

分區及團體之沙巴一地區 資源與動力基礎調查報告書

總編輯

總編輯

總編輯
總編輯

出版
1978

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

総括報告書

JICA LIBRARY



1029506E13

昭和61年3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 '86. 5. 30	407
登録No. 12723	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58年度から昭和60年度までの3ケ年にわたって実施され、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3ケ年間の調査をとりまとめたものである。

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60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

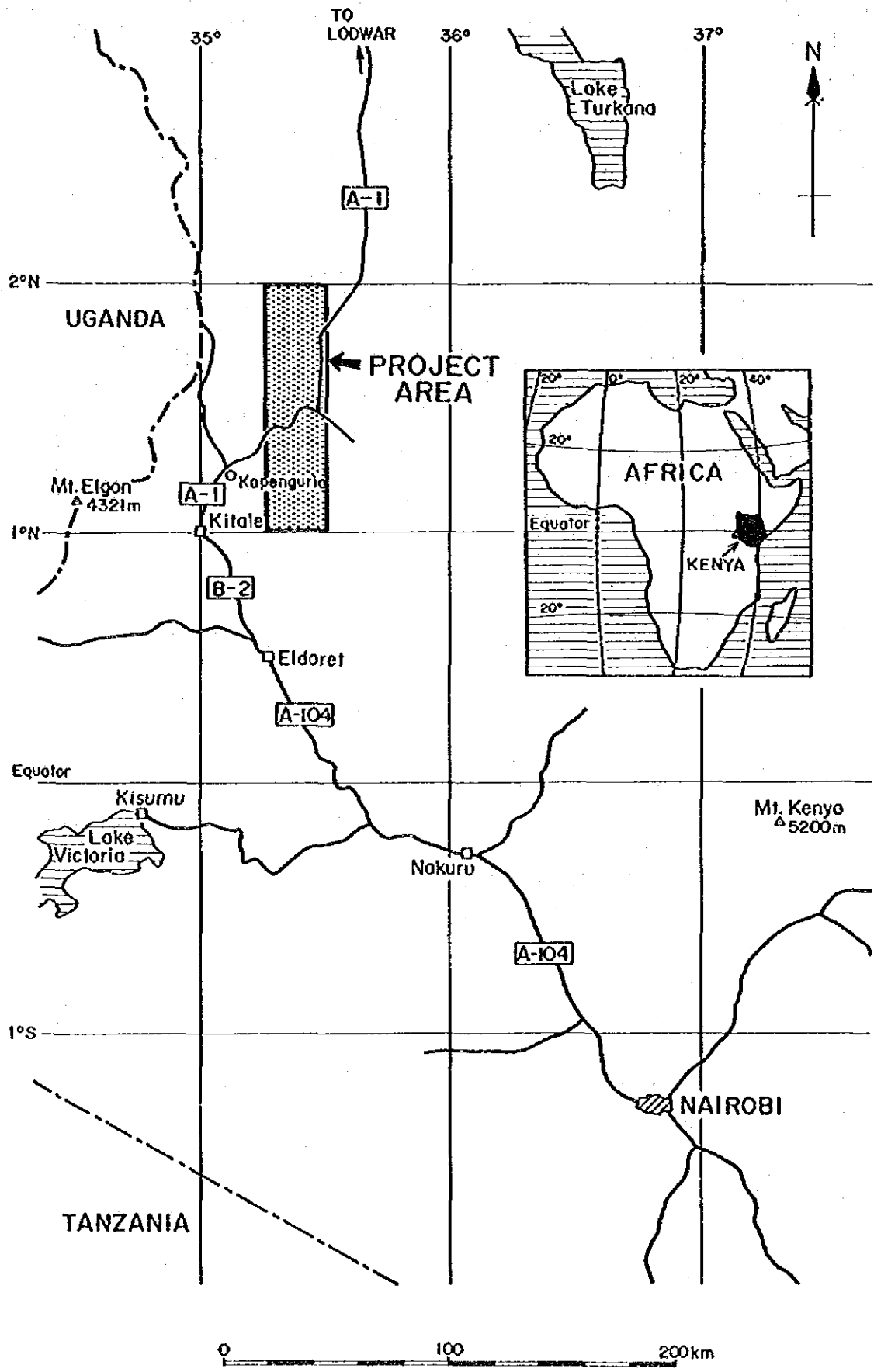


図1 調査位置図

