調査期間中の拠点となるベースキャンプはKitaleの郊外に設置され、精査区域の調査は、同地域に近接したMbaara部落内に設けたサブキャンプから行われた。概査区域の調査は、前半は、Kitaleベースキャンプからの日帰り、また後半は、区域の西北部のKabichi-chiにあるWest Pokot郡長の宿舎を利用させて頂き行った。

Table 1-1 Outline of Geological Works and Geochemical Survey

Area	Outline of Works
Regional Survey Area	Area covered : 770 km ² Length surveyed : 260 km
Detailed Survey Area	Area covered : 10 km ² Length Surveyed : 64 km Excavation Works Trenching : 100 m (Total length) 150 m ³ (Total volume) 6 Locations Pitting : 60 m (Total length) 150 m ³ (Total volume) 30 Pits

Table 1-2 Laboratory Works Carried Out

Item	Elements Analysed	Amounts
Geochemical samples		
(1) Stream sediment (Regional Survey Area)	Au, Cu, Zn, F, Cr	709
(2) Soil (Detailed Survey Area)	Au, Ni, Cr	607
Chemical analysis		
(1) Rocks (Whole rock analysis)	SiO ₂ , TiO ₂ , FeO, Fe ₂ O ₃ MgO, CaO, K ₂ O, BaO, MnO Na ₂ O, Al ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ , LOI	5
(2) Mineralized Materials		
For Nickel Mineralization	Ni, Co, Cr, Fe, SiO ₂ MgO	50
For Gold Mineralization	Au, Ag	20
Thin Section of rock		30
Polished Section of ore		10
X-ray diffraction		11

地質調査の整理作業は、Kitaleのベースキャンプで行われ、地化学試料は、順次NairobiのGeosurvey International Ltd.に送られ、同社によって分析が行われた。解析作業及び報告書作成は、日本へ帰国後東京で行われた。

1-3 調査団の編成

本年次調査の計画策定・現地折衝及び現地調査に参加した調査員は次のとおりである。

(1) 調査計画策定及び現地折衝

日本側

中山 健	金属鉱業事業団
山本恭久	"
上木隆司	"
鈴木洋介	同ナイロビ海外調査員
中野 治	在ケニア日本国大使館
柳井 進	国際協力事業団ナイロビ事務所
長嶋俊一	"
竹中速雄	"

ケニア側

H. K. A. Rotich	ケリオバレー開発公社
A. M. Ngumi	"
J. K. Wachira	鉱山地質局
F. G. Theuri	"

(2) 現地調査団

日本側

渡部春夫	団 長	住鉱コンサルタント株式会社
殿田広太郎	団 員	"
滝川 昭	"	"

ケニア側

A. M. Ngumi	団 長	ケリオバレー開発公社
Kennedy L. A. Sogono	団 員	鉱山地質局

Kinosthe H. Ndugu " "
Alfred O. Odawa " "

第2章 一般地理

2-1 位置・交通

概査区域は、Rift Valley州のWest Pokot郡、Elgeyo Marakwet郡及び Trans Nzoia郡の3郡にまたがり、北緯 $1^{\circ} 00'$ と $1^{\circ} 20'$ 及び東経 $35^{\circ} 15'$ と $35^{\circ} 30'$ の4線に囲まれるほぼ正方形の範囲で、面積は770km²である。これは、第1年次の概査区域の南側隣接地にあたる (Fig. 1, 2)。

精査区域は、West Pokot郡のほぼ中央部にあって、北緯 $1^{\circ} 31'$ 、東経 $35^{\circ} 23'$ 付近に位置する (Fig. 2)。

首都の Nairobi (ナイロビ) から調査地に至る交通は次の通りである。

調査団のベースキャンプを設けた Kitale (キタレ) までは、Nairobi から舗装道路の国道 A-104 及び B-2 により、ケニアの主要都市の Nakuru (ナクル) と Eldoret (エルドレット) を経て到達する (400km, 6時間)。Kitale から概査区域に至るには2経路あり、国道 A-1 を通って Kapenguria (カベングリア) に至り、ここから未舗装国道により区域の北西部に到達する経路と、Kitale から未舗装国道を通過して直接東に向い、区域の南西部に達する経路であり、ともに自動車でも1時間半~2時間を必要とする。概査区域内は、北部の急峻部と西部の森林帯を除けば、道路網の発達がよく、交通は比較的便利である。

Kitale から精査区域には、国道 A-1 を通って Marich Pass (マリッチパス) に至り (100km, 1時間半)、ここから高度差 900m のリフトバレーの急崖を登る四輪駆動車用道路を通過して Telot (テロット) 部落に着く (水平距離 10km, 1時間)。Telot からはすべて歩行になり、約30分で精査区域に着く。区域内の通行は、すべて小径にたよっている。

2-2 地形

調査地域は、ケニアリフトバレー (Rift Valley; 地溝) の西方の地塊山地に位置している。この山地とリフトバレーは、断層急崖で分けられ、概査区域の東方では、Kainat 急崖、精査区域の東方では Elgeyo 急崖と呼ばれ、それぞれ 1,000m、1,000~1,400m の高低差を有している。これらの急崖の西方は、海拔 1,800m から 3,300m の急峻な山地 (Sekerr 山地: 精査区域) や丘陵 (Cherangani 丘陵: 概査区域) からなり、顕著な森林帯を形成している。Sekerr 山地には、海拔 1,800~2,000m、2,200~2,400m の平坦地、また

Cherangani丘陵には 3,000m前後の平坦地が発達し、地質時代における準平原面の残りといわれている。

概査区域は、Cherangani丘陵の西南部に相当し、区域の北西から南東にわたる分水嶺によって、北東部の Turkana湖水系と、南西部のVictoria湖水系に二分される。分水嶺の北東側は、残存した準平原面と、その外側に深く刻まれた谷筋に特徴づけられ、水系は、北部でNW-S E系、南部でN-S系である。一方、分水嶺の南西側は、珪岩の作る高度差 200mの急崖を経て、海拔 2,600mから 1,900mまで緩く西側に傾斜する斜面からなり、西方のKitale平坦面に連続する。この斜面はNE-SW系の浅い水系によって特徴づけられる。

精査区域は、Sekerr山地の南部にあって、海拔 1,600mから 2,600mの東傾した斜面からなり、水系はE-W方向に発達している。

2-3 気候・植生

調査地域は、東アフリカ高原地帯の中で、ほぼ赤道直下の山岳地にある。気候は赤道型年変化を示し、雨期と乾期がそれぞれ年2回あって、12月～3月が暖乾期、3月～6月が大雨季、6月～9月が冷乾期、9月～11月が小雨期である。

概査区域は、区域を Turkana湖水系とVictoria湖水系に分ける分水嶺によって、北東側の高地（2,600～3,300m）と南西側の低地（1,500～2,600m）に分けられる。北東側の高地は、冷雨林型の気候を示し、かなり涼しい。年間を通しての記録はないが、8～9月における気温は、最低が8℃で最高が22℃であった。雨量は植生から、年間 2,000mmを超えるものと推定される。南西側の低地も雨林型の気候を示すが、気温はかなり高く、低地では最高30℃前後に達している。

植生は高度によって順次変化し、西側の低地では沼沢～湿地性の植生が普通であり、podcarpusやその近縁種がみられる。東側の高地は、まず海拔 2,600m前後からの竹林の出現で特徴づけられ、protea属の叢林（Scrub）を伴っている。高度 3,000m前後から上では針葉樹の森林が発達する。

精査区域は、雨林型気候を示すSekerr山地の南東部にあるが、半砂漠気候のリフトバレーに近接しているため、両者の中間的な気候を示している。気温は1日に5℃から30℃まで変化し、日中は著しく乾燥するが、夜間は霜が降りる。雨量は 1,000mm/年程度と推定

される。区域の大部分が超塩基性岩からなるため、植生はとほしく、草地または低木の雑木林からなる。しかし、海拔 2,600m前後の山頂付近には針葉樹の植生もしばしば認められる。

第3章 地質調査

3-1 調査方法

概査区域の調査は、Survey of Kenya発行の縮尺1:50,000の地形図を基本図として用い、同地形図を拡大した縮尺1:25,000の地形図を踏査に用いた。踏査ルートは、既存地質図 (Cherangani Hills) 及び初年度の調査結果を検討して、地質構造にできるだけ直交するように選定した。この際、地質構造の把握には、ランドサットデータからのフォルスカラー画像も参考に用いた。地質踏査は、地化探試料の採取と同時に行われ、縮尺1:25,000のルートマップの作成を行い、縮尺1:50,000の地質図にまとめた。

精査区域の調査は、空中写真から作成した縮尺1:5,000の地形図を基本図として用い、この地形図を拡大して作成した縮尺1:2,500の地形図を踏査に用いた。本区域では、すでに第1年次の準精査により、鉍化帯の概要が把握されていたため、調査範囲は、ニッケル・金・クロム鉍床が賦存する蛇紋岩を含む東西2km、南北5kmの範囲に限定し、蛇紋岩体の中では、鉍化帯の規模と形態を明らかにする目的で、簡易測量により設定した100m間隔のグリッド線上での地質踏査を行い、蛇紋岩体の周辺部では、同岩体の形態を明らかにするために、尾根及び小径での地質踏査を行った。また、鉍化の特性をより一層把握するために、蛇紋岩体の中で、300m間隔の格子点でのピット掘り、ニッケル及び金の鉍化部でのトレンチ掘りを行い、縮尺1:10及び1:50の地質スケッチをそれぞれ行った。これらのデータは、最終的に縮尺1:2,500の地質図にまとめられた。

3-2 概査区域地質

3-2-1 地質概要

アフリカ大陸の東側を南北方向に縦断する、モザンビーク造山帯に分布する変成岩は、ケニアでは、以前、基盤と考えられ、基盤系 (Basement System) と呼ばれていた。その後、ケニアの西部のビクトリア湖の周辺に分布する、Nyanzian系や Kavirondian系が、基盤系より古期のものと判明したが、基盤系の呼称は、そのまま用いられてきた (Table 3-1)。本調査における第1年次の調査でも、このモザンビーク帯の変成岩を基盤系と呼び、見掛け上の下位から上位に5単元に区分し、それぞれを、Basement I層、同II層、同

Table 3-1 Geological Succession and Economic Minerals, Kenya
(after Pulfrey et al., 1969)

Geological Age	REPRESENTATIVES		Approximate age in millions of years	Associated Economic Minerals*
	Bedded Rocks	Intrusive Rocks		
RECENT	Soils, alluvials, beach sands, Magadi soda lake, hot-spring deposits.		up to 1/40	TRONA, SALT, kaolin, brickearths, clays, sand, manganese, gypsum, guano, mineral pigments, meerschaum, (alun, diamonds, rubies, sapphires, ilmenite, monazite, rutile, zircon, nitre).
PLEISTOCENE	Raised coral reef and sandstones at the coast. Rift Valley and other inland sediments, some volcanic rocks of the Highlands and North-Eastern and Eastern Provinces.		up to 2	LIMESTONE, DIATOMITE, GYPSUM, pumice, pozzolana, bentonitic clays, manganese, kaolin, (sulphur, cement-stones).
TERTIARY	Coastal sediments. Volcanic rocks of the Highlands, western and northern Kenya. Inland Miocene.	Alkaline syenites, ijolites, etc. of volcanic centres such as Mt. Kenya, Ruri, etc. Carbonatites of south-western Kenya.	2-25	LIMESTONES, CARBON DIOXIDE, BUILDING-STONE, ROADSTONE and BALLAST, bentonitic clays, pozzolana, lead, barytes, fluorite (zinc, cinnabar, nepheline, apatite, pyrochlore, monazite, wollastonite).
CRETACEOUS	Coastal sediments and sediments of north-east Kenya.	Ijolites and alkaline syenites of Jombo at the coast and east Kitui. Alkaline dykes at the Coast and in east Kitui. Carbonatite at Mtrima (Coast).	60-120	Manganese, pyrochlore, rare earth minerals.
JURASSIC	Coastal sediments and sediments of north-east Kenya		120-150	LIMESTONES, SIALES (for cement and ceramics), gypsum, ballast.
TRIASSIC PERMIAN CARBONIFEROUS? } KAR-ROO	Sediments of the coast hinterland. Sediments of north-east Kenya(?).		150-250	Ballast.
PRECAMBRIAN	<i>Kisii Series</i> (Bukoban System)—Sediments and volcanics of south-western Kenya.	Dolerites.	600	SOAPSTONE, gold, (cassiterite).
			?	
	<i>Embu series</i> —Metamorphosed sediments, central Kenya.		?	
	<i>Ablun Series</i> —Metamorphosed sediments, north-east Kenya.	Pegmatites in the Basement System.	500-600	Mica, piezo-electric quartz, samarskite, columbite, beryl, feldspar, (amblygonite, bismuth, ilmenorutile, amazonite, zinc spinel, fluorspar, rare earth minerals).
		Gabbros of western Kenya; dunites.	?	Chronite, garnierite, magoesite, vermiculite, corundum sapphire, (olivine).
	<i>Basement System</i> —Gneisses and schists.	Norites and allied rocks, minor peridotites, pyroxenites and granites.	600+	LIMESTONES, MARBLE, WOLLASTONITE, kyanite, asbestos, magnesite, dolomitic limestones, garnet, rutile, ilmenite, sillimanite.
	<i>Kavirondian System</i> —sediments and volcanics of south-western Kenya.	Granites, syenites, dolerites etc.	2,200	GOLD, silver, (molybdenite).
<i>Nyanzian System</i> —Sediments and volcanics of south-western Kenya.	Granites, epidiorites, etc.	2,200+	GOLD, COPPER, zinc, silver, pyrite, (cobalt, scheelite, arsenic, fluorite).	

*Minerals and rocks that are of notable economic importance in Kenya are indicated in capitals, less important minerals (which are not all being worked at present) in lower case letters and minerals known but not yet worked by parentheses.

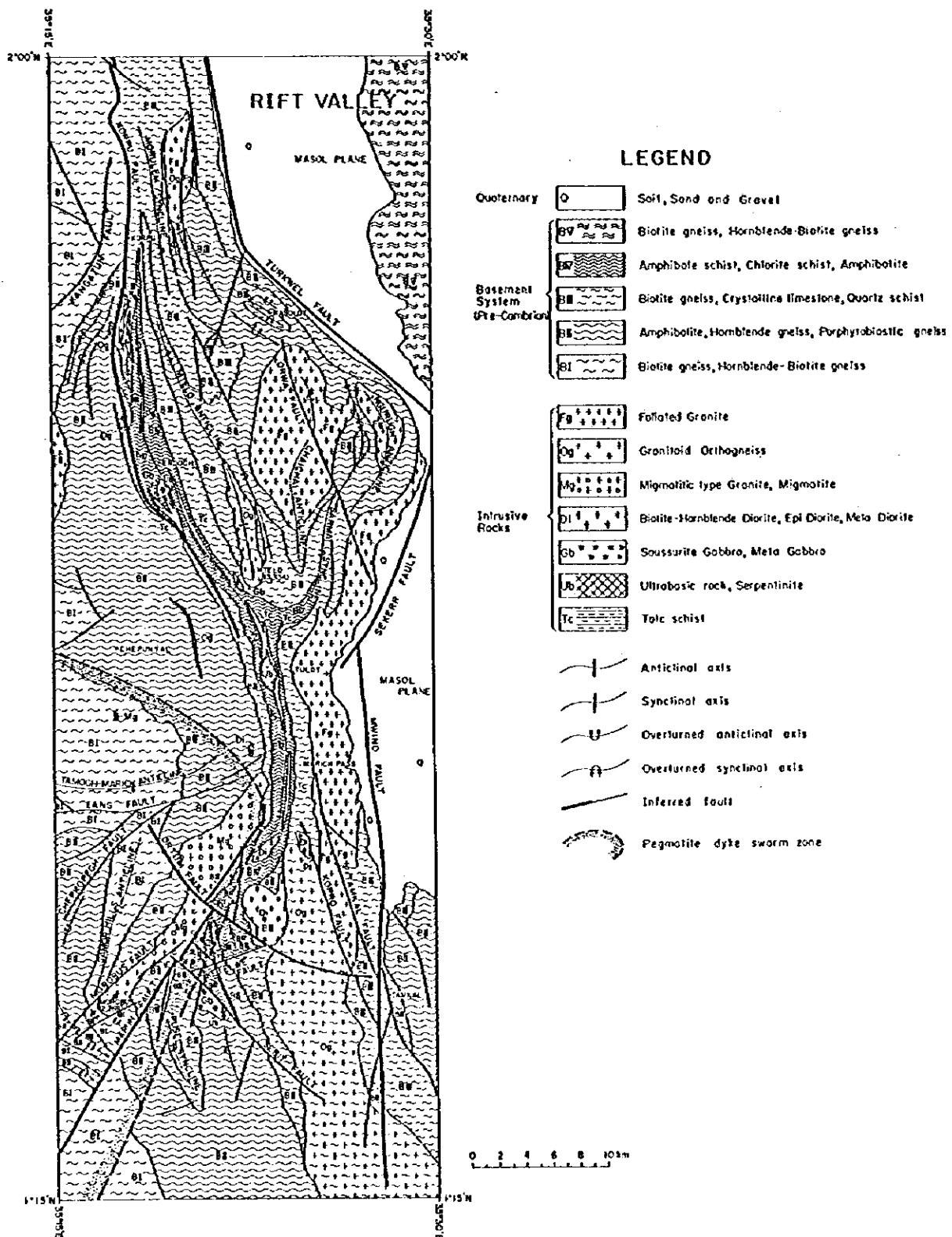
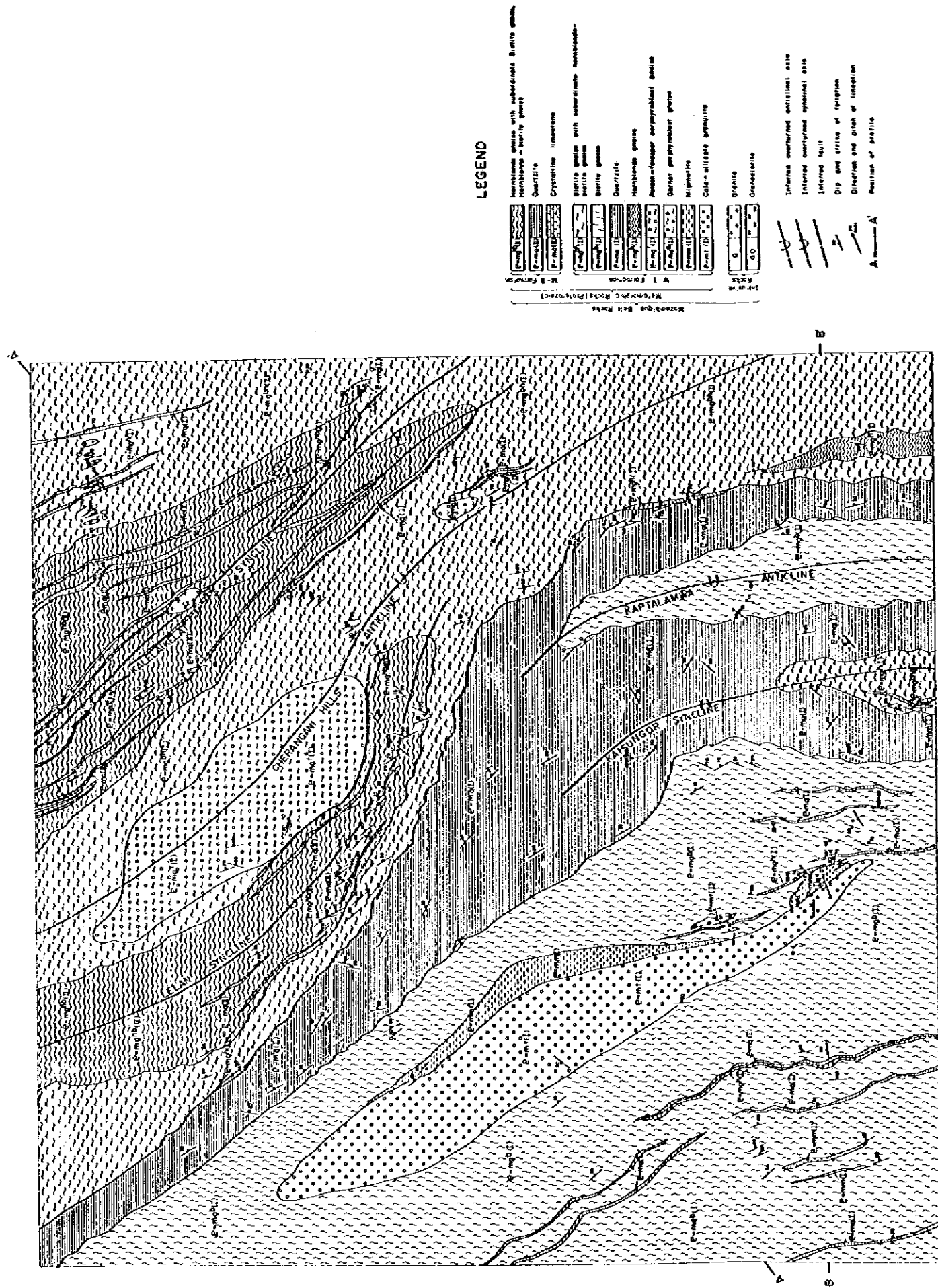


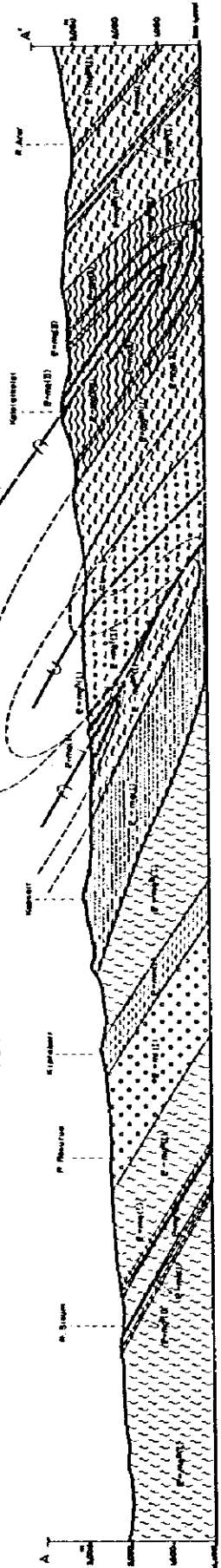
Fig. 3-1 Geological Map of Phase I Survey Area



LEGEND

	Metamorphic Rocks (Proterozoic)
	M-3 Formation
	M-1 Formation
	M-2 Formation
	M-4 Formation
	M-5 Formation
	M-6 Formation
	M-7 Formation
	M-8 Formation
	M-9 Formation
	M-10 Formation
	M-11 Formation
	M-12 Formation
	M-13 Formation
	M-14 Formation
	M-15 Formation
	M-16 Formation
	M-17 Formation
	M-18 Formation
	M-19 Formation
	M-20 Formation
	M-21 Formation
	M-22 Formation
	M-23 Formation
	M-24 Formation
	M-25 Formation
	M-26 Formation
	M-27 Formation
	M-28 Formation
	M-29 Formation
	M-30 Formation
	M-31 Formation
	M-32 Formation
	M-33 Formation
	M-34 Formation
	M-35 Formation
	M-36 Formation
	M-37 Formation
	M-38 Formation
	M-39 Formation
	M-40 Formation
	M-41 Formation
	M-42 Formation
	M-43 Formation
	M-44 Formation
	M-45 Formation
	M-46 Formation
	M-47 Formation
	M-48 Formation
	M-49 Formation
	M-50 Formation
	M-51 Formation
	M-52 Formation
	M-53 Formation
	M-54 Formation
	M-55 Formation
	M-56 Formation
	M-57 Formation
	M-58 Formation
	M-59 Formation
	M-60 Formation
	M-61 Formation
	M-62 Formation
	M-63 Formation
	M-64 Formation
	M-65 Formation
	M-66 Formation
	M-67 Formation
	M-68 Formation
	M-69 Formation
	M-70 Formation
	M-71 Formation
	M-72 Formation
	M-73 Formation
	M-74 Formation
	M-75 Formation
	M-76 Formation
	M-77 Formation
	M-78 Formation
	M-79 Formation
	M-80 Formation
	M-81 Formation
	M-82 Formation
	M-83 Formation
	M-84 Formation
	M-85 Formation
	M-86 Formation
	M-87 Formation
	M-88 Formation
	M-89 Formation
	M-90 Formation
	M-91 Formation
	M-92 Formation
	M-93 Formation
	M-94 Formation
	M-95 Formation
	M-96 Formation
	M-97 Formation
	M-98 Formation
	M-99 Formation
	M-100 Formation

SECTION ALONG A-A'



SECTION ALONG B-B'

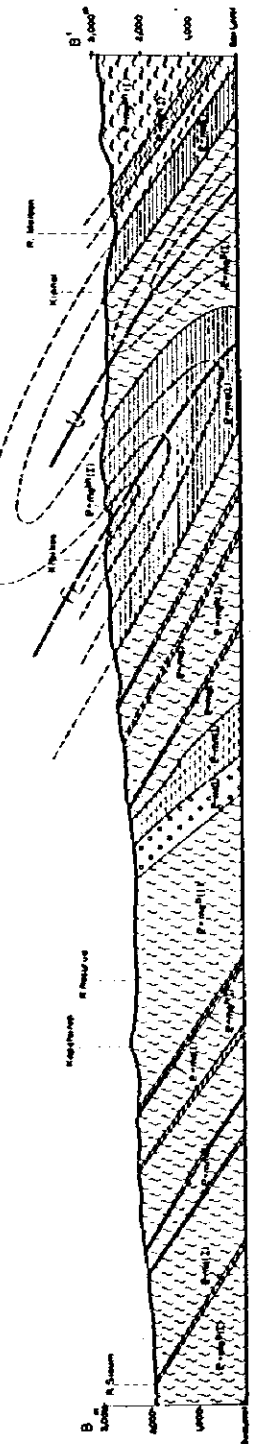


Fig. 3-2 Geological Map and Sections, Regional Survey Area

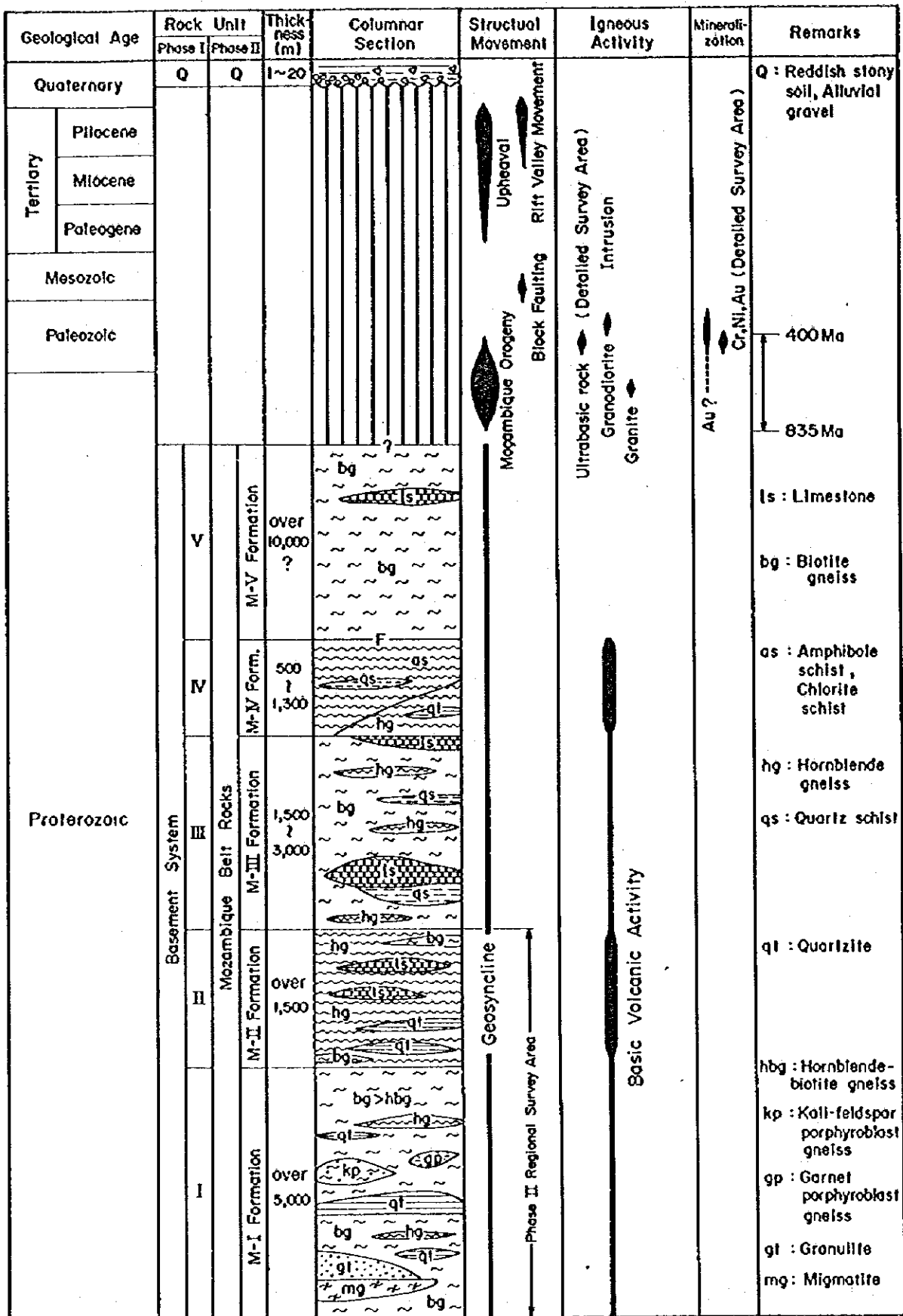


Fig 3-3 Generalized Geological Columnar Section of Survey Area

Ⅲ層、同Ⅳ層、同Ⅴ層とした (Fig. 3-1)。

しかし、近年この帯の岩石を、モザンビーク帯岩類 (Mozambique belt rocks) と呼ぶのがケニアでも一般的になってきたことが指摘され、本年度の調査からは、基盤系の呼称をやめて、この帯の変成岩を、モザンビーク変成岩と呼ぶことにする。

本年度の概査区域の変成岩は、転倒褶曲の著しい発達、強い変成作用により初生の堆積構造の判別が難しいこと、露出が少ないことなどから、分布する各岩相の上下関係を決定するのは困難であった。したがって、第1年次と同様、この帯の変成岩を見掛け上の下位層と上位層の2層に区分し、それぞれを、M-I層、M-II層と呼ぶことにした。これは初年度のBasement I層、Basement II層にそれぞれ対比される (Fig. 3-3)。

M-I層は、区域の全域にわたって広く分布する。本層は、区域の北西部から中央部を通過して南部へと連続的に分布する厚い珪岩により、西側と東側に2分される。西側では、黒雲母片麻岩を主体とし、グラニュライト、ミグマタイト等が随伴する。東側では、角閃石-黒雲母片麻岩を伴う黒雲母片麻岩が主要岩相であり、他に、斑状変晶片麻岩類の岩体が分布する。

M-II層は、区域の北部に2ヶ所大分布する。本層は、塩基性火山岩起源と考えられる角閃石片麻岩が卓越する地層であり、角閃石黒雲母片麻岩・黒雲母片麻岩・結晶質石灰岩・珪岩等が随伴する。

概査区域では、これらの変成岩の他に、小規模な貫入岩類の分布が認められる。これらは、花崗岩と花崗閃緑岩からなり、区域の北東部に、岩脈または岩株として分布する。

第四紀層は、河床に局部的に分布する砂質~礫質堆積物、沼沢地の泥質堆積物、丘陵斜面の土壌などの他は殆んど認められない。

概査区域の地質図をFig. 3-2, Plate Iに示す。

3-2-2 モザンビーク変成岩

本区域におけるモザンビーク変成岩は、見掛け上、下位層 (M-I層) と上位層 (M-II層) の2層に区分される。

(I) M-I層

本層は、区域北部のM-II層の分布域を除いた全域に広く分布する。層厚は、褶曲の発達により構造が複雑になっているため必ずしも明らかではないが、5,000m以上と推定される。

本層は、泥質及び砂質堆積岩起源の片麻岩類の卓越する地層であり、他に、グラニュライト・ミグマタイト・斑状変晶片麻岩など各種変成岩類の出現を特徴とする。

本層にみられる岩相は、黒雲母片麻岩〔P- mg^b (I)〕、黒雲母片麻岩・角閃石黒雲母片麻岩〔P- mg^{bb} (I)〕、珪岩〔P- mq (I)〕、角閃石片麻岩〔P- mg^t (I)〕、ミグマタイト〔P- mm (I)〕、石灰-珪酸塩グラニュライト〔P- mt (I)〕、カリ長石斑状変晶片麻岩〔P- mg^r (I)〕、ザクロ石斑状変晶片麻岩〔P- mg^s (I)〕の8単元に分けられる。

黒雲母片麻岩〔P- mg^b (I)〕

本岩は、M-I層の下半部を占め、区域の北西部から南西部に広く分布する。

本岩は、肉眼的に細粒の黒雲母、石英及び長石からなり、黒雲母の薄層と、石英・長石からなる層による平行に配列した縞状組織をもつ。片理は一般に弱い、黒雲母の多い部分では片理が強く、片岩様のみかけを呈し、一方、黒雲母の量が少ない部分は細粒の珪岩様のみかけを呈す。本岩は、区域の中央南部では、局部的に角閃石片麻岩の薄層と互層をなすことがあり、一部は角閃石を含む黒雲母片麻岩となっている。一方、後述のグラニュライト・ミグマタイトの大岩体分布域の南方延長部では、径5mm以下の赤色ザクロ石の点紋状の自形変晶を含むことがある。

本岩の分布域のほぼ中央部には、後述のグラニュライト・ミグマタイトの大岩体が分布するが、この岩体の西側でも、多数のミグマタイトの小岩体が分布し、本岩に貫入または、本岩と漸移状に産している。これらは、本岩に珪長質脈が浸透した注入片麻岩様の岩相を示している。本岩分布域は全般にミグマタイト化作用の影響下にあったものと考えられる。

珪岩〔P- mq (I)〕

本岩は、区域の北西部から南東部に連なる幅の広い尾根部を形成し、前述の黒雲母片麻岩を覆う厚さが500~1,500mのものと、黒雲母片麻岩や後述の黒雲母片麻岩・角閃石黒雲母片麻岩中にレンズ状に挟在する厚さ数10~100mの薄層のものがある。この中で前者はM-I層のほぼ中部に位置し、区域の中央部では転倒褶曲により、最大幅7kmの露出を占めるなど、顕著な地形的特徴を示している。

本岩は、白色を呈し、中粒で、1~4mmの石英を主とし、多少の白雲母を含む。また、

少量の黒雲母を含むこともある。白雲母は、1mm以下の細粒のものが多く、含有量はかなり変化する。特に白雲母の多いものは薄層理を示すことが多い。また、区域の北東隅に分布するものはザクロ石を含んでいる。

黒雲母片麻岩・角閃石黒雲母片麻岩 (P-*mg*^h (I))

本岩は、M-I層上部の主体をなすものであり、前述の厚層の珪岩分布域の東方に広く分布する。本岩の主体をなすものは黒雲母片麻岩であるが、角閃石黒雲母片麻岩の分布もかなり多く、全体の数10%を占め、両岩はしばしば互層している。

本岩は、全般に細～中粒な岩相が優勢で、粗粒な岩相は少ない。

黒雲母片麻岩と同じ岩相の、初年度における検鏡結果では、石英と長石の等粒変晶状集合の縞と細粒の黒雲母の薄層からなり、少量の緑閃石・ゾイサイト・透輝石が含まれることがある。角閃石黒雲母片麻岩は、細粒の針状角閃石を少量含み、組織は黒雲母片麻岩とほぼ同様である。後述のザクロ石斑状変晶片麻岩の周囲に分布する黒雲母片麻岩は、しばしば細粒のザクロ石を含んでいる。

角閃石片麻岩 (P-*ag*^h (I))

本岩は、区域の南西部で黒雲母片麻岩中に数層伏在し、また区域の北部及び東部で、角閃石黒雲母片麻岩・黒雲母片麻岩中に数層分布する。最も厚いものは、区域の南東部に分布するもので、約300mの厚さを有するが、他は厚さが数10m以下である。これらの厚さ数10mの岩層のほかに、区域の各所で、厚さ数cmから数10cmの薄層が黒雲母片麻岩や角閃石黒雲母片麻岩と互層するものもしばしば認められる。

本岩は肉眼的に、暗緑色中粒で、一般に平行配列した角閃石と斜長石により縞状を呈している。

今回検鏡した区域南部の岩石 (BR-228) は、主成分鉱物として、角閃石・カリ長石・斜長石、副成分鉱物として、石英・オージェイト・ペスプ石・ジルコン・燐灰石・鉄鉱物等を含み、珪長質鉱物が粒状を呈するかなり特異な岩相のものであった。

ミグマタイト (P-*mg* (I))

本岩は、区域の西部の Kiptaberr 丘を中心として、NNW-SSE方向に狭長に伸長し、

後述のグラニュライト大岩体に接して分布する大規模なものと、レンズ状の薄層としてこの岩体の周辺で、黒雲母片麻岩中に挟在するものがある。しかし、薄層のものは多数分布するものの地質図に示されるように厚さ数10m程度のものが数層あるのみで、他は数m以下のものが大部分であり、これらは地質図には示されていない。

本岩は、黒雲母片麻岩の片理または縞状部に沿ってほぼ平行に浸透した厚さ数mmの多数の珪長質脈によって特徴づけられ、非常に堅固である。周囲から突出した Kiptaberr の残丘も、この本岩の堅牢性に起因するものと考えられる。

本岩は鏡下では、主成分鉱物として、石英・斜長石・カリ長石、副成分鉱物として、黒雲母・燐灰石・ジルコン・鉄鉱物からなり、片麻岩状組織とカククラスティック組織を有している。石英・斜長石・カリ長石からなる変質晶は、他形で卵形を示し、径は2mm以上である。これらは波動消光を示す。カククラスティック部は、細粒で縫合組織を示す鉱物粒からなり、石英は弱い波動消光を呈している。黒雲母は、0.2mm以下のフレーク状または卓状を示し、縞状に配列している。

石灰-珪酸塩グラニュライト〔P-mt (1)〕

本岩は、長径20km、短径3kmの巨大な長円状岩体として、Kiptaberr 丘の西方でNW-S E方向に伸長して分布し、前述の Kiptaberr 丘を形成するミグマタイトと接している。本岩の分布域は、起伏の少ない緩傾斜の斜面からなり、この斜面では湿地帯と密林が形成され、特異な地形を示している。

本岩には、暗緑色を呈する優黒質のものと、優白質なものがあるが、全般に前者が多く、後者は、岩体の南端部に僅かに分布するのみである。暗緑色を呈するものは、肉眼的に、角閃石・輝石・長石・石英・ザクロ石からなり、ザクロ石は赤色で点状に含まれている。本岩の代表的岩層 (BR-246) の鏡下観察の結果は次の通りである。

主成分鉱物：角閃石、ザクロ石、透輝石

副成分鉱物：斜長石、石英、褐レン石、燐灰石、鉄鉱物 (尖晶石)

組織：粒状組織。珪長質鉱物は、モザイク組織を呈し、部分的には縞状の片麻状組織を呈している。有色鉱物の多くは、ポーフイロプラスチック又はポイキロプラスチック組織を示す。ザクロ石及び角閃石は半自形または他形を呈し、ザクロ石は最大径3mmに達す。透輝石はシンプレクタイト組織を呈し、ザクロ石を生じている。斜長石は、組成がAn0

- An 20で、通常、石英とモザイクをなす。

この試料は、角閃石-グラニュライト亜相の鉱物組合わせを示すが、シンプレクタイト組織や、褐レン石の生成にみられるように、より低い変成相における後退変成作用を受けた可能性を示している。一方、この岩体の中には、緑レン石・角閃石・長石・石英を主成分とし、粒状組織を呈する岩相が含まれている (BR-244)。これは、緑レン石角閃岩相に属するものである。前述の鏡下観察結果と併せると、この岩体では、角閃石-グラニュライト亜相の変成岩が、部分的又は全体的に (緑レン石) 角閃岩相の変成作用 (後退変成作用) を受けている可能性がある。

本岩の周囲の黒雲母片麻岩は、角閃岩相に属しているので、この岩石は、そのレンズ状の形態を併せ考えると、もともと角閃石-グラニュライト亜相に属する変成作用を受けたものが、モザンビーク変成期に固体貫入して後退変成作用を受けたものの可能性がある。

Miller (1956) は、本岩がミグマタイト岩体と接していることなどから、もともと石灰質な岩石が、ミグマタイト溶液の浸透によって生成したものとしている。

カリ長石斑状変晶片麻岩 (P-ng^f (1))

本岩は、区域の中央北部と中央東部の2ヶ所に分布する。中央北部では、長径11km、短径4kmの長円状の岩体からなり、中央東部では、長さ1km程度のレンズ状岩体をなす。これら2岩体は、いずれもCherangani Hills背斜軸部に位置している。本岩の分布域は傾斜のゆるい平坦な地形を示し、これは、本岩のもろくくだけやすい岩質に起因しているものと考えられる。

本岩は、カリ長石の変質晶を含むことを特徴とし、岩質は黒雲母に富み部分的に角閃石を含む優黒質なものから、かなり優白質なものまで変化する。カリ長石変質晶は、後者の方に多く含まれ、青灰色を呈し、最大径2cmに及び、不規則な矩形の外形をもっている。葉理の発達は様々であるが、一般に岩体の外側の方で強く、それは周囲の岩相の構造とほぼ一致している。

本岩のなかで比較的優黒質なもの (CR-131) の鏡下の観察結果は以下の通りである。

主成分鉱物：透輝石、カリ長石 (パーサイト)

副成分鉱物：黒雲母、アルバイト、燐灰石、鉄鉱物、スフェン

組織：イデオプラスチック、ポーフイロプラスチック

カリ長石はパーサイトであり、自形変斑晶を呈し、最大 1.5cm である。透輝石は自形～半自形を呈し最大径 3mm である。恐らく、クロム質と思われる。また、縞状に配列した細粒の鉄鉱物を含んでいる。黒雲母は自形～半自形を呈し、柱状または不規則な外形を示す。アルバイトは他形で、少量含まれている。燐灰石は他の鉱物粒を埋めて存在するが、当区域に分布する他の岩相に比べてかなり量が多い。

本岩は全体として、黒雲母片麻岩・角閃石黒雲母片麻岩〔P-*mg*^{hb} (I)〕中に分布するが、一部は、角閃石片麻岩・黒雲母片麻岩・角閃石黒雲母片麻岩〔P-*mg*^{hb} (II)〕に接している。これら本岩と接触する周囲の岩石には、柱長石脈や、アブライト・ペグマタイトの細脈がしばしば認められている。本岩分布域の東方ではミグマタイト起源と思われる花崗岩が分布しており、Miller (1556) の指摘するように、本岩はミグマタイト化に伴うエマネーションの浸透によって生成したものである可能性がある。

ザクロ石斑状変晶片麻岩〔P-*mg*^s (I)〕

本岩は、地域の東端部の Tangul 付近に小規模なレンズ状岩体として分布する。

本岩は肉眼的に淡褐色を呈し、赤褐色球状の、最大径 1.5cm に及ぶザクロ石斑状変晶を含んでいる。フォリエーションは明瞭で、周囲の片麻岩類と調和的である。

代表的岩相 (WR-218) の鏡下の観察結果は次の通りである。

主成分鉱物：石英、ザクロ石、斜長石、カリ長石

副成分鉱物：藍晶石、透輝石、十字石、鉄鉱物、白雲母

組織：片麻状、モザイク状

石英は径 0.2mm 以下で波動消光を示す。斜長石、カリ長石は、少量でラメラや双晶を示さず、石英とモザイク組織をなす。ザクロ石は、径 1.5cm に達する変斑晶からなり、クラックが発達し、褐鉄鉱や鉄鉱物に満たされている。また、十字石を含んでいる。透輝石は半自形～自形を呈し、最大径 0.2mm で多量に含まれる。藍晶石、十字石は、半自形を呈し径 0.2mm 以下で少量含まれている。白雲母はフレーク状を呈し、少量含まれる。鉄鉱物、褐鉄鉱はクラックを満たしている。

(2) M-II 層

本層は、地域の北半部の西側と東側の 2ヶ所に分布する。これらはいずれも 2つの転倒向斜褶曲 (Lelan 向斜, Kalelaikelat 向斜) の軸部に位置している。両者の間には、転倒

背斜褶曲 (Cherangani Hills背斜) があるので、2ヶ所に分布する本相は、これらの褶曲により反復出現した同一のものと判断される。本層の層厚は、褶曲による折りたたみのため明確ではないが、1,500m以上と推定される。

本層は、角閃石片麻岩・黒雲母片麻岩・角閃石黒雲母片麻岩 (P-eg^{hb} (II))、結晶質石灰岩 (P-mc (II))、珪岩 (P-mq (II)) の3単元に分けられ、角閃石片麻岩の卓越した分布と、結晶質石灰岩の存在が特徴的である。各岩相の特徴は次の通りである。

角閃石片麻岩・黒雲母片麻岩・角閃石黒雲母片麻岩 (P-eg^{hb} (II))

角閃石片麻岩が卓越し、黒雲母片麻岩がこれに挟在または互層する。角閃石黒雲母片麻岩は、角閃石片麻岩中に分布することもあるが、一般には、黒雲母片麻岩と厚層互層状に産す。

角閃石片麻岩は、全般に暗緑色を呈し、中～細粒で、フォリエーションが良く発達している。肉眼的には、普通角閃石と斜長石からなり、時には細粒のザクロ石点紋を含んでいる。全般に優黒質のものが卓越するが、斜長石や石英の多い、かなり優白質のものも局部的に分布する。

黒雲母片麻岩は、全体に細粒でフォリエーションが良く発達している。角閃石片麻岩と同様、ザクロ石の点紋を含むものもある。

角閃石黒雲母片麻岩は、黒雲母片麻岩が、細粒針状の角閃石を含む岩相である。

また、本岩相の分布域には局部的に、ザクロ石、クリノゾイサイト、藍晶石を主成分として、十字石、白雲母、鉄鉱物を伴う岩相 (CR-133)、十字石、透輝石、鉄鉱物を主成分として、白雲母、石英を含む岩相 (WR-212)、石英、斜長石、カリ長石を主成分として、ザクロ石、藍晶石、白雲母、鉄鉱物、十字石、電気石、透輝石を含む岩相 (WR-206) なども分布する。

一方、Cherangani Hills背斜の西翼部で、M-I層に属するカリ長石斑状変晶片麻岩の分布域に近い所では、角閃石片麻岩にしばしば幅数cmの珪長質脈の貫入や珪化が認められ、また挟在する黒雲母片麻岩に、カリ長石の斑状変晶が認められるなど、交代作用を伴う超変成作用の影響下にあったことが示唆される。

結晶質石灰岩 (P-mc (II))

本岩はM-II層の東側分布域に数層断続的に分布する。厚さは、いずれも数10m以下である。本岩は白色を呈し、一部灰色縞をもつ細～中粒の結晶質石灰岩である。

Kalalaikelatの東方及び南東方の2ヶ所では、本岩分布域に、珪灰石岩(WR-215')が分布しており、本岩起源のスカルンと考えられる。

珪岩 (P-mq (II))

厚さ 100mの一層と、数10m以下の数層が分布する。共に白色を呈し、中～細粒で、多少の白雲母を含んでいる。

3-2-3 貫入岩類

本区域の貫入岩類には、花崗岩・花崗閃緑岩がある。これらは、区域の北部に分布し、モザンビーク変成岩に貫入している。

(1) 花崗岩 (G)

本岩は、区域の北東部で、変成岩類のM-I層及びM-II層を貫く小規模な岩株・岩脈として産す。最大なものは、Kalalaikelatの北方の岩体で、長径1km、短径0.5kmの岩株として産す。しかし、地質図に示した、これらの小岩株の他は、大部分は、母岩の構造に平行に貫入した、幅数10cmから数mの岩脈群として産している。

本岩は肉眼的に、淡灰色、淡桃色などを示す細粒の完晶質岩であり、フォリエーションを示さないもの、弱い縞状構造を示すもの、アブライト質のものなどがある。後述するように、検鏡結果では、共にミグマタイト的な組織を有するが、フォリエーションを示さないものには、自形結晶も多く、かなり花崗岩的な組織が強く現れている。しかし、これらの産状はほぼ同様で、近接して産することが多いことや、化学組成 (Table A-4) が類似することなどを併せると、本岩は、泥質岩起源の片麻岩類が、ミグマタイト作用を受けて生成したもので花崗岩組織が強く現われているものは、一部が溶融状態まで達してから固結したもの、また、アブライトは、溶融したものが母岩に貫入したものと考えられる。

顕微鏡観察結果

微粒花崗岩 (WR-216)

組織：等粒、モザイク

主成分鉱物：石英，カリ長石，斜長石

副成分鉱物：黒雲母，白雲母，燐灰石，鉄鉱物

石英は，他の鉱物に較べてかなり粗粒で，部分的に，不規則なレンズ状に伸長し，波動消光を示す。カリ長石は大部分微斜長石であり，ほぼ石英と等量である。斜長石はオリゴクレーヌ～アンデシン組成で，半自形または他形を呈す。黒雲母は，フレーク状または柱状で強い多色性を示す。白雲母は，フーク状または柱状を呈す。燐灰石は細粒で微量含まれる。

ミグマタイト又は片麻状花崗岩 (WR - 205)

組織：片麻状

主成分鉱物：石英，カリ長石，斜長石

副成分鉱物：黒雲母，白雲母，鉄鉱物，ジルコン

珪長質鉱物の大部分は卵形 (VOID) を呈している。

石英はレンズ状を呈し雲母類と平行に配列し，波動消光を示す。斜長石は半自形または他形で，組成は大部分 $An_{30} \sim An_{50}$ である。これらのあるものは長さ 1mm に達しており，交代作用と圧砕作用から逃れたポーフィロクラストと考えられる。カリ長石は，正長石と微斜長石からなり，大部分は多形である。黒雲母と白雲母は，長さ 0.5mm 以下で平行に配列するが，縞状組織を形成するほどには含まれていない。

化学分析結果

本岩3試料について化学分析を実施した。その結果及びノルム鉱物結果をTable A-4に示す。また，この結果とノルム鉱物のQ-P1-K1ダイアグラム，AFMダイアグラム， $K_2O-CaO-Na_2O$ ダイアグラムに各々プロットして示す (Fig. 3-4)。

(2) 花崗閃緑岩 (GD)

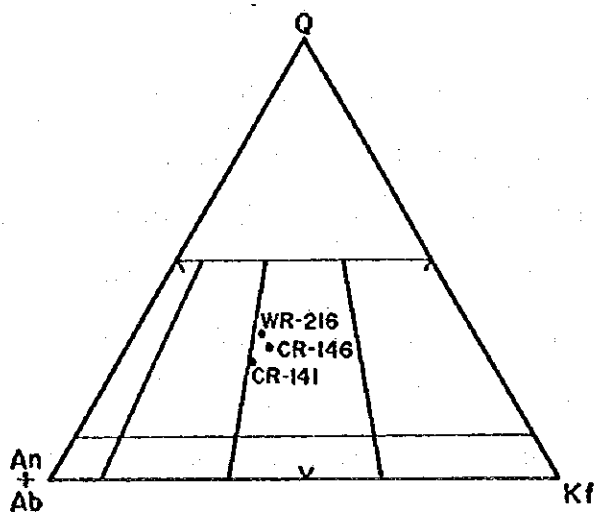
本岩は，区域の北東部のM-I層分布域に，幅 100m 以下の小岩株として，2岩体認められる。

本岩は肉眼的に灰緑色中粒の完晶質岩で，やや変質したみかけを呈している。鏡下観察の結果は以下の通りである。

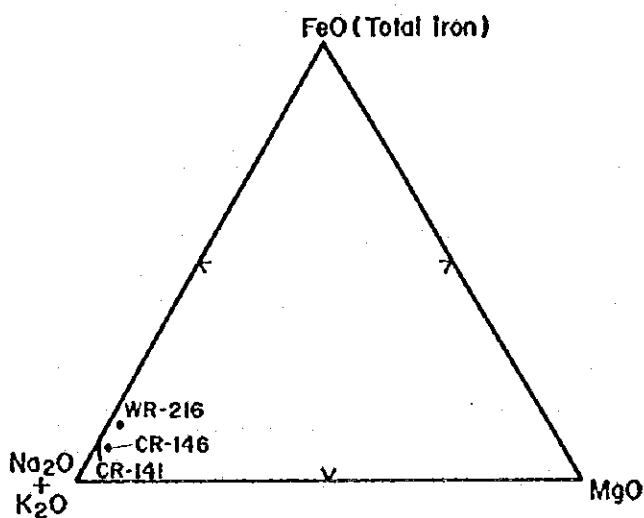
黒雲母角閃石花崗閃緑岩 (CR - 111)

組織：花崗岩組織

A. Normative Q-PI-Kf diagram



B. AFM diagram



C. Alkalis and lime ratio

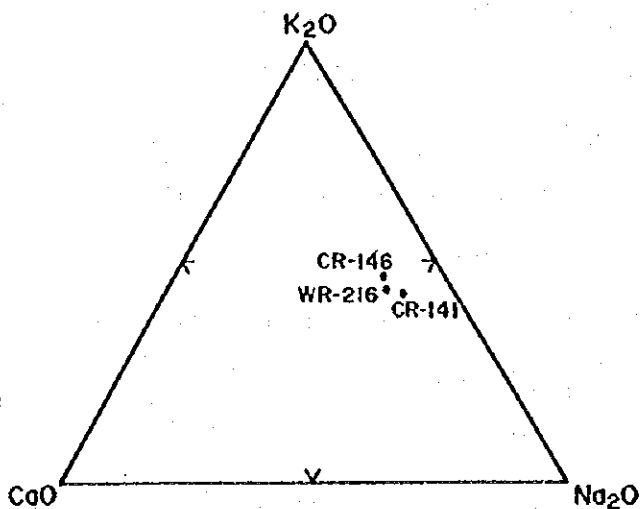


Fig. 3-4 Diagram from Results of Whole Rock Analysis

主成分鉱物：斜長石，カリ長石，石英

副成分鉱物：普通角閃石，黒雲母，燐灰石，鉄鉱物

斜長石は，長さ 2.5mm以下の柱状結晶で，組成はアンデシソ〜ラブラドライトである。結晶内部は変質している。石英は，他形・粒状を示し，粒径は斜長石より小さい。角閃石は大きさ 3mm以下の半自形〜他形結晶からなり，大部分はポイキリティック組織を示す。黒雲母は，柱状又はフレーク状を示し，大きさは 1mm以下である。

本岩は検鏡結果から，広域変成作用を受けた形跡が認められず，買入の時期は，造山運動末期〜以降と判断される。

3-2-4 変成作用

(1) 広域変成作用

本区域に分布するメタペイサイト（塩基性変成岩）は，初年度の概査区域と同様に，主成分鉱物として普通角閃石，斜長石（アンデシソ組成），石英を含み，副成分鉱物としてザクロ石，緑レン石，ゾイサイト，透輝石，黒雲母，スフェンのいくつかをしばしば含んでいる。この鉱物組成は，変成相が角閃岩相に属し，圧力型は中圧型（〜高圧型）を示している。また，泥質変成岩には，しばしば十字石，藍晶石，ザクロ石が含まれ，この組み合わせも中圧型（〜高圧型）の角閃岩相を示している。

(2) 後退変成作用

区域の西部のM-I層に属す石灰-珪酸塩グラニュライトは，基本的には，グラニュライト相の鉱物組成を示し，周囲の角閃岩相より高い変成相を示す。しかし，本岩には，3-3-2で述べたように，緑レン石角閃岩相あるいは，角閃岩相における後退変成作用を受けた形跡が認められている。初年度の概査区域を含めて，調査区域の変成相は全域的に角閃岩相に属するものと考えられるので，この石灰-珪酸塩グラニュライト分布域のみが局部的にグラニュライト相に達したものとは考えにくい。グラニュライト相の鉱物組成をもつ既存の変成岩が，モザンビーク変成時に固体買入して，角閃岩相における後退変成作用を受けた可能性を示している。

区域の中央北部の Kapsangar の北東方に，小規模な緑泥石片岩及び滑石片岩の分布が認められる。緑泥石片岩は，緑色片岩相に属し，周囲の角閃岩相に属する片麻岩類より変成度が低い。第1年次調査区域と同様に，この緑泥石片岩は，断裂帯の形成に伴う後退変成

作用で形成された可能性が強く、また滑石片岩の分布と併せて、区域北方に分布する超塩基性岩や滑石片岩を伴う緑色片岩帯の一部が、本区域まで連続している可能性を示している。

(3) 超変成作用

区域の西部の Kiptaberr 丘を中心として分布するミグマタイト、区域の北東部にみられるミグマタイト質花崗岩、また区域の中央～北部のかり長石変状種晶片麻岩分布域及びその周囲にみられる、珪長質脈・アブライト・ペグマタイト等は、本区域の各所で超変成作用があったことを示唆している。

一方、Miller (1956) は、Kiptaberr 丘の西方に分布する石灰-珪酸塩グラニュライトは、東側に接して分布するミグマタイトが生成する過程で、本来石灰質な岩石がミグマタイト溶液の浸透をうけて生成したものとしている。

(4) 接触変成作用

区域の北東部の結晶質石灰岩の分布域には、珪灰石岩 (WR-215') の小分布が2ヶ所認められる。この近くに分布する花崗岩または花崗閃緑岩による接触変成作用によって形成されたものである可能性が強い。

3-2-5 地質構造・地史

(1) 地質構造

調査区域のランドサット画像からのリニアメント及び地質調査結果から推定された褶曲軸を Fig. 3-5 に示す。

本区域の地質構造は、北部で NNW-SSE 方向を示し、南部で N-S 方向に転じる軸面が 30~40° 東南東又は東に傾く転倒褶曲群によって規制される。この褶曲群により変成岩の各層は、しばしば反復出現している。地質図上では、中央部の珪岩分布域を境として、東側に褶曲構造が多く描かれているが、これは、西側の大部分が厚い森林帯や沼沢地からなり、露出が少なく、地質構造が十分把握されていないことによるものと考えられる。

ランドサット画像から、北部では NNW-SSE 方向の、また、南部では N-S 方向の連続性のよいリニアメントと、これにほぼ直交する短かいリニアメントが多数認められ、これは前述の褶曲構造の反映と考えられる。また、Kapsait の西方に認められる NNW-SSE 方向の連続性のよいリニアメントと、これに直交する短かいリニアメント群も、同

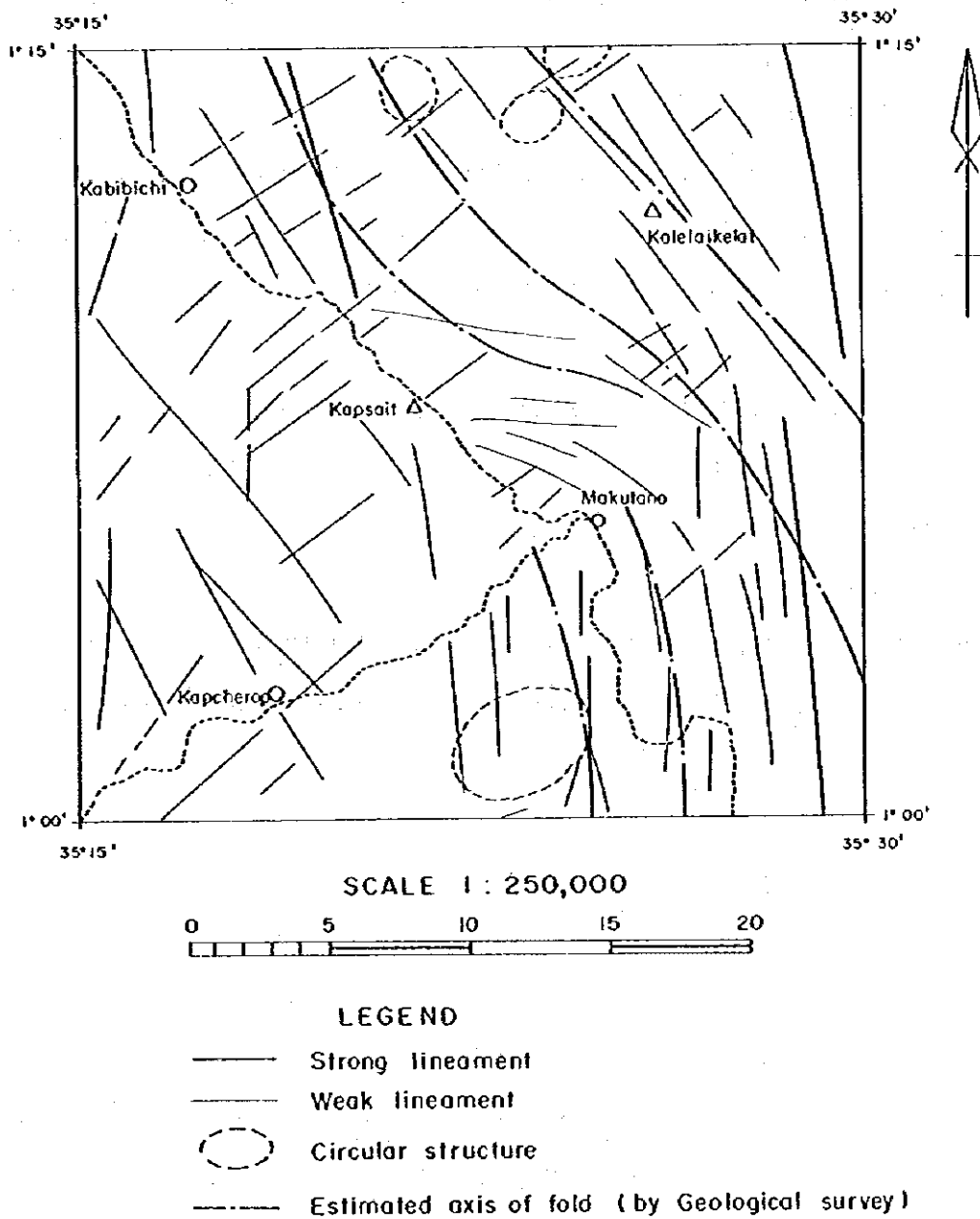


Fig.3-5 Lineaments from Landsat False Colour Image, Regional Survey Area

じパターンを示し、東側と同様な褶曲構造の存在を示唆している。

これらの褶曲構造のなかで、Kaletaikelat転倒向斜褶曲は、二次の背斜褶曲を伴い、複背斜褶曲を構成している。

断層構造としては、地質調査からは、大規模なものは確認されていない。しかし、ランドサット画像から認められる数本の強いリニアメントは、未確認の断層を示唆するものかもしれない。

画像の北部及び南部の数ヶ所で、弱い円形構造が認められる。しかし、地質調査からは、これに対応する地質構造は認められなかった。

(2) 地 史

モザンビーク帯の変成岩の時代は、原生代の後期のものが支配的である (Kenndy 1964, Fleck et al. 1976, Hashad 1980) とされ、また、少なくともモザンビーク帯の一部は、再生した始生代の岩石からなる (Verncombe 1983) とされている。

本調査地域にみられるモザンビーク帯の岩石の地質時代はかならずしも明確でないが、Verncombe (1983) は、初年度の調査地域の Marich Pass 近辺に分布する安山岩質火山岩起源の変成岩の年代は放射年代から先カンブリア紀の後期としており、その南方隣接地に相当する本地域の地質時代も、ほぼ同様な年代に相当するものと考えられる。

次に、モザンビーク造山帯の放射年代は、造山帯全体にわたって 835Ma から 400Ma の範囲に入り、造山運動の時期は、先カンブリア紀の後期から古生代の初期に及ぶ (Cohen & Snelling, 1966) とされ、一方、Shibata & Suwa (1979) は、モザンビーク帯の中で、花崗岩質片麻岩のドームをとりまいて、表層岩源変成岩が分布するケニア中央部の Machakos 山地では、Rb-Sr アイソクロン年代と $^{137}\text{Sr}/^{136}\text{Sr}$ 初生値から、7.7億年前に花崗岩がマントルから初生的に貫入し、次に 5.3億年前に広域変成作用が行われたとしている。

これらのデータを参考にすれば、本地域に分布するモザンビーク帯の変成岩の地質時代は主に原生代後期であり、造山作用は 8 億年前前後に始まり、4 億年前までに終了したものと考えられ、変成作用は 5 億年前前後に行われたものと判断される。

火成活動については、区域の北東部の花崗岩は、ミグマタイト化に伴う混成型花崗岩と考えられ、変成作用の最盛期の形成と考えられる。一方、花崗閃緑岩は、広域変成作用を受けていないことから、貫入の時期は、造山作用の末期または後造山時と考えられる。

鉍化作用の時期として、砂金については、金の起源が明確でなく、鉍化の時期は不明で

ある。微量の金を伴う、北部の珪化帯は、広域変成作用を受けておらず、前述の花崗閃緑岩の貫入に伴うものの可能性がある。

以後、中性代に入ってから地塊化運動や、新生代のリフトバレー変動は、第1年次の報告書で述べた通りである。

3-3 精査区域地質

3-3-1 概説

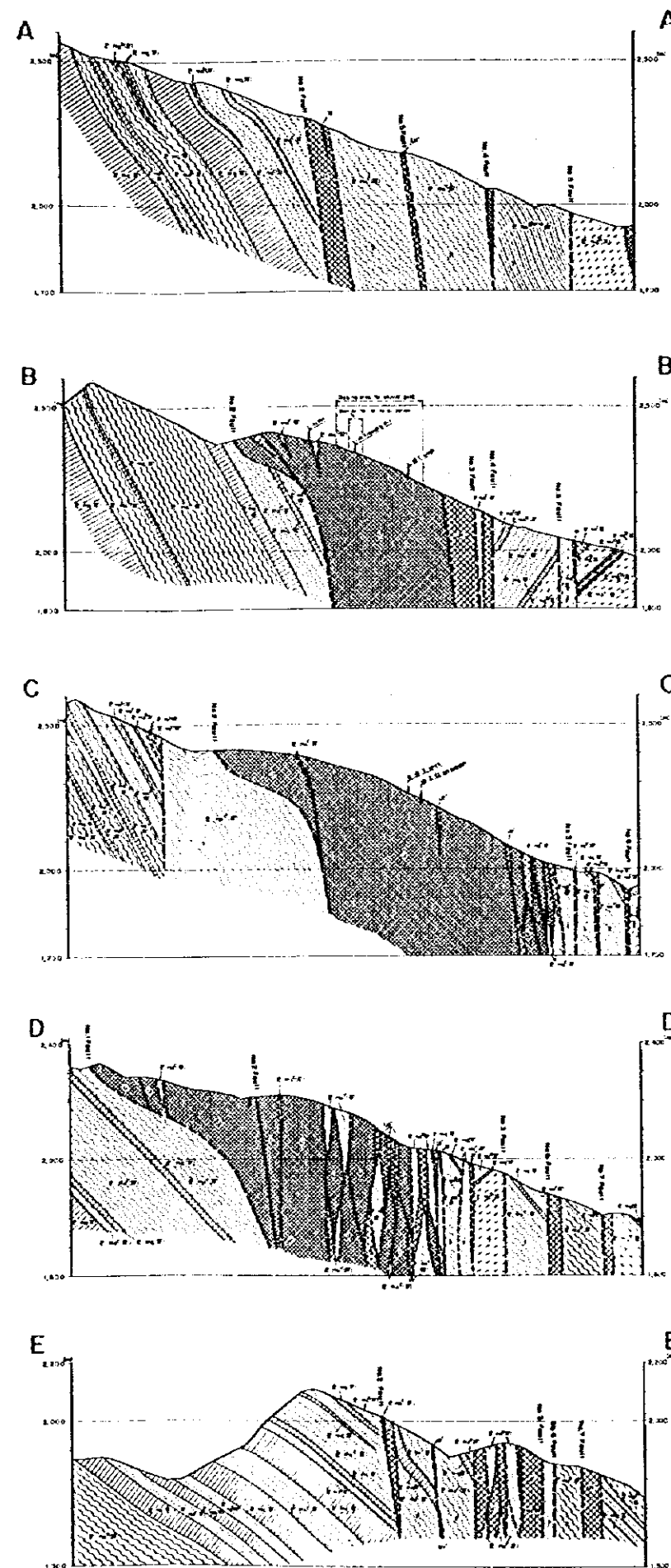
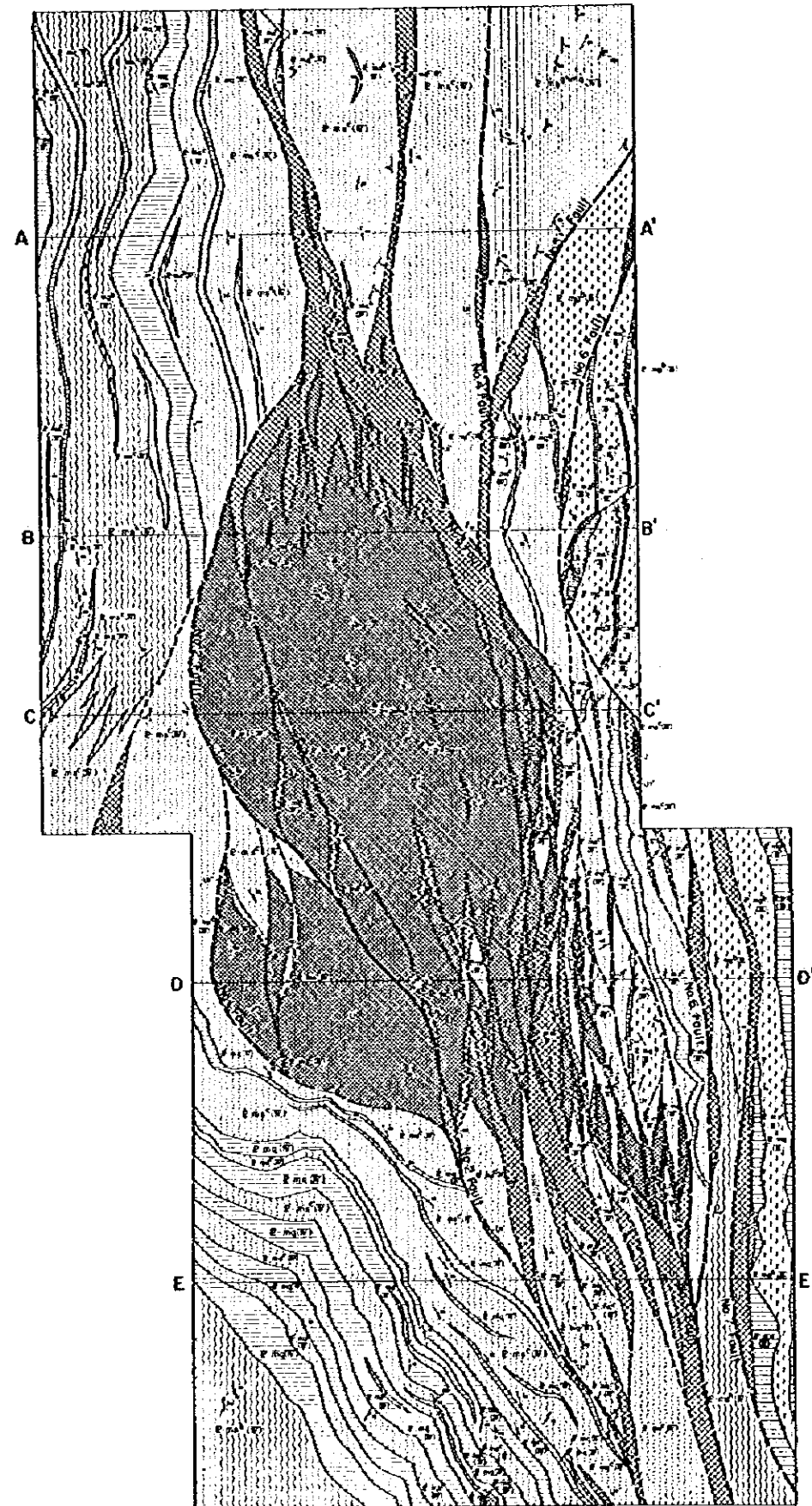
本地区は、初年度準精査A地区の中で、金・クロム・ニッケルの各鉱床が胚胎する Telot 蛇紋岩体を調査対象として設定された面積10km²の地域である (Fig. 1)。調査地域の大部分は、N-SないしNNW-SSE方向に伸びる尾根の東斜面にあり、標高は1,600 mから2,650mを数え、地形急峻である。

地表踏査は、地化学探査実施地域では、間隔100mの東西方向測線に沿って行われ、それ以外の地域では主要な尾根、又は山腹の歩道に沿って行われた。踏査には縮尺1:2,500の地形図を用いた。

本地区の地質は、変成岩類と貫入岩類からなる。変成岩類は、モザンビーク変成岩類のM-III層、M-IV層 (初年度区分のBasement III層、IV層に相当) からなり、角閃石片岩・角閃石片麻岩・緑色片岩類 (アクチノ閃石片岩・緑泥石片岩) ・珪岩類・黒雲母片麻岩を主な岩相としている。貫入岩類は、蛇紋岩類と同岩から形成されたと考えられる滑石片岩からなる。変成岩類は走向NNW-SSEからNNE-SSWで、東へ30°~70°で傾斜しているのが一般的であるが、西傾斜も部分的にみられる。

調査地域は、初年度調査によって明らかにされたEndogh-Telot向斜構造の軸部に当る地域である。この軸部に沿っては、超塩基性岩類の貫入や、後退変成作用による片岩の発達が見られ、また、岩相の断続や、構造の不連続から多数の断層が推定されるなど、構造帯としての性格が示されている。

鉱床は、超塩基性岩類中に主要なものがみられる。蛇紋岩中の小規模レンズ状鉱体としてクロム鉄鉱鉱床が、蛇紋岩類の風化残留鉱床として珪ニッケル鉱床が、又、蛇紋岩及び滑石片岩分布地の原地残留鉱床として山砂金鉱床がある。現在、稼行対象となっているのは山砂金鉱床であり、今回の精査は山砂金及びニッケル鉱化作用の解明を目的としてな



LEGEND

Mozambique Belt rocks (Proterozoic)	
	Actinolite-chlorite schist, magnetite-chlorite schist (dotted porph), including subordinate hornblende schist
	Hornblende schist, hornblende gneiss
	Prophyroblastic garnet and hornblende-bearing muscovite-quartz schist
	Quartzite, quartz schist, psammitic schist
	Biotite gneiss, hornblende-biotite gneiss with subordinate garnet-biotite schist
	Actinolite-chlorite schist, magnetite-chlorite schist (dotted porph), including subordinate hornblende schist
	Hornblende schist, hornblende gneiss
	Quartzite
	Biotite gneiss, muscovite-biotite gneiss
	Graphitic schist

Intrusive rocks	
	Talc schist
	Serpentinite, dunite, peridotite

- Strike and dip of layering of peridotite
- Strike and dip of schistosity, and lineation
- Inferred fault (relatively large)
- Inferred fault
- Mineral locality
- Line of section



Fig. 3-6 Geological Map and Sections, Detailed Survey Area

された。鉱床に関する記載は、3-4の鉱床の項に一括して述べる。

本地区の地質図及び断面図をPlate 2-1~2-3, Plate 3~5, Fig. 3-6に示す。

3-3-2 モザンビーク変成岩類

(1) M-III層

本層は、初年度調査結果では、黒雲母片麻岩、結晶質石灰岩、珪岩・砂質片岩、黒雲母-白雲母片岩などからなり、連続のよい黒雲母片麻岩と、結晶質石灰岩の分布により特徴づけられる地層で、層厚1,500m~3,000mとされている。

本区域のM-III層は、地域東縁に幅150m~300m(+)で南北に伸びて分布している。初年度の準精査A地区地質図において、本区域の南西隅に分布するM-III層は、今回の調査の結果、次項のM-IV層に変更された。

本層の主要な岩相は細粒の黒雲母片麻岩(P-mg^b(III))と珪岩(P-mq(III))であり、ほか、緑泥石片岩(P-ms^c(III))、角閃石片麻岩(P-ms^b(III))、石墨片岩(P-ms^r(III))の薄層が挟在している。黒雲母片麻岩は、場所によっては白雲母・角閃石・ザクロ石(径<10mm)・カリ長石斑状変晶(径<5mm)などを混えている。M-III層の厚さは、本区域内では、300m(+)と見積もられる。

(2) M-IV層

本層は初年度調査結果から緑色片岩類(アクチノ閃石片岩、緑泥石片岩)を主とし、角閃石片岩、角閃石片麻岩を伴う厚さ500m~1,300mの部層であり、M-III層の上に整合に重なりとされた地層であり、本区域では最も広い露出面積を占める。

本区域における岩相は、アクチノ閃石片岩、緑泥石片岩などの緑色片岩類(P-ms^c(IV))が卓越し、角閃石片岩・角閃石片麻岩(P-ms^b(IV))、珪岩類(P-mq(IV))、角閃石-ザクロ石斑状変晶含有両雲母石英片岩(P-ms^{thet}(IV))がこれに次ぐ。黒雲母片麻岩(P-mg^b(IV))は薄層として1層のみが認められている。

緑色片岩類は、後退変成作用により角閃石片麻岩から変わったものとみられる片理の顕著な細粒岩で、緑泥石-アクチノ閃石片岩と緑泥石片岩からなる。緑泥石片岩中には、径数mmから2cmに達する自形磁鉄鉱の斑状変晶がしばしば認められ、時には、片理に垂直方向の圧縮変形を受けたものがみられる。磁鉄鉱を含む緑泥石片岩は、地質図に示されるように、蛇紋岩中の緑泥石片岩及び地域中央部からやや南部でTelot第2断層と第3断層に

挟まれた地帯の緑泥石片岩に多い。これらの地域は、地表調査の結果、多数の断層が推定される所であり、磁鉄鉱を含む緑泥石片岩の存在は、強い剪断作用と後退変成作用を受けた部分を示すものかもしれない。

角閃石片岩・角閃石片麻岩は、本層を構成している塩基性変成岩のうちで、後退変成作用を受けなかったか弱い程度にしか受けていないもので、普通角閃石が未変成のまま残っている（薄片試料BR-93）。本岩の分布は、区域北西部、南西隅及び南東部など、周辺部に主要なものがあり、また一部は、緑色片岩類中に後退変成作用から取り残された小部分として点在している。角閃石片麻岩類と緑色片岩類の境界は、かなり漸移的であり、かならずしも明瞭でないため地質図上の境界は便宜的なものである。

珪岩類は、珪岩及び石英片岩からなる。本岩の構成鉱物は石英を主とし、他に、白雲母、黒雲母、ザクロ石、赤鉄鉱、マンガン鉱物などが認められている（薄片試料WR-74）。

角閃石-ザクロ石斑状変晶含有両雲母石英片岩は、地域北東隅に Telot 第4断層と第5断層とに挟まれてまとまって分布するもので、特徴的な岩相を示すことから一般の石英片岩とは区別した。本岩は、初年度の調査では、分布の分っていなかったものである。岩相は発達した片理と、大きく成長した角閃石（長径 $< 4\text{ca}$ ）、ザクロ石（径 $< 2\text{ca}$ ）の斑状変晶を特徴とし、ほか、黒雲母、白雲母を混えている（薄片試料CR-92, WR-10）。角閃石斑状変晶には時に定向配列が認められ、方向 $S 30^{\circ} \sim 80^{\circ} E$ 、傾斜 $15^{\circ} \sim 75^{\circ}$ を示す。斑状変晶は、発達している部分とほとんど見られない部分とがあり、これらは、数caから数m（+）の規模で互層状にくり返しているようである。本岩はM-IV層に属するものとしたが、広域的な分布は不明である。

本層にみられるこれらの変成岩類の検鏡結果は、いずれも後退変成作用によるとみられる少量の緑泥石の生成が認められている。本区域におけるM-IV層の厚さは、構造の比較的安定している地域南西部で約900m（+）と算定される。

3-3-3 貫入岩類

貫入岩類は、蛇紋岩類と滑石片岩からなる。両者は相伴って産し、初年度調査で明らかにされた Telot 向斜軸に沿う構造帯に貫入している。貫入は周囲の変成岩類と一部調和的であるが、大部分は断層によって不調和的に貫入しているものと推定される。これらの伸長方向は、変成岩類や断層の走向と同じであり、N-SないしNNW-SSEである。

(I) 蛇紋岩類

蛇紋岩類 (U) は、変成岩類や滑石片岩中のレンズ状貫入岩体として産する。

蛇紋岩体の形や分布は、今回の精査により詳しく調べられ、蛇紋岩の大岩体 (Telot蛇紋岩体) とその周辺に産する30ほどの小岩体が区別された。

Telot蛇紋岩体は、南北延長約 2.5km、東西幅約 1kmの長円状の形をしており、露出面積約 2km²を占める。北部と南部では、緑色片岩、又は滑石片岩を多量に挟んで入り組みながら、岩体は急激に終わっている。岩体西側は、Telot第1及び第2断層により境され、明瞭な境界を示す。一方、東側は、断列の発達により、蛇紋岩、滑石片岩、緑色片岩がレンズ状の小岩体として入り組んで分布しており、Telot蛇紋岩体の境界は不明瞭である。

小岩体は、大きさが、幅数10m~50m、延長 200m~ 300m規模のものが多く、Telot蛇紋岩体の南東部に20岩体ほどがややまとまって分布するほか、断層に沿って点在する。

岩体の深部での形態に関しては、西部では、Telot第1断層及び第2断層の推定露頭線より、東へ25°~50°傾斜しているとみられ、これは後述の片状構造の傾斜ともほぼ一致している。東部での形態は、断層の傾斜がよく分らないため不明である。第1及び第2断層に示された傾斜が地域の断層の一般的傾斜であれば、東傾斜と考えられ、また、片状構造が岩体の深部での形態を示すものであれば、西傾斜と考えられる。McCall (1964) は、蛇紋岩中の片理と劈開のパターンから、深部において急激に狭まる、ロート状の形態を考えている。

Telot蛇紋岩体中の内部構造として、層状構造と片状構造が認められる。層状構造は、No 2クロム鉄鉱体周辺及び同鉱体より北北東方向に 100m~ 300m離れた旧探鉱道路の切り通しで観察される。走向N30°W~50°W・傾斜40°~50°SWを示し、一つの層の厚さは数cm~1m以内が多い。層状構造が認められたのは、蛇紋岩が深く削削された箇所だけであるが、初生構造として岩体全体にあるとみられる。層状構造部を構成する蛇紋岩の岩相は検鏡資料がないため不明である。しかし、層状構造や後述のウェールライトの存在は、Telot蛇紋岩体がcumulate起源であることを示しているのかもしれない。

片状構造は、蛇紋岩が剪断作用を受けて形成されたものとみられ、岩体の各所で観察できるが、片理といえるほどに明瞭なものではない。走向はN-SからNNW-SSE方向で、傾斜は岩体西側では30°~70°E、岩体中央から東側では30°~80°Wを示すものが多い。層状構造の分る地域では片状構造はそれとほぼ平行している。

本区域の蛇紋岩の岩質は、蛇紋岩化の程度により様々であり、カンラン石が80~90%占めるかなり新鮮なカンラン岩質のものから、全て蛇紋石からなるものまでみられる。クロム鉄鉱を含有するものは蛇紋岩化が著しく、完全にアンチゴライト質蛇紋岩に突っている。蛇紋岩化に伴う次生鉱物としては、アンチゴライト、滑石、方解石などが認められる（薄片試料WR-21, 79, 137, 143）。蛇紋岩類の原岩としては、検鏡の結果ウェーライト、レルゾライト及びグナイトが区別されているが、肉眼による区別は困難である。

多くの蛇紋岩類は、肉眼的には淡緑色~暗緑色の細粒な岩石であり、径1mmほどの磁鉄鉱粒をしばしば含んでいる。岩体中には珪化作用を蒙った箇所も広く分布し、珪化蛇紋岩帯を形成している。強珪化蛇紋岩は、白色、明灰色、褐鉄鉱汚染による明褐色などを呈し、風化に対する抵抗性が強いことから、小規模な尾根や地表から突出した露岩帯を作っている。幅数mmから10cmくらいの玉スイ質石英脈が強珪化帯にはよく見られるが、強珪化帯を離れても、蛇紋岩の節理を埋めるシリカ脈が広範囲に認められる。

蛇紋岩の2試料について化学分析を実施した。その結果とC.I.P.Wノルム値をTable A-4に示す。

化学分析値は、両試料ともほぼ同様であり、Telot蛇紋岩体の化学的特徴として、 $MgO/Total\ FeO$ 比が7.5以上と高く、Feに乏しい性質が示されている。 $MgO \times 100 / (MgO + Total\ FeO)$ 値は88~89であり、“Alpine type”の蛇紋岩類の範囲に入る。また、 $MgO-CaO-Al_2O_3$ 三角図では、 CaO, Al_2O_3 が乏しいことからMgO端に集まり、これらはColeman (1977)による“Metamorphic Peridotite”の領域に入る。ノルム値の計算は、林正雄(1968)に示された計算法に従って行った。これは通常の方法とは次の3点が異なる。

① Cr_2O_3, NiO はそれぞれ等量の FeO, Fe_2O_3 を加えクロム鉄鉱とトレポライトをつくる。

② 長石類をつくった残りの Al_2O_3 と等量の MgO を加えスピネルをつくる。

③ 雑輝石、トレポライトをつくった残りの Fe_2O_3 は FeO としてカンラン石と輝石をつくる。

ノルム鉱物では、hypersthene-olivinがWR-21とWR-137でそれぞれ34% (hy) - 51% (ol), 3% (hy) - 83% (ol)であり、WR-137はほとんどノルムolivinからなる。

(2) 滑石片岩

滑石片岩 (U¹) は、レンズ状～層状貫入岩体として単独に、あるいは蛇紋岩類を伴って分布する。本地域の大部分の滑石片岩は、Telot蛇紋岩体南東方の蛇紋岩、滑石片岩、緑色片岩の入り組んだ分布から推定されるように、変成岩類とは不調和な関係で貫入していると考えられる。幅は、多くは100m以下であるが、Telot蛇紋岩体北部で、蛇紋岩と入り組んだ部分では広い分布を示している。伸長方向の連続性は良く最大2km (+) に及ぶ。

岩相は、白色～淡灰色の弱い片状構造を有する岩石で、しばしば酸化鉄の皮膜を持つ空隙が認められる。滑石の結晶度の高いものでは径数cm、淡緑色葉片状のものがみられる。既存文献では、直閃石を随伴するものが知られている。

滑石は、マグネシウム珪酸鉱物あるいは、珪質ドロマイト・マグネサイトが変質して生成された鉱物であるので、本滑石片岩の源岩は同岩に伴う蛇紋岩類と考えられる。

3-3-4 地質構造

(1) 概要

初年度準精査A地区の調査結果から、精査区域は、Endogh-Telot向斜の軸部が通る地域であり、この軸部に沿うN-SないしNNW-SSE方向に伸長する構造帯を含んでいる。この構造帯は多数の断層の発達、蛇紋岩・滑石片岩類の貫入、後退変成作用による緑色片岩の形成などで特徴づけられる。

(2) 褶曲

Endogh-Telot向斜の向斜軸の位置は、軸部が構造帯と重なっているため不明瞭であり、縮尺1:2,500の地質図上に示すのは困難である。恐らく向斜軸は、Telot第2断層と第3断層の間に位置するものと考えられる。

向斜構造の西翼にあたるTelot第2断層より西側の変成岩類は、比較的構造が安定している。北半部ではNNW-SSEからNNE-SSW走向で、東へ50°～80°の傾斜が一般的である。しかし逆の傾斜もみられ、局所的な褶曲をしていることが推定される。南半部は、走向N-SからNW-SEで、傾斜は東へ30°～60°と、北半部に比して緩く、また、逆傾斜は認められていない。NW-SE走向部は、蛇紋岩体の貫入によって本来の走向方向から曲げられたものであり、同岩体の近くにのみ認められる。

向斜構造の軸部から東翼にあたる Telot第2断層より東側の変成岩類は、多数の断層に切られて複雑な分布と構造を示している。西翼ではみられなかったM-IV層が東翼では南北に帯状の分布をみせていることから、構造帯の東側の地塊の相対的上昇がうかがえる。変成岩類の走向はNNW-SSEからNNE-SSW方向が卓越するが、第3断層以西ではENE-WSWからESE-WNW方向のものも局所的にみられ、断層運動による擾乱を示唆している。傾斜は30°~70°程度で、北半部では東傾斜を示すブロックと西傾斜を示すブロックとが断層により分離されている。南部ではほとんど東傾斜のみであり、向斜構造は転倒向斜となっている。

(3) 断層

本区域には多数の推定断層があり、この中で、連続性が良いもの又は転移量が大きいと考えられるものについて、Telot第1~第7断層と命名する。これらの断層は次のような地質現象に基づいて推定された。

① Telot蛇紋岩体南東方では、蛇紋岩・滑石片岩・緑色片岩が入り組んだ分布を示し、レンズ状のブロックとなっている。

② 地域北東隅に分布する厚層で特徴的な岩相の角閃石-ザクロ石斑状変晶含有両雲母-石英片岩は、南方へは連続していない。このような岩相の不連続がその他にもみられる。

③ Telot部落の西方700m付近に分布する片理の明瞭なM-IV層の黒雲母片麻岩は、僅か100m走向方向に離れた露頭群で全て逆傾斜を示す。

④ 蛇紋岩や滑石片岩を近くに伴う小ブロックの緑色片岩では、走向が一般走向と違ってE-W系を示すのが数箇所みられる。

⑤ 蛇紋岩、滑石片岩の分布と変成岩類の構造とは不調和な部分も多い。

⑥ 蛇紋岩、滑石片岩の貫入や、強い剪断・圧砕作用の産物である後退変成岩の存在は構造帯としての性格を示す。構造帯は一般に多くの断層を伴っている。

断層の走向は、主にN-SからNNW-SSE方向であり、NNE-SSW方向のものも一部推定される。傾斜は、Telot第1断層及び第2断層の地表に近い部分については、露頭線と地形の関係から判断される。

第1断層は、Z測線からEE測線間の露頭線より、標高2,275mくらいまでは50°E、標高2,275mから2,150mくらいまでは30°E程度の傾斜となっている。第2断層は、P測線からV測線間の露頭線より、標高2,340mくらいまでは50°E、標高2,340mから2,250

くらいまでは 25° Eの傾斜である。いずれも標高の高い部分で急傾斜であり、低い部分では $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ と緩い。こうした緩い傾斜は、街上性の断層である可能性も示す。西断層の深部の傾斜を推定する資料はないが、断面図では高角度に変わるものとした。

その他の断層の傾斜の推定は困難であるが、ここでは垂直ないし東へ急傾斜するものとした。

3-4 鉍床・鉍徴

初年度の準精査A地区における、Telotの蛇紋岩体に伴うクロム、ニッケル、金の各鉍床のなかで、ニッケル及び金鉍床が今年度の精査にとりあげられ、地質・地化学探査が行われ、同時に鉍床調査が実施された。また初年度の概査区域の南方隣接地（縮尺1:50,000地形図：Cherangani）で概査が行われ、未探鉍地域における鉍床賦存の可能性が考察された。

3-4-1 概査区域

概査区域には、過去に鉍床・鉍徴についての記録はない。本年度の調査からは次のような鉍徴が得られた（Fig. 3-7, Plate 6）。

(1) 砂金採取地

区域東部のMoiben川の最上流部の、長さ約10kmの区域で、砂金を採取した跡がみられ、10数名の地域住民により河床砂礫のパンニング作業が行われている。彼等の話では、採取される金量は少なく、農耕牧畜の合い間に行っているとのことである。

この砂金に対応する地質現象は不明である。

(2) 珪化帯

珪化帯は、地核北東部のChepkotet付近及び中央部のKapsait付近に認められる。

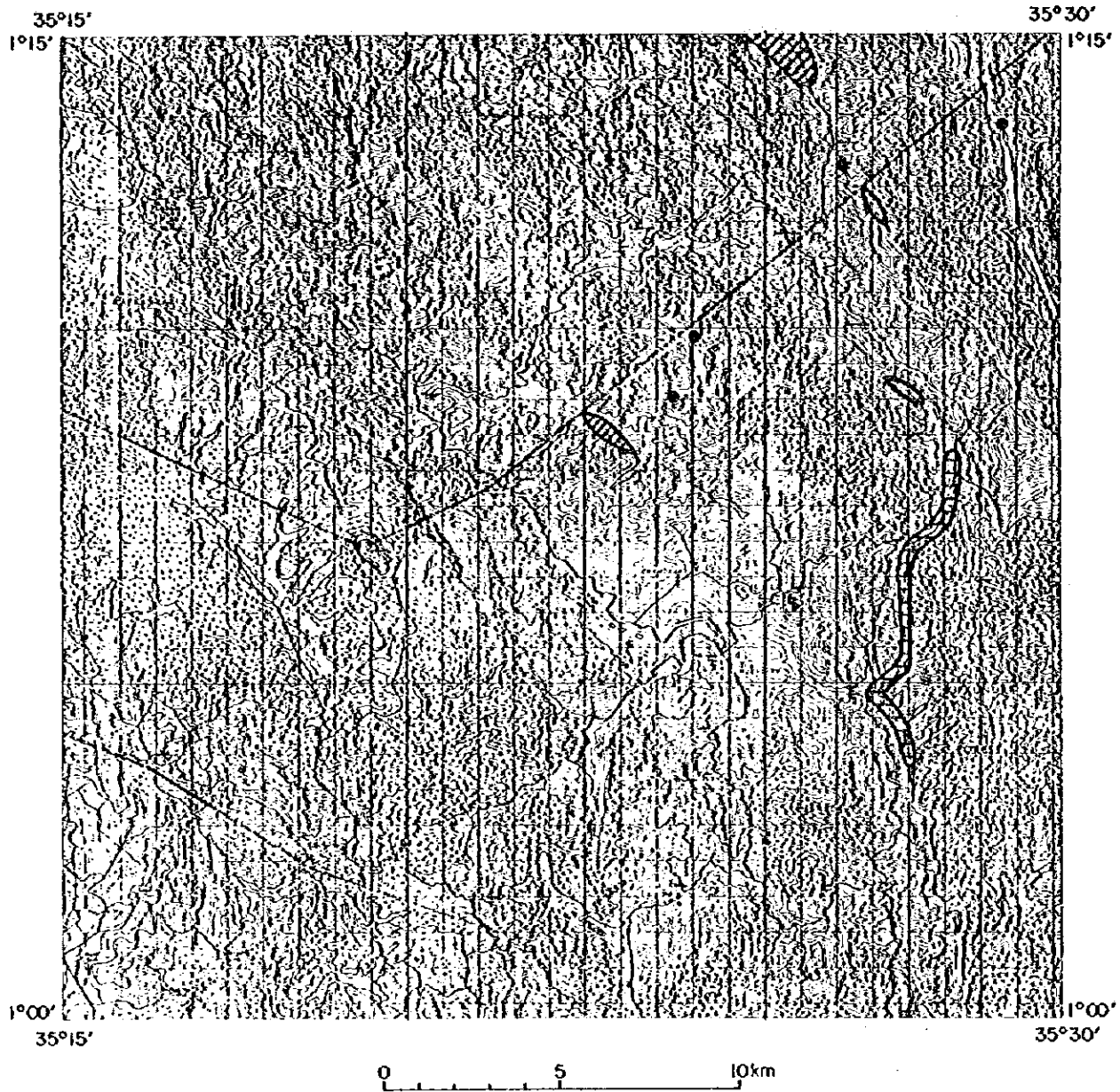
Chepkotet付近では、長さ2km以上にわたって、自動車道路上に強珪化岩の露出があり、原岩としては、珪岩が認められるほか、他は不明である。

薄片（CR-135A）の検鏡結果（Table A-1）、石英・絹雲母・褐鉄鉍が認められ、X線回折結果（CR-134B）からは石英と滑石が同定された。また、研磨片（CR-134B、CR-135B）の検鏡結果（Table A-2）、微粒・微量の黄銅鉍及び金粒が認められ、熱水変質を伴う弱い鉍化作用があったものと考えられる。

Kapsait付近の珪化帯は、長さ1.5kmの間に、2ヶ所、磁鉄鉍・絹雲母・石英細脈が認められたのみである。

(3) スカルン

区域の北東部の結晶質石灰岩分布域の2ヶ所に、小範囲に珪灰石を主とし、石英・白雲母・鉄鉍物を含む岩石が分布する。近くに花崗岩や花崗閃緑岩の岩脈～岩株が分布するのでスカルンの可能性が強いが、広域変成作用を受けた石灰岩からの産物である可能性もあ







-  Gold panning location
-  Skarn zone
-  Silicified zone
-  Limonite float

Fig. 3-7 Mineral Occurrence, Regional Survey Area

る。有用金属鉱物の分布は認められなかった。

(4) 褐鉄鉱

区域の中央から北東部の4ヶ所に、褐鉄鉱の分布が認められた。これらはいずれも、傾斜の少ない干上がった湿地状の地帯に少量分布する沈殿性のもので、鉄床を形成するような規模のものではない。

3-4-2 精査区域 (Telotの金、ニッケル鉄床)

(1) 位置・交通

本鉄床は、West Pokot郡のTelot地区にあり、Sekerr山地の南部の、北緯 $1^{\circ}36'$ 、東経 $35^{\circ}23'$ の地点に位置する。海拔は、2,200m～2,400mである。

本鉄床に至る経路は次のとおりである。Kitaleから国道A-1を通りOrtumを経由してMarich Passに至る(100km, 1時間半)。次にMarich Passの北方約3kmの地点で国道A-1から分岐する四輪駆動車用の山岳道路に入り、高度差約900mの急崖を登り、Telot部落に至る(約15km, 1時間)。Telot部落からは、破損した探鉱用旧自動車道を歩行し、鉄床に至ることができる(30分～1時間)。

(2) 沿革・経緯

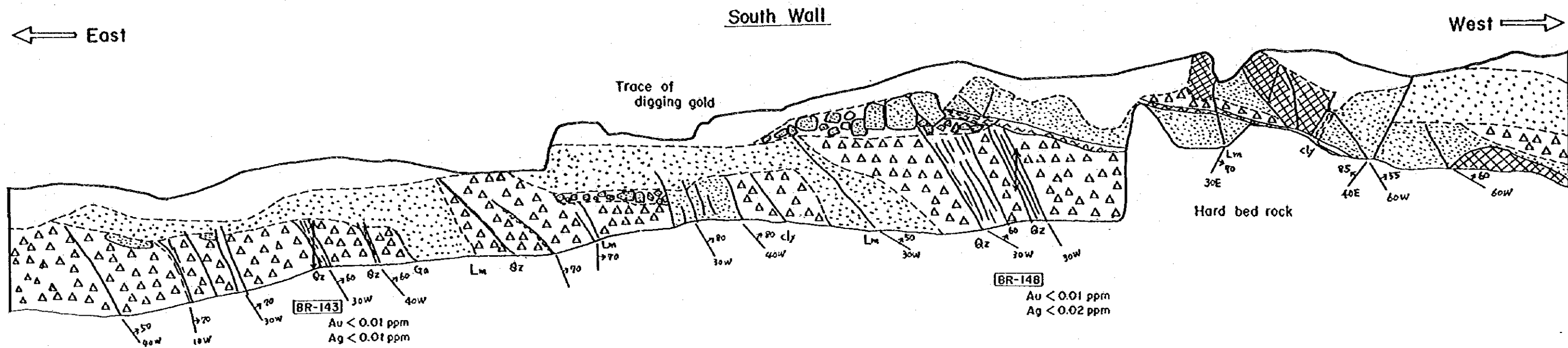
Telotにおけるクロム・ニッケル鉄床は、1956年に発見され、以後、南アフリカのNew Consolidated Gold Field Ltd., ケニア鉄山地質局 (Department of Mines and Geology) 及び、日本钢管株式会社・鋼管鉄業株式会社・伊藤忠商事株式会社からなる日本側コンソシアムなどにより探鉱が行われてきた。これらの探鉱の概要と結論をTable 3-2に示す。

一方、金鉄床は、1963年の独立以前から稼行されてきたとされるが、前記の各報告書にも記載はなく、近年盛んになってきたものと考えられる。

次に、初年度の本調査は、Telotのクロム・ニッケル鉄床を中心とし、同鉄床の賦存する蛇紋岩体及び滑石片岩を含む面積120km²の範囲について、地質調査・地化学探査の準精査を実施した。この結果、ニッケル鉄床に関しては、地表部の数ヶ所に最大品位2.79%に及ぶニッケル鉄石が見出され、既知の鉄化帯の中での経済品位部の規模と形態を把握する必要があるものと考えられた。また、金鉄床に関しては、現在、地域住民により採取が行なわれている地区を中心として、N-S方向に伸びる顕著な金の地化学異常帯が把握され、高次の探鉱の導入が必要と判断された。

Table 3-2 Summary of Exploration work for Telot Cr, Ni, Au, Deposits

Investigator Item	New Consolidated Gold Fields Limited	Department of Mines and Geology	Nippon Kokan K.K. Kokan Mining Co., Ltd. C. Itoh & Co., Ltd.	MOAJ & JICA (Phase I)
Period of Investigation	April 1957~March 1958	Dec. 1957~Sept. 1968	April 1976~May 1977	Oct. 1993~March 1984
Road Construction	Landrover Truck 7 mile (11.26 km)			
Road Repairment, Improvement		7 mile (11.26 km)	14 km	
Topographic Survey	Grid-line control	Picketting 3,000ft x 6,000ft 200-foot grid		
Geological Survey	120 mi ² (310 km ²)	About 3 km ² (1)	20 km ²	120 km ² (Semi-Detailed Survey)
Geophysical Survey		Grand Magnetic Survey 32,000 line feet, 100-foot interval		
Trench Excavation Pit Work Tunnel	5,800 Cubic Yards (4,434 m ³)	500 feet Av. width 3~4 ft Av. depth 5~6 ft	1,380 m 67 pits 122.60 m	Clearing of old Trenches
Diamond Drill Hole		11 winkle DDHs (total 289 ft)	11 DDHs (Total 412.07 m)	
Analysts	319 soil samples for Ni, Co Some Cr-Ore	58 samples for Cr, Ni	45 samples for Cr, Fe, Ni, Au, Ag, Pt	206 soil samples for Cr, Ni, Co, V, Pt. 61 soil samples for Au 6 samples for Au, Ag 20 samples for Cu, Pt, V, Fe, Al 21 samples for Co, Ni, Co
Main Targets	Chrome, Nickel	Chrome, Nickel	Chrome	Chrome, Nickel, Gold
Ore reserves of chromite deposit	Total tonnage proved 3,000 tons	Proven reserves 13,000 Long tons Probable reserves 6,500 Long tons Possible reserves 40,000 Long tons Average grade 49.17% Cr ₂ O ₃ Average Cr/Fe ratio 3.12/1	Main ore body 3,600 tons Total of float ore 3,800 tons Grand total of proved reserves 7,400 tons Probable ore reserves 1,000 tons Proved + Probable 8,400 tons 45% Cr ₂ O ₃	The reserves of a single body might be in the order of few to several thousand tons.
Ore reserves of nickel deposit	Total tonnage 8,000,000 tons Averaging a little over 1.0% Ni.	Probable indicated reserves 5,333,000 long tons Grade slightly more than 1% Possible indicated reserves 14,425,000 long tons Average grade 0.7% Ni.	No calculation	No calculation
Conclusion	The prospect does not appear to be economic at ruling prices.	Further development work in order to increase proven chromite reserves and to up-grade present possible indicated reserves to category of proven reserves of nickel is justified.	The development of telot chromite depo- sit will not be profitable. Exploitation of nickel ore will not be economical.	Further detailed geochemical and geological exploration works for nickel and gold mineralization are recommended.



- | | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | | 7 | |
| 2 | | 8 | |
| 3 | | 9 | |
| 4 | | 10 | |
| 5 | | 11 | |
| 6 | | 12 | |

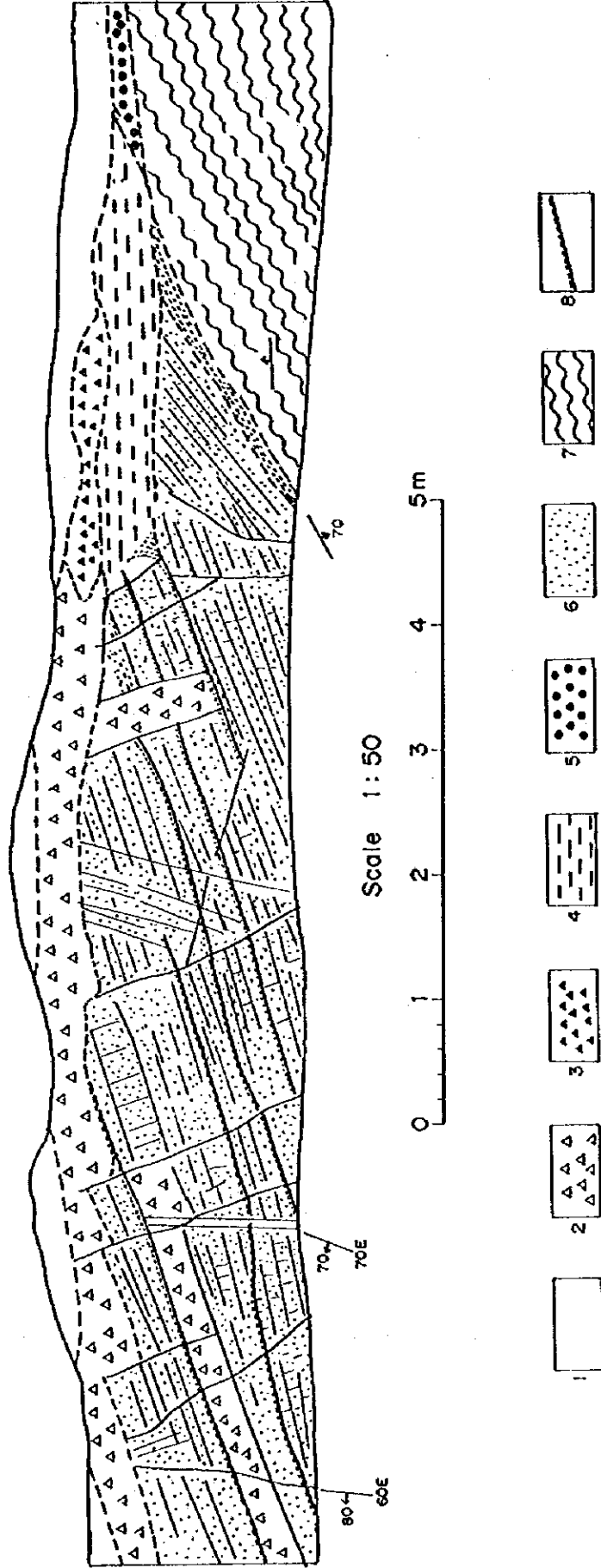
- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. Bluish brown sandy soil and gravel with grass roots | 7. Boundary of rocks or soil horizon |
| 2. Reddish brown sandy soil | 8. Joint or cracks |
| 3. Sand and gravel composed of serpentinite | 9. Dip & strike of joint |
| 4. Fresh hard serpentinite | 10. Garnierite stain |
| 5. Weathered earthy serpentinite | 11. Quartz vein |
| 6. Chlorite schist | 12. Silicified zone |

Fig. 3-8 Geological Sketch of J-14 Trench

West Wall

North \rightarrow

\leftarrow South



1. Bluish brown sandy soil and gravel with grass roots
2. Pale brown-partly reddish brown strongly decomposed serpentinite, earthy
3. Serpentinite breccias
4. Reddish brown horizon, clay rich
5. Breccias of chlorite schist
6. Serpentinite partly silicified
7. Chlorite schist
8. Crack with clay

Fig. 3-9 Geological Sketch of L-18 Trench

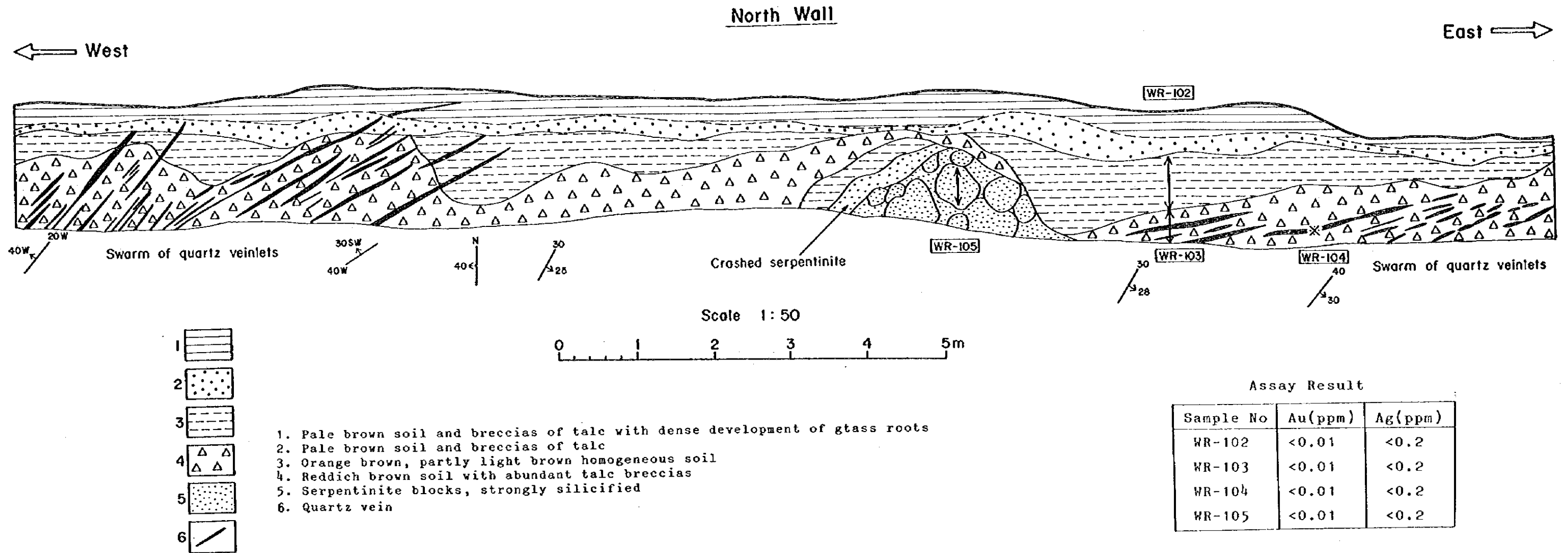


Fig. 3-10 Geological Sketch of M-16 Trench

一方、クロム鉱床については、すでに試錐を含む精査が実施済みであり、その結果、クロム鉱床は、主として鉱量の面から経済的価値が低いと判断され (Table 3-2)、当調査でも同様な結論が得られた。以上の経緯から、第2年次の調査では、金鉱床とニッケル鉱床を対象とした精査が実施されることになった。

(3) 金の鉱化作用

(概況)

現在、クロム鉱床の北方3~4kmの尾根部で、200~300人に及ぶと思われる地域住民により、表層の土壌または風化岩石の採掘が手廻り作業で行われ、近くの流水のある沢まで運ばれたのち、パンニングにより金の採取が行われている。採掘は試行錯誤的に行われ、鉱況の良い部分では、深さ5m前後まで掘り下げられている。運搬はもっぱら人力にたよられ、最も遠い所では5kmの距離を運ばれている。一般には、1名の採掘者により、日に数100kgの土壌が処理され、成績の良い者の場合で、1週間に1グラム程度の金を獲得しているとのことである。これから採取可能金品位を推定すれば0.5グラム/トン前後であり、パンニングの実収率から考えれば、元鉱品位は1グラム/トン程度であろう。現在の採掘地では、既にかなりの面積の地表が掘り起されており、採掘地区は南部に展開していく傾向を示している。

(地質)

地化学探査測線での地質調査の結果、現在の金の採掘域は珪化帯の中にあること、珪化帯はN-S方向に著しい伸びを示し、その主な部分は、蛇紋岩体の中央部にあって、幅約350mの広がりをもつことが判明した (Fig. 4-12)。一方、砂金採掘を観察した結果、細粒の珪化物を含む土壌が相対的に金の含有量が高いことが認められた。この結果、金の鉱化作用が珪化作用に関係しているものと判断された。

トレンチ (Fig. 3-7~3-9) とピット (巻末) の観察及び地表調査の結果、蛇紋岩体、特に珪化帯の中における珪質物には、次のものがある。

(a) 玉髓質石英脈

蛇紋岩及び滑石片岩中に、幅数cmから数10cm前後で、レンズ状~層状に産し、母岩の構造と調和するもの (走向: NNW-SSE, 傾斜: 主としてW傾斜) と、網状で多孔質なものがある。

(b) 白色石英脈

蛇紋岩及び滑石片岩中に網状に産する細脈（脈幅：0.1～数mm）と、脈状に産する細脈（脈幅1mm～数cm）がある。

(c) 珪化蛇紋岩

幅数mから数10mに及び、NNW-SSE方向に伸長する。灰白色～淡褐色を呈し、著しく硬化し、しばしば突出した地形を作る。

(d) 珪化滑石片岩

滑石片岩中にレンズ状に産し、幅は数cmから数m程度である。

これらの珪化物質に対して以下の室内実験を実施した。

化学分析結果

珪化物質及び土壌試料の20試料についてAu及びAgについて行った化学分析結果はTable 3-3の通りである。

Auは、細粒の珪化物を含む土壌に0.07ppm 検出されたのみである。Agは同上の試料に1.0ppm検出されたほか、玉髄質石英脈に2.5ppm検出されたのが注目される。これは、第1年次の調査において、馬瑙様玉髄質石英脈の2試料のみが、検出限界以上のAgの含有を示した事実と一致する。これは、玉髄質石英脈が、Au・Agの鉱化作用に関わる珪化物質である可能性を示す。

研磨片検鏡結果

同上の玉髄質石英脈の研磨片の検鏡結果（Table A-2）、微粒の金粒が確認され、前述した仮説を支持している。

X線回折結果

前述の玉髄質石英脈の近傍に分布する珪化滑石片岩のX線回折結果はTable A-3の通りであり、滑石と石英が検出されたのみであり、他の変質鉱物は認められなかった。Telotにおける珪化帯では、肉眼的に黄鉄鉱や粘土鉱物は認められておらず、この結果は、珪化帯で黄鉄鉱や粘土鉱物が生成するような強い変質作用がなかったことを示す。

〔鉱化作用の考察〕

Telotにおける金の鉱化作用が、蛇紋岩・滑石片岩の珪化部と密接に関係し、珪化帯の主な部分が、幅約350mで南北に2kmにわたって連続し、後述（第4章）の金の地化学異常値を示す試料が、この幅約350mの範囲に大部分含まれる事実は重要である。

地質調査結果から、蛇紋岩の破砕部や断層には、レンズ状の滑石片岩の分布がしばしば

Table 3-3 Result of Chemical Analysis (Ore), for Au Ore

Sample No.	Au (ppm)	Ag (ppm)	Location*	Remarks
BR-9	<0.01	<0.2	L-20 Surface	Brown limonite stained silicified serpentinite
BR-130	<0.01	<0.2	J-14 Pit	Khaki soil with decomposed serpentinite breccia
BR-143	<0.01	<0.2	J-14 Trench	Khaki soil with film veinlets of amorphous quartz
BR-148	<0.01	<0.2	ditto	ditto
BR-150	<0.01	<0.2	L-18 Trench	Brown soil with decomposed serpentinite breccia
CR-13	<0.01	<0.2	R-15-R-16	Agate like amorphous quartz vein with boxwork of limonite
CR-22	<0.01	2.5	T-15 Surface	Chaicedonic quartz vein
CR-31	<0.01	<0.2	Z-8 Surface	Brown limonite stained silicified serpentinite
CR-99	<0.01	<0.2	I-18 Surface	Brown soil with fine talc breccia
WR-15	<0.01	<0.2	L-19 Surface	Porous quartz veinlets
WR-16	<0.01	<0.2	L-17 Surface	Strongly silicified serpentinite
WR-102	<0.01	<0.2	M-16 Trench	Orange brown soil, talc schist origin
WR-103	<0.01	<0.2	ditto	Reddish brown soil, talc schist origin
WR-104	<0.01	<0.2	ditto	Silicified talc schist
WR-105	<0.01	<0.2	ditto	Strongly silicified rock (talc schist origin?)
WR-112	<0.01	<0.2	M-8 Pit	Silicified serpentinite (vein-like)
WR-127	<0.01	<0.2	L-11 Pit	Quartz vein
WR-128	<0.01	<0.2	M-16 Pit	Thin quartz veinlet
WR-181	<0.01	<0.2	K-15-K-16	Silicified leached serpentinite
WR-182	0.07	1.0	K-13-K-14	Yellowish green soil with fine siliceous material

*Ref. Plate 9; Location Map of Pits, Trenches, Soil samples and Tested Samples

認められている。一方、この中央部の珪化帯で掘られたピットやトレンチ（例M-16トレンチ）では、滑石片岩の分布がしばしば認められ、同時に強い珪化作用も認められる。したがって、この珪化帯は一連の断層・破砕帯を形成しているものとみられ、珪化に伴う金の鉱化作用は、この断層・破砕帯を通して行われたことを示唆している。

超塩基性岩に伴う金鉱床は、世界各地に認められているものの、金の起源については必ずしも明瞭でなく、金は、超塩基性岩に初生的に含まれているとする考え方と、断層や破砕作用など構造運動によりもたらされたとする考え方の2通りある（Boyle, 1979）。

Telotの金鉱床は、その北方のEndogh川上流の金鉱床（第1年次報告書）も超塩基性岩に伴う滑石片岩中に賦存し、2つの鉱床ともに1つの構造帯の中に含まれることを考慮すれば、Boyle（1979）の指摘と同様、超塩基性岩に含まれていた初生的な金が構造運動の効果によって濃集した可能性が考えられる。

〔鉱量・品位〕

露天掘を前提として、珪化帯の中で、化探試料で検出限界以上の金の含有量を示す最大の範囲を珪化帯と仮定すれば、その面積は、

$$350\text{m} \times 2,000\text{m} = 700,000\text{m}^2$$

であり、探掘の容易な風化帯の深度を10m、鉱石の比重を2.5と仮定すれば、鉱量は

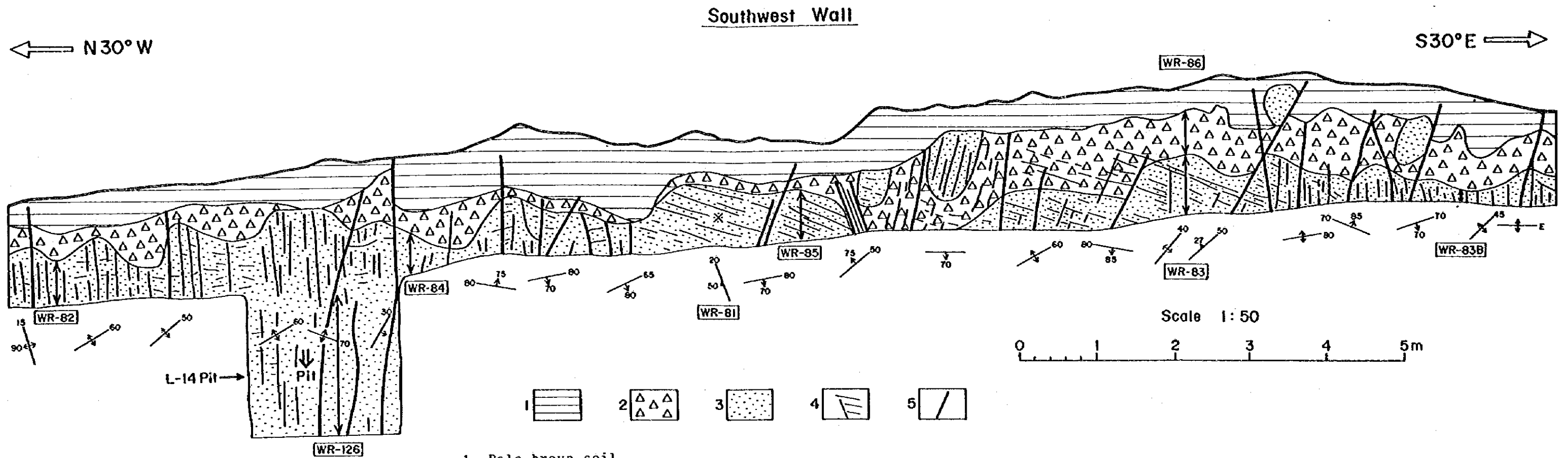
$$700,000\text{m}^2 \times 10\text{m} \times 2.5\text{ton} / \text{m}^3 = 17,500,000\text{ton}$$

である。品位は、最も鉱況のよい部分で1.0g/ton程度と見積もられ、全体としては、地化探結果からみても、0.5g/tonをはるかに下回るものと考えられる。これは、現在世界各地で探掘されている露天掘鉱山の平均的品位0.10oz/ton \approx 3g/tonと比較してかなり低い。したがって、本鉱床は、組織的探掘には向かない鉱床と判断される。

(4) ニッケルの鉱化作用

〔地質〕

ニッケル鉱床の調査のために掘られたトレンチの地質スケッチをFig. 3-11~3-13に、また、ピットの地質スケッチを巻末に示す。これらと地表の地質調査の結果をまとめると、Telotのニッケル鉱床の模式柱状図はFig. 3-14の通りになる。次に、地表で採取した鉱石試料及び、トレンチ・ピットでの鉱石試料の分析値と、土壌地化探で得られたNi含有量5,000ppm以上の試料の分析値を参考にして、地形を考慮すると、10,000ppm以上の含有量をもつニッケル鉱石が、まとまった広さをもって分布する可能性のある範囲は、Fig.



1. Pale brown soil
2. Strongly decomposed serpentinite (structure invisible)
3. Weathered serpentinite (structure visible)
4. Joint
5. Fissure

Assay Result

Sample No	Ni (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Fe (%)	MgO (%)	SiO ₂ (%)
WR-81	21000	240	2700	6.60	28.2	39.0
82	10000	250	2600	5.55	23.0	40.4
83	11000	330	2800	8.10	25.8	45.2
83B	11400	290	2900	6.45	16.0	41.8
84	11500	400	3800	13.05	20.8	45.1
85	20000	330	2700	7.05	30.0	41.9
86	16000	330	2700	7.50	14.0	43.2
126	7200	330	2100	6.00	28.8	43.3

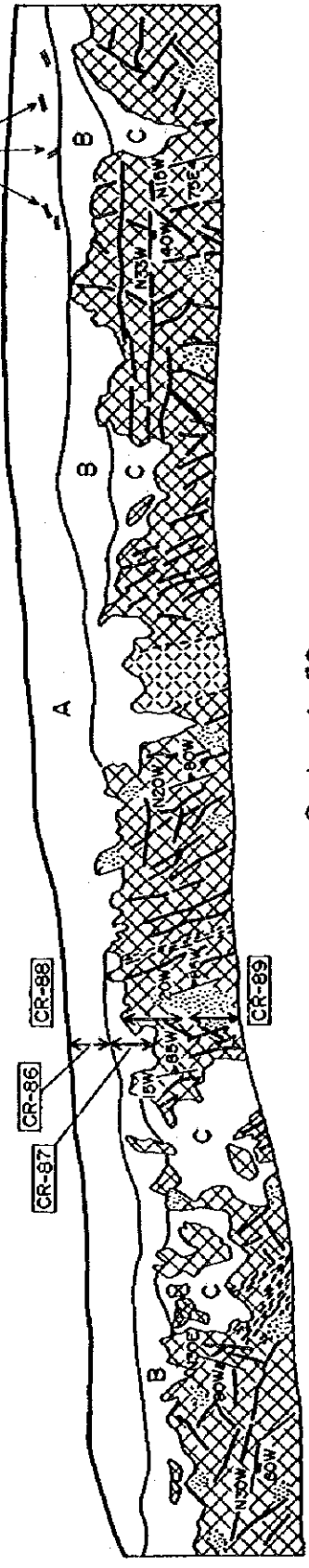
Fig. 3-11 Geological Sketch of L-14 Trench

← S53°E

Southwest Wall

N53°W →

Fragments of quartz veinlet
w = 0.2~0.5cm, l < 3cm



Scale 1:50



- Serpentinite
- Silicified serpentinite
- Schist sity
- Joint
- Assayed sample No.

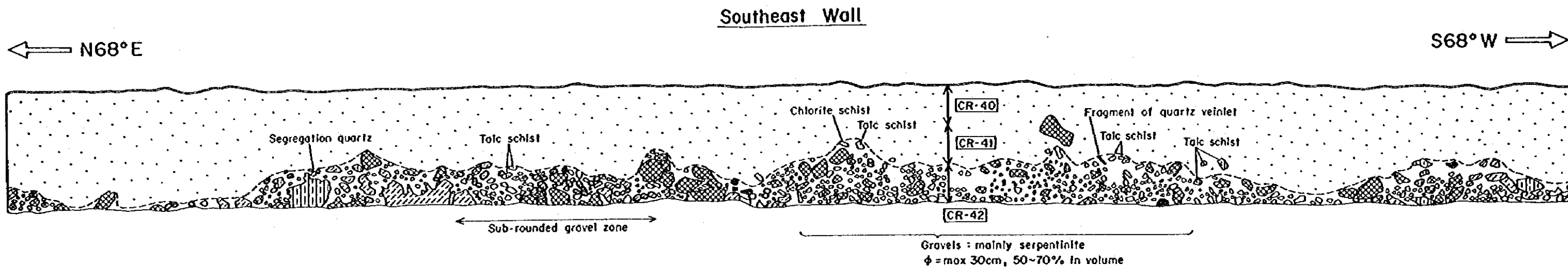
- Garnierite stain along cracks
- Sheared serpentinite
- Cracks in serpentinite

- A. Brown soil (A horizon) with gravels of serpentinite, silicified serpentinite talc schist and chlorite schist
- B. Reddish brown soil (B horizon) with fragments of serpentinite and silicified serpentinite
- C. Brown soil (C horizon?) with fragments of serpentinite and silicified serpentinite

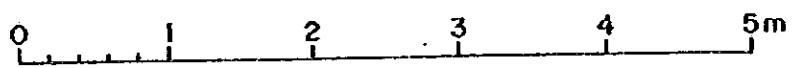
Assay Result

	Ni(ppm)	Co(ppm)	Cr(ppm)	Fe(%)	MgO(%)	SiO ₂ (%)
CR-86	4300	680	10000	9.45	21.0	37.7
87	4900	570	4500	9.00	27.2	43.5
88	7400	220	3200	5.40	26.0	48.2
89	9200	440	2900	6.75	14.2	40.2

Fig. 3-12 Geological Sketch of R-18 Trench



Scale 1:50



- Hard porous brown soil
- Sub-angular~Sub-rounded poligenetic gravel zone
- Schistosed serpentinite
- Silicified serpentinite
- Chlorite schist
- Talc schist

Assay Result

Sample No	Ni(ppm)	Co(ppm)	Cr(ppm)	Fe(%)	MgO(%)	SiO ₂ (%)
CR-40	2700	240	3300	11.25	11.0	43.5
CR-41	2700	260	2600	10.60	10.6	43.0
CR-42	2800	220	3100	8.10	8.3	40.6

Fig. 3-13 Geological Sketch of FF-31 Trench

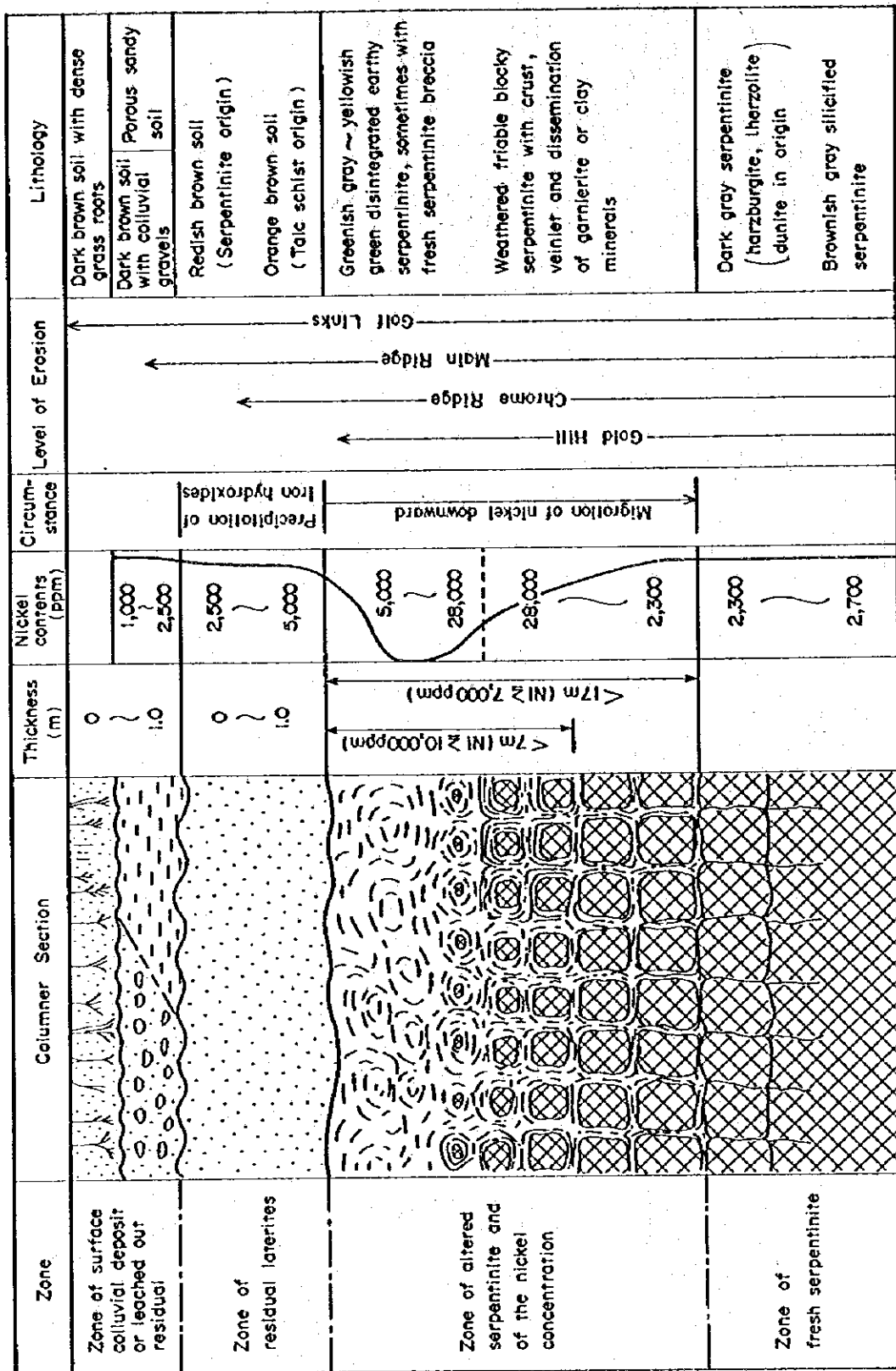


Fig. 3-14 Generalized Profile of Telot Garnierite Deposit

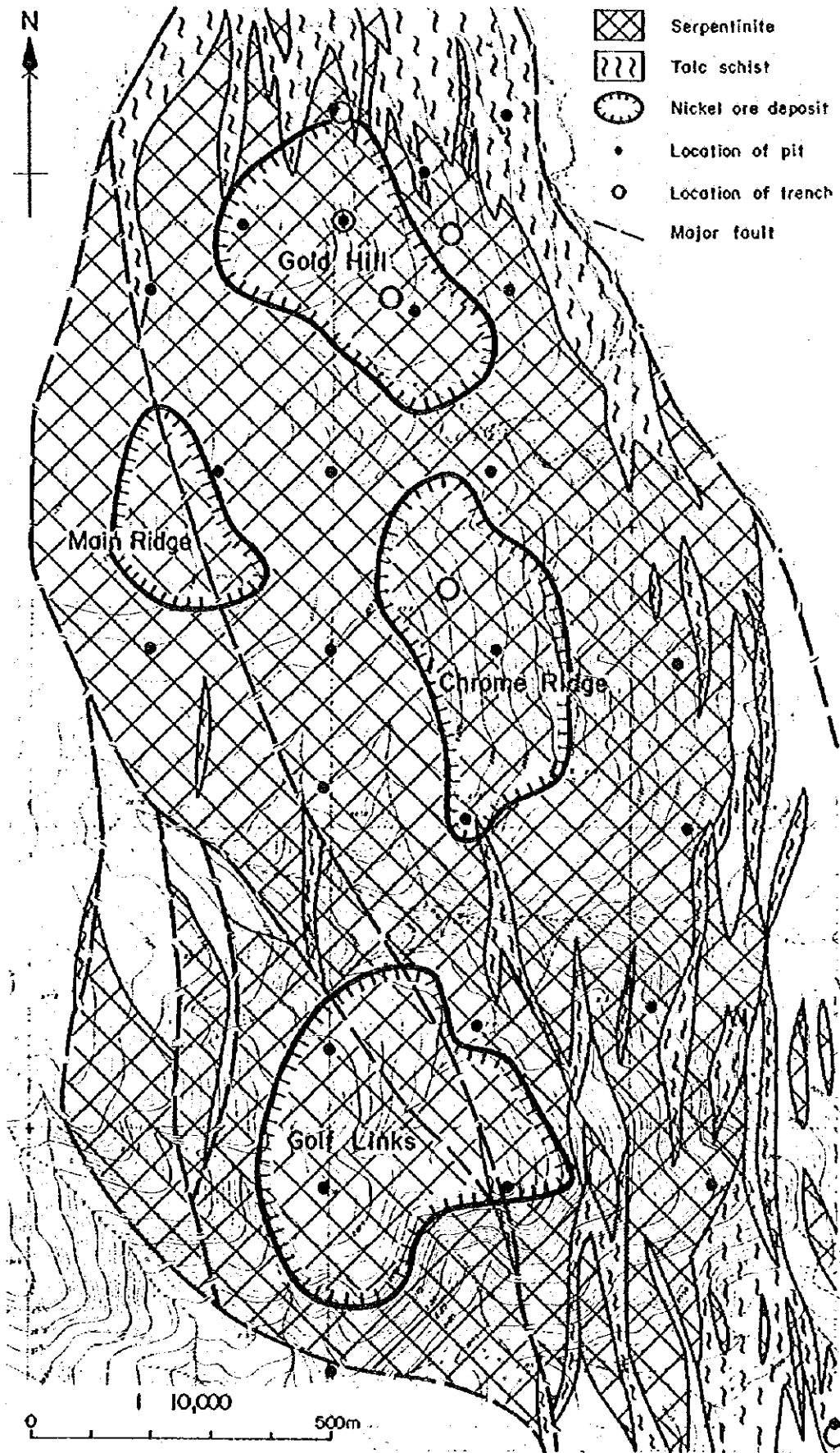


Fig. 3-15 Nickel Ore Bodies and Location of Pits and Trenches

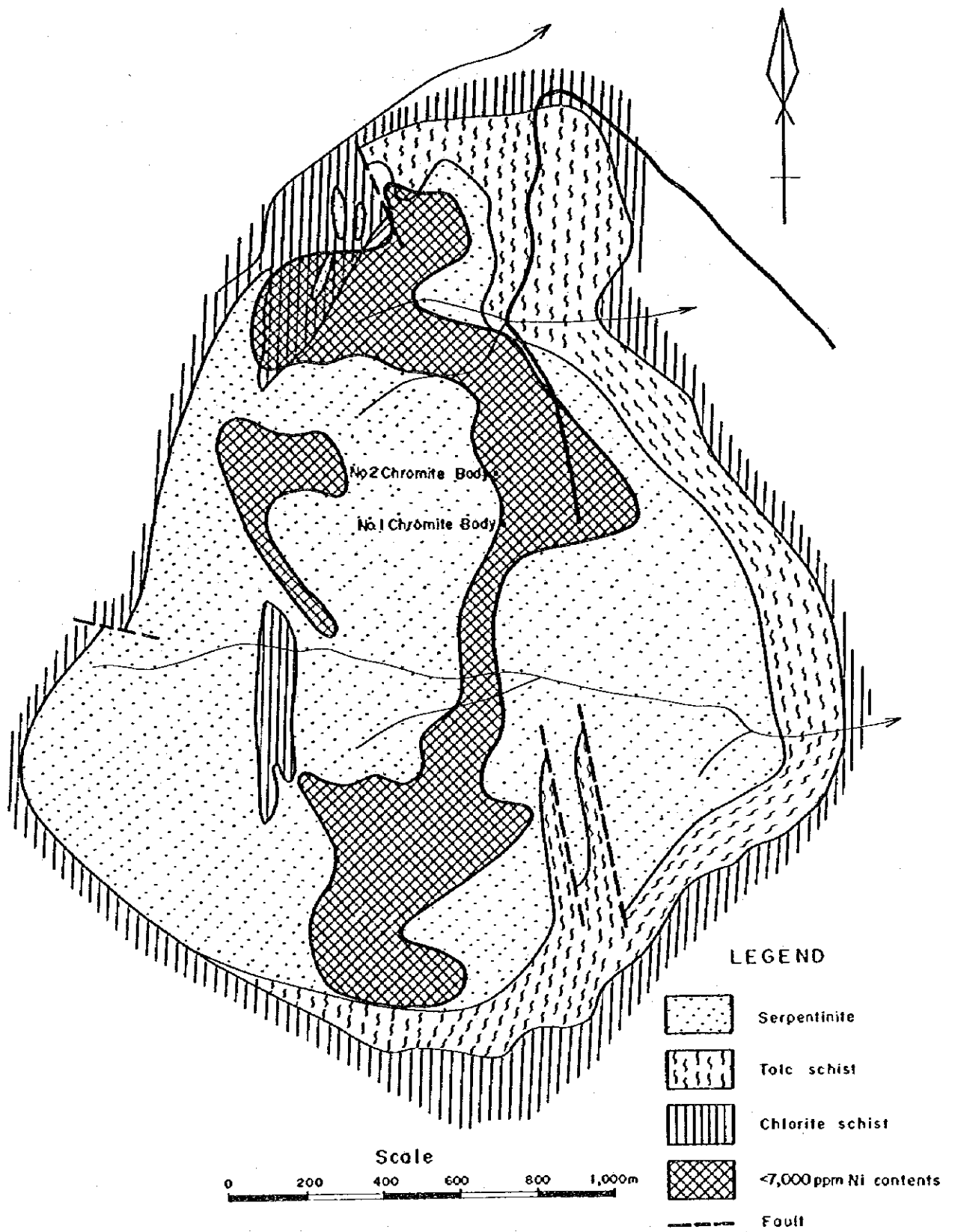


Fig. 3-16 Geochemical Anomalies in the Telot Area
(After New Consolidated Gold Field Ltd.)

3-15に示されるように、Gold Hill, Chrome Ridge, Main Ridge及びGolf Linksの4ヶ所と考えられる。この中でMain Ridgeは今回の調査では確認されていないが、New Consolidated Gold Fields Ltd.の地化学探査結果 (Fig. 3-16) を参照して加えたものである。各鉱化帯の間は、もともと鉱化の弱い部分か、あるいは、風化侵食により、ニッケルの鉱化部が削剝された部分と考えられる。

New Consolidated Gold Fields Ltd. (1956) により示された、Ni含有量7,000ppm以上の範囲に較べて、本調査における地化探 (第4章) で、異常値が低く、範囲の狭いのは、前者が恐らくニッケルの富化帯に達する深度の試料を採取したのに対し、後者は、Auの地化探試料と同じ試料を分析し、その採取深度は、ニッケルの富化帯に達しない溶脱帯～崩積帯とみられる比較的浅所の試料が採取されたためと考えられる。

各鉱化帯の地質状況は次の通りである。

(a) Gold Hill (地表面積: 約 100,000m²)

地表部に珪ニッケル鉱を多量に含むニッケル富化変質蛇紋岩が露出しており、地化探試料、地表鉱石試料からニッケル高品位のものが多数得られている。各鉱化帯の中で削剝が最も進んだ鉱化帯である。

(b) Golf Links (地表面積: 約 180,000m²)

東側にきわめて緩く傾斜した平坦な地形を示し、その海拔高度からCherangani面 (Mccall, 1964) といわれる準平原侵食面の残存地形と考えられる。ニッケルの富化帯は、崩積成の表層の1m以上下部にあって、その上に削剝作用をうけた不規則な厚さをもつ赤褐色土壌が分布したり、欠如したりする。

(c) Chrome Ridge (地表面積: 約 100,000m²)

クロム鉱床を含む地域で、Gold Hillよりやや急な地形を示している。削剝された赤褐色土壌層あるいはニッケル富化変質蛇紋岩の上を、厚さ0.5m以下の表土層が薄く覆っている。

(d) Main Ridge (地表面積: 約50,000m²)

Gold Ridgeより地形はやや緩い。約0.5mの厚さの腐植土層の下に厚さ0.5mの風化蛇紋岩が分布し、その下にニッケル富化変質蛇紋岩が分布する。

(ニッケル鉱石の性質)

鉱化帯におけるニッケル鉱石は次のように区分される。

- (a) 土壤様変質蛇紋岩
- (b) ブロック状風化蛇紋岩
- (c) フィル状の細脈や割目の充填
- (d) 赤褐色土壤
- (e) 比較的新鮮な蛇紋岩中の鉱染又は皮殻

(a)と(b)は、土壤断面区分のC層に相当し、バルク分析でNi:10,000ppmを超えることが多く、高品位の(c)を伴うことが多い。(d)は土壤断面区分のB層に相当し、水酸化鉄の濃集部である。このニッケル品位は、一般に2,500~5,000ppmであり、1例として8,000ppmを示したものがあただけで低品位である。(e)は局部的に高品位を示すことがあるが、バルクではかなり低品位である。

ニッケル鉱物は、淡緑色~淡赤褐色を呈し、粒状または細脈状に産している。また、土壤の蛇紋岩に含まれるものは、全体として緑褐色を呈している。

ニッケル鉱物を同定する目的で、5種の品位の異なる鉱石試料について、また、蛇紋岩の主要鉱物を同定する目的で、新鮮な蛇紋岩1試料についてX線回折による同定を行った。その結果をTable A-3に示す。

新鮮な蛇紋岩は、主としてアンチゴライト、カンラン石、クロム鉄鉱からなり、パイロオーライト (pyroaurite) を含んでいる。パイロオーライトは、蛇紋岩鉱物の二次変質鉱物である。

ニッケル鉱石は、アンチゴライト又は、珪ニッケル鉱、モンモリロン石、クロム鉄鉱、石英からなり、細脈状の緑色部は、イライト及び、イライト・モンモリロン石混合層鉱物を含んでいる。アンチゴライトと珪ニッケル鉱は、X線回折からは区別できないが、各試料の分析値 (Ni: 7,000~21,000ppm) からみて、これらの試料は、アンチゴライトを主として珪ニッケル鉱を含むか、あるいは、ニッケル含有量の低い珪ニッケル鉱からなるものと考えられる。

ニッケル鉱石の研磨片の検鏡結果を Table A-2 に示す。反射鉱物として、クロム鉄鉱と磁鉄鉱を含む。

(品位)

ニッケル鉱石及び未変質蛇紋岩の計50試料の、Ni, Co, Cr, Fe, MgO, SiO₂ についての分析値を Table 3-4 に示し、また、各種統計量及び各分析成分間の相関係数

Table 3-4 Result of Chemical Analysis for Nickel Ore

Sample No.	Location ^{a1}	Depth (m)	Type of Ore (Rock) ^{a2}	Assay Results						Other Test ^A
				Ni(ppm)	Co(ppm)	Cr(ppm)	Fe(%)	MgO(%)	SiO ₂ (%)	
BR 14	K-13 S	0	Strongly weathered serp. with garnierite	13,000	240	2,200	6.15	32.5	41.2	
81	DD-15 S	0	ditto	10,600	240	1,900	5.25	35.8	40.3	
120	J-20 P	0.6-0.8	Pale brown talc-soil	3,700	330	2,100	6.15	20.8	56.3	
123	K-17 P	0.8-1.1	Reddish brown soil with silicified serp. breccia	4,200	290	4,400	8.55	14.0	56.1	
126	M-20 P	1.1-1.5	Strongly weathered silicified serp.	5,900	270	3,500	8.55	28.8	39.8	
128	P-20 P	0.2-1.0	Strongly weathered talc schist	4,300	250	2,100	6.45	16.6	59.9	
130	J-14 P	1.3-1.5	Khaki soil	4,500	320	2,600	7.95	28.0	45.0	Au-Ag
131	D-14 P	0.3-0.7	Strongly weathered earthy talc schist	3,200	460	4,500	10.65	20.6	47.3	
134	A-12 P	0.8-1.2	Brown soil (talc-schist origin)	6,000	1,020	8,400	16.65	17.4	41.0	
137	V-19 P	0.9-1.3	Reddish brown weathered disintegrated serp.	7,700	240	2,500	6.60	19.8	41.5	
139	S-20 P	0.5-0.8	Yellowish green weathered serp.	9,500	250	2,700	6.60	30.8	42.2	
140	ditto	1.6-1.8	Green yellow strongly weathered serp.	8,000	220	1,900	4.95	24.8	55.6	
CR 40	FF-31 T	0-0.5	Brown porous hard soil, upper zone	2,700	240	3,300	11.25	11.0	43.5	
41	ditto	0.5-1.0	ditto lower zone	2,700	260	2,600	10.25	10.6	43.0	
42	ditto	1.0-1.5	Colluvial ~ alluvial gravel layer	2,800	220	3,100	8.10	8.3	40.6	
54	BB-26 P	1.2-1.6	Yellowish green strongly weathered serp.	10,900	250	2,200	6.90	26.8	41.0	
64	BB-14 P	0-0.4	Brown porous soil	6,400	270	2,800	10.80	18.0	36.6	
65	ditto	0.4-0.7	Reddish brown soil	7,200	290	2,400	11.40	15.2	37.1	
66	ditto	0.7-1.5	Pale brown ~ white weathered schistosed serp.	3,500	220	2,000	5.70	13.2	42.7	
82	Y-14 P	0.7-0.8	Reddish brown soil	4,700	420	6,700	14.40	14.6	37.3	
83	ditto	0.8-1.2	Reddish brown soil with serp. breccia	4,600	660	5,600	12.30	28.0	36.7	
84	ditto	1.2-1.5	Light brown soil with serp. breccia	3,900	540	4,100	8.40	28.8	39.0	
85	ditto	1.1-1.5	Weathered serp. with yellow mineral on surface	5,200	210	2,200	4.50	33.0	44.1	X-R
86	R-18 T	0-0.3	Brown surface soil	4,300	680	10,000	9.45	21.0	37.7	
87	ditto	0.3-0.6	Reddish brown soil	4,900	570	4,500	9.00	27.2	43.5	
88	ditto	0.4-0.9	Weathered yellowish green serp.	7,400	220	3,200	5.40	26.0	48.2	
89	ditto	0.9-1.3	ditto	9,200	460	2,900	6.75	14.2	40.2	
WR 18	L-15 S	0	Pale green weathered serp.	9,000	190	2,200	5.40	31.0	41.1	
19	L-13 S	0	Dark gray weathered serp.	4,300	440	2,200	5.25	25.2	40.7	
41	O-12 S	0	Gray fresh serp.	2,700	190	1,500	4.50	31.6	39.6	X-R
46	O-15 S	0	Weathered yellowish green serp.	9,100	460	1,900	5.55	34.8	41.8	
81	L-14 T	1.0	Strongly weathered garnierite rich serp.	21,000	240	2,700	6.60	28.2	39.0	X-R
82	ditto	0.8-1.4	Yellowish green weathered serp.	10,000	250	2,600	5.55	23.0	40.4	
83	ditto	0.9-1.7	ditto	11,000	330	2,800	8.10	25.8	45.2	X-R
83B	ditto	1.2-1.4	ditto	11,400	290	2,900	6.45	16.0	41.8	
84	ditto	1.0-1.6	ditto	11,500	400	3,800	13.05	20.8	45.1	
85	ditto	0.6-1.3	Strongly weathered garnierite rich serp.	20,000	330	2,700	7.05	30.0	41.9	
86	ditto	0.3-0.9	Greenish grey strongly weathered earthy serp.	16,000	330	2,700	7.50	14.0	43.2	
113	M-8 P	0.8-1.1	Light orange brown soil	4,100	400	4,700	12.00	10.8	40.5	
114	P-10 P	0.5-0.9	Weathered silicified serpentinite	2,700	280	3,200	6.45	31.8	40.0	
115	ditto	0.9-1.6	Weathered serp. with yellowish green mineral	5,000	300	2,400	6.15	14.2	40.6	
119	P-14 P	1.4-1.7	Pale grey silicified schistosed serp.	2,400	260	1,100	3.00	33.4	49.6	
121	L-11 P	1.2	Grey weakly weathered serp.	4,600	260	1,400	3.75	37.6	42.4	
122	ditto	1.0-1.6	Weathered greenish brown serp.	9,400	340	2,300	7.35	38.0	38.0	
123	ditto	0.6-1.0	Strongly weathered orange brown serp.	13,200	390	3,600	8.40	31.4	39.5	
124	ditto	0.4-0.6	Decomposed bleached serp.	2,300	240	1,500	3.15	36.0	43.1	
126	L-14 P	2.1-3.6	Strongly weathered pale greenish grey serp.	7,200	330	2,100	6.00	28.8	43.3	X-R
131	U-14 P	1.1-1.6	Weathered, disintegrated serp.	2,900	270	4,000	4.80	23.6	42.9	
176	O-21 S	0	Fresh serpentinite	2,400	310	1,700	4.50	36.4	35.1	
182	K-13-14 S	0	Greenish brown weathered earthy serp.	9,000	480	4,000	10.35	26.0	42.8	Au-Ag X-R

a1 P: Pit, T: Trench, S: Surface, Ref: Refractory Plate a2 Serp.: serpentinite
a3 Au-Ag: Chemical Analysis for Au and Ag, X-R: X-ray diffractive analysis, TS: Thin section

をTable 3-5, Table 3-6にそれぞれ示す。

Table 3-5 Statistic Value of Analytical Elements

Elements	Unit	Number of Samples	Maximum Value	Minimum Value	Mean	Standed Deviation	m + 2σ
Ni	PPM	50	21000	2300	7044.00	4334.80	15713.60
Co	PPM	50	1020	190	339.20	149.44	638.07
Cr	PPM	50	10000	1100	3128.00	1654.09	6436.18
Fe	%	50	16.65	3.00	7.60	2.90	13.41
MgO	%	50	38.00	8.30	24.28	8.16	40.60
SiO ₂	%	50	59.90	35.10	42.70	5.10	52.89

Table 3-6 Correlation Coefficients

	Ni	Co	Cr	Fe	MgO	SiO ₂
Ni	1					
Co	- 0.079	1				
Cr	- 0.120	0.073	1			
Fe	- 0.026	0.625	0.716	1		
MgO	- 0.161	- 0.103	- 0.328	- 0.519	1	
SiO ₂	- 0.137	- 0.205	- 0.199	- 0.207	- 0.155	1

5% Significance level : 0.277

未変質蛇紋岩のニッケル含有量は、2,500ppm前後で、ニッケル鉱石は、2,300ppmから21,000ppmまで変化する。

分析成分間の相関では、Co・Cr・Feの間はかなり高い正の相関がみられるが、Niと他の成分間には正負の相関は認められない。

これら50試料の中から、本調査で把握された、Gold Hill, Chrome Rigde, Golf Linksの3鉱体において採取した鉱石試料を用いて、各鉱体の平均品位を算出した結果は、Table 3-7の通りである。

Table 3-7 Average grade of Nickel Ore Bodies

contents Ore Body	Ni (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Fe (%)	MgO (%)	SiO ₂ (%)
Gold Hill	10,600	340	2,600	6.94	30.0	41.6
Chrome Ridge	7,900	290	3,000	6.48	23.4	44.8
Golf Links	7,000	320	3,000	8.15	25.8	39.4
Average	8,500	320	2,900	7.19	26.5	41.9

3 鉱体の中で Gold Hill 鉱体は、ニッケル品位が最も高く、他の 2 鉱体はかなり低い。これは、Gold Hill 鉱体では富化部が露出しているのに対して、他の 2 鉱体は皮覆層が比較的厚いため、ニッケル富化試料が採取された頻度が低かったためと考えられる。しかし、過去のトレンチの結果を参考にすれば、2 鉱体のニッケル品位も Gold Hill と同様に 10,000 ppm 程度と推定され、3 鉱体で $Ni + Co = 1.1\%$ 前後と考えられる。これは、現在稼行中の同型のニッケル鉱床の品位 ($Ni + Co > 2.0\%$) に較べてかなり低品位である。

次に、珪ニッケル鉱では、 $Co < 0.05\%$ 、 $Fe < 15\%$ 、 $MgO < 20\%$ 、 $SiO_2 < 40\%$ 、 $Cr < 0.5\%$ のような組成のものが望ましい (吉田, 1978) とされ、とくに低マグネシア、低珪酸の鉱石がニッケルの抽出・製錬に好都合とされている。Telot のニッケル鉱床では、 $MgO = 26.5\%$ 、 $SiO_2 = 41.9\%$ であり、比較的 MgO 、 SiO_2 の含有量の多い鉱石といえる。

〔 鉱 量 〕

本調査では、鉱量計算のための組織的な試料採取と分析は行っておらず、また鉱化の深度を算定するデータがないので、New Consolidated Gold Fields Ltd. の鉱量計算を改訂したケニア鉱山地質局の鉱量計算結果 (Table 3-2) を更に改訂する根拠はない。ケニア鉱山地質局の深度仮定は、試錐結果を用いたもので、かなり正確と思われ、また、設定された鉱化帯の範囲、面積も今回の調査結果とほぼ等しいので、同鉱量計算は妥当なものといえる。しかし、鉱化帯の地形がかなり急で、また、ピットやトレンチから必ずしも鉱化帯が規則的帯状分布しているとはいえないと考えられるので、正確な鉱量と品位計算のためには、さらに多くの調査が必要である。

第4章 地化学探査

4-1 概説

4-1-1 調査概要

本地化学探査は、多数の河床堆積物及び土壌を試料として、その中に含まれる微量元素の量を測定、解析することにより、鉱化作用に起因して生じた地化学異常帯を検出し、今後の探鉱指針を得ることを目的としている。第2年次にあたる本年度の調査は、(1)概査区域地化学探査、(2)精査区域地化学探査からなる。

概査区域地化学探査は、初年度概査区域の南側隣接地 770kaが対象地域である。当地域には、記録としてある鉱床・鉱徴は知られていないが、砂金鉱床や銅、クロムなどの鉱徴を胚胎する初年度地域の地質・構造が連続していること、また、初年度調査において、当地域内でスカルンの存在が知られたことなどから、河床堆積物を試料とし、Au・Cr・Cu・Zn・Fを分析成分として調査が実施された。これらの元素については初年度調査地域において異常帯が検出されており、Fを除く他の元素については異常帯と既知鉱化作用との関連が指摘されている。

精査区域地化学探査は、初年度の準精査A地区の中で、既知の金、ニッケル、クロム鉱床が賦存する Telotの超塩基性岩分布地域を対象として実施された。試料は土壌であり、Telotの超塩基性岩岩体を覆うように設定された50m×100m間隔の各格子点において採取され、Au・Ni・Crが分析された。

本調査において採取された試料の諸元をTable 4-1に示す。

4-1-2 試料の採取と調製

概査区域の試料採取位置は、縮尺1:50,000分の位置図(plate 9)、精査区域は縮尺1:5,000の位置図(plate 10)にそれぞれ示す。

概査区域内の河川水は、小沢においても豊富であり、縮尺1:50,000の地形図で沢地形を示す地点の大部分において、流水中での試料採取が可能であった。従って、調査された水系では、ほとんど全ての支流から試料が採取されている。試料は現場の流水中において篩別され、80メッシュ以下の沢砂約50gが採取された。

精査区域では、間隔 100m の東西測線 35 本、延 28.5km と間隔 50m の南北測線 36 本、延 56.5 km の作る 607 の格子点において土壌試料が採取された。土壌試料は原則として B 層を対象としたが、弱植土層の厚い所や、逆に土壌の発達の良い箇所では、A 層または C 層を対象として 500 ~ 800 g を採取した。

採取試料のうち、河床堆積物はクラフト封筒に入れられたまま天日で乾燥され、分析用の試料となった。土壌試料は、天日による乾燥ののち、指または乳鉢中でほぐしたものを篩別し、80メッシュ以下約 50 g を分析試料とした。

4-1-3 分析方法

Table 4-2 に分析成分ごとの検出限界値と分析法を示す。

4-1-4 データ処理

得られたデータを概査区域、精査区域それぞれの統計母集団に分けて単一変量解析を行った。統計処理の際は、分析値は全て対数変換されている。

地化学探査データの異常値と後背値を区分するシキイ値 (Threshold Values) の設定にあたっては、次の基準により行った。

基準 1 : 累積頻度分布曲線が、異常値母集団の存在を示すような曲線の折れ曲りを示す場合には、累積頻度分布をチェビシェフ関数で近似し、その一次微分係数から頻度分布を求め、後背値の分布から異常値の分布へ移行する曲線の底部の値をシキイ値とする。累積頻度分布から頻度分布を求める方法は、大津ほか (1983) によっている。ただし、この方法で求めたシキイ値と平均値 + 2 × 標準偏差 ($\bar{x} + 2\sigma$) の値を比較した時、 $\bar{x} + 2\sigma$ の値が相当に小さい場合は、 $\bar{x} + 2\sigma$ の値をシキイ値とする。

基準 2 : 累積頻度分布曲線が直線的であるなどの理由で、同曲線からの異常値母集団の抽出が困難な場合は、平均値 (\bar{x}) と標準偏差 (σ) により $\bar{x} + 2\sigma$ の値をシキイ値とする。これは、異常値母集団が含まれていないか、含まれていても非常に少ない場合に当る。

基準 3 : 検出限界値以下の値がデータの大部分を占める元素、例えば Au については、全標本数の 2.27% を占める高含有量側の集団の最小値をシキイ値とする。2.27

%の意味は、正規母集団において $\bar{x} + 2\sigma$ 以上の値を示す標本数の割合である。

4-2 概査区域地化学探査

4-2-1 標準統計量及び頻度分布

標準統計量をTable 4-4に示す。ただし、Auは検出限界値である0.01ppm未満の値が全分析値の98.6%に達するため、計算を行っていない。また、CrとFの検出限界値以下の試料、各15個、3個は計算から除外した。

各元素の頻度分布図と累積頻度分布曲線をFig. 4-1, Fig. 4-4に示す。

4-2-2 指示元素間の相関

指示元素間の相関係数及び有意検定の|R|値をTable 4-5に示す。Auの全分析値及びその他の元素の検出限界値以下の値は、計算から除外した。計算に用いた試料数は、相関係数の下に示した。

Fig. 4-8には相関図を示す。

相関係数の有意検定結果では、Cu-Fの相関係数は|R|値より小であり、危険率1%で相関があるとは言えない。その他の元素間の相関係数は、全て|R|値より大であり、かつ正数であることから、危険率1%で正の相関を有していると言える。

元素間の相関は、Cu-Znが相関係数0.704と高い正の相関を有しているほか、Cr-Zn, Cr-Fが0.4程度のやや高い正の相関を示している。

4-2-3 シキイ値の設定

シキイ値の設定にあたっては、各元素の累積頻度分布曲線のパターンより判断して、次のように行った。

Au： 検出限界値以下の値が試料全体の98.6%に達し、統計処理ができないことから、基準3によりシキイ値を決定した。

Cu・Zn： これらの累積頻度分布曲線はFig. 4-4に見られるように直線的で、異常値母集団の存在を示すような曲線の折れ曲りは認められない。従ってシキイ値は基準2により $\bar{x} + 2\sigma$ の値とする。

C r · F : 累積頻度分布曲線は、高含有量側での折れ曲りが見られ、異常値母集団の存在を示唆していることから基準1を適用する。チェビシェフ近似による頻度分布から求めた値と $\bar{x} + 2\sigma$ 値との比較では、後者が小であることから $\bar{x} + 2\sigma$ の値をシキイ値とする。

シキイ値以上の値について、C u, Z n では更に $\bar{x} + 2.5\sigma$, $\bar{x} + 3\sigma$ の値を境界値として3分割し、高含有量側よりAA級異常値、A級異常値、B級異常値として異常の度合を区分した。A u は、正規母集団において $\bar{x} + 2.5\sigma$, $\bar{x} + 3\sigma$ 以上の値を有する試料の割合から、同様の区分を行った。C r, F は、チェビシェフ近似による頻度分布で、異常値の分布を示す山形が2つ認められることから、谷部の2つの値により分割した。

シキイ値及び異常値区分の一覧表をTable 4-6に示す。

4-2-4 地化学異常の検討

前項で述べた異常値の区分に従って、異常値の分布をFig. 4-11及びplate 7に示す。Table 4-3には、各種の岩石中に含まれる平均的な量を、各分析元素について示した。以下、元素別の異常値及び異常帯の分布状況について記す。

A u : 異常値は地域の北東側に散在している。特に目立った異常値の集中は認められないが、Kipnaiの北西約3kmのあたりには、AA級、A級、B級の異常値各1点がややまとまって分布しており、これをKipnai-A u異常帯 (A u : 0.03~1.30ppm) と仮称する。Kipnai-A u異常帯付近は、黒雲母片麻岩から構成されており、地表踏査では、金の鉱化作用に関係あるような現象は認められていない。

A u の最大値及び2番目の値は、この異常帯中のものである。また、これらの値は、初年度調査において砂金産地周辺で得られた値と同程度のものであることから、同地域は金鉱化作用の実体は不明なものの、砂金産地としての可能性があることを示している。

Moiben川の最上流では、小規模な砂金採取が行われているが、異常値はB級のものの2点がみられるだけである。

C u : シキイ値は30ppm、最大値は60ppmである。これらの値は、Table 4-3に示されるように、一般的に岩石中に含まれている量と同程度かそれ以下の値である。又、累積頻度分布曲線が直線的であることから、分析データは単一の母集団からなるこ

とが推定される。従ってCuの異常値は、鉍化作用を反映したものではない可能性が強い。

異常値の分布は、地域北東部に多い。一般にCuの含有量は塩基性岩で多いことが知られているが、同地域には角閃石片麻岩が分布していることから、同岩を反映しての異常とみられる。因みに、角閃石片麻岩分布地内及び近傍にみられる異常値の数は12点であり、異常値試料の60%を含んでいる。この中でKapyeko付近の異常値6点はややまとまっており、異常帯（Kapyeko-Cu異常帯，Cu：30～60ppm）を形成している。

その他の異常値と地質との関係は不明である。

Zn： 地域北東部の角閃石片麻岩分布地域に、異常値全体の約60%に当る8点が散在している。Cu-Zn間の高い相関係数（0.704）から推定できるように、Znは、一般に塩基性岩に多く含まれること、累積頻度分布曲線は直線的であること、異常値の絶対値は低く、鉍化作用の反映とは考えにくいことなど、Cuの分析結果と同様の性質を示している。これらの異常値はCuと同様に角閃石片麻岩を反映して生じた異常とみなされる。

その他の異常値と地質との関係は明らかでない。

Cr： 異常値27点は、3点を除いて3箇所に集中し、顕著な異常帯を形成している。最も北にあるNoliewer-Cr異常帯（Cr：208～590ppm）は、AA級異常値1点、A級異常値6点、B級異常値3点からなり、地域外北方へ続くものである。同異常帯付近の地質は主に角閃石片麻岩から構成され、超塩基性岩は知られていない。塩基性岩の平均的Cr含有量は一般に高く、Table 4-3に示されるように170ppmであり、そのほかハンレイ岩で340ppm（Goldschmidt, 1937平均）、ハンレイ岩及び粗粒玄武岩で410ppm（Sahama, 1945）などの値が与えられている。従ってこの異常帯はCr含有量の高い角閃石片麻岩を反映して生じた可能性が強い。

Kapsangar-Cr異常帯（Cr：213～360ppm）は、Kapsangarの南西約4km付近にあって、NNW-SSE方向に5kmほど延びているもので、A級異常値1点、B級異常値6点よりなる。付近の地質は角閃石片麻岩とカリ長石斑状変晶片麻岩より構成されている。A級異常値は角閃石片麻岩分布地のものであることなどから、少なくとも一部の異常値は、Cr含有量の高い同岩を反映したものと考えられる。

Tenden-Cr異常帯 (Cr: 196~670ppm) は, Tendén北東1km付近にあり, A級異常値1点, A級異常値2点, B級異常値3点からなっている。付近の地質は黒雲母片麻岩と珪岩から構成されている。異常帯と地質の関係は明らかでないが, 同異常帯にはCuの異常値3点も分布することから, 部分的に重金属に富む地層を背景として生じた可能性がある。

F: Fの異常値7点は, Kapsangar南西の地域にのみみられる。この中6点が集中した分布を示し, Kapsangar-F異常帯 (F: 288~759ppm) をつくっている。Fはアルカリ火成岩に多く含まれる元素であるが, 同地域は主にカリ長石斑状変晶片麻岩と角閃石片麻岩からなっており, アルカリ火成岩はみられない。

また, 異常値の大きさはTable 4-3に示される一般的に岩石に含まれるF量と大差あるものではなく, アルカリ火成岩や鉍化作用を反映したものとはみられない。初年度報告書において, Ortum-F異常値 (F: 920~3,475ppm) は, 超変成作用に関してFの地域的濃集がなされたとの推定がなされているが, Kapsangar-F異常帯も, 超変成作用に関係するものと考えられる。カリ長石斑状変晶片麻岩地域にあることから, 同様の原因により生じた可能性がある。

4-3 精査区域地化学探査

4-3-1 標準統計量及び頻度分布

各指示元素の標準統計量をTable 4-7に示す。ただし, Auは検出限界値である0.01ppm未満の値が全分析値の約93%を占めていることから, 平均値, 標準偏差は求めている。

Table 4-8, 4-9には, 試料の母材 (Parent Rock) を, 蛇紋岩全体, 非珪化蛇紋岩, 珪化蛇紋岩, 滑石片岩, 角閃石片岩 (緑色片岩, 角閃石片麻岩を含む) の5種類に区分して算出したCr, Niについての標準統計量を示す。

Fig. 4-1には, 全試料についての頻度分布図を示す。ただし, Auは検出限界値以上の試料を対象としている。Fig. 4-2, 4-3には, 試料の母材別のヒストグラムをCrとNiについて示した。

Fig. 4-5には, 全試料についての累積頻度分布曲線を示す。Fig. 4-6, 4-7には

試料の母材別の累積頻度分布曲線を示す。

4-3-2 指示元素間の相関

指示元素間の相関係数及び有意検定の $|R|$ 値をTable 4-10に示す。Auは、検出限界値以上の試料を対象として算出した。計算に用いた試料数は、相関係数の下に示した。

Fig. 4-9には相関図を示す。

相関係数の有意検定結果では、Cr-Niの相関係数は $|R|$ 値より大であり、危険率1%で相関があると言える。Auと他の元素との相関係数は $|R|$ 値より小であり、危険率1%で相関があるとは言えない。Cr-Niの相関係数は0.879と非常に高く、極めて強い正の相関を示している。これらの結果は、初年度準精査A地区の地化学探査結果と同一である。

Table 4-11には、Cr-Niの相関係数を試料の母材別に示した。非珪化蛇紋岩、滑石片岩、角閃石片岩にあっては、0.77以上と非常に強い正の相関がみられるが、珪化蛇紋岩では0.449と相関の程度が減少しており、珪化作用に伴うCrとNiの移動の仕方が異なっていたことがうかがわれる。

4-3-3 シキイ値の設定

シキイ値の設定にあたっては、各元素の累積頻度分布曲線のパターンより判断して、次のように行った。

Au： 検出限界値以下の値が試料全体の92.6%に達して統計処理できないことから、基準3によりシキイ値を決定した。

Cr： 累積頻度分布曲線には明瞭な折れ曲りがみられ、試料が主に、蛇紋岩を母材とする高含有量母集団（比率80~85%）と角閃石片岩を母材とする低含有量母集団（比率15~20%）とに大きく2分されることを示している。しかしながら、高含有量側での累積頻度分布曲線は直線的であり、異常値母集団の存在は示されていない。従ってシキイ値は基準2により求めるが、この場合の平均値 (\bar{x}) と標準偏差 (σ) の値は、蛇紋岩を母材とした試料 323個について求めたものを適用する。

Ni： 累積頻度分布曲線の折れ曲り具合より、試料は、珪化作用を反映した異常値母集団（比率1%±）、蛇紋岩を母材とする高含有量母集団（比率84%±）、角閃石片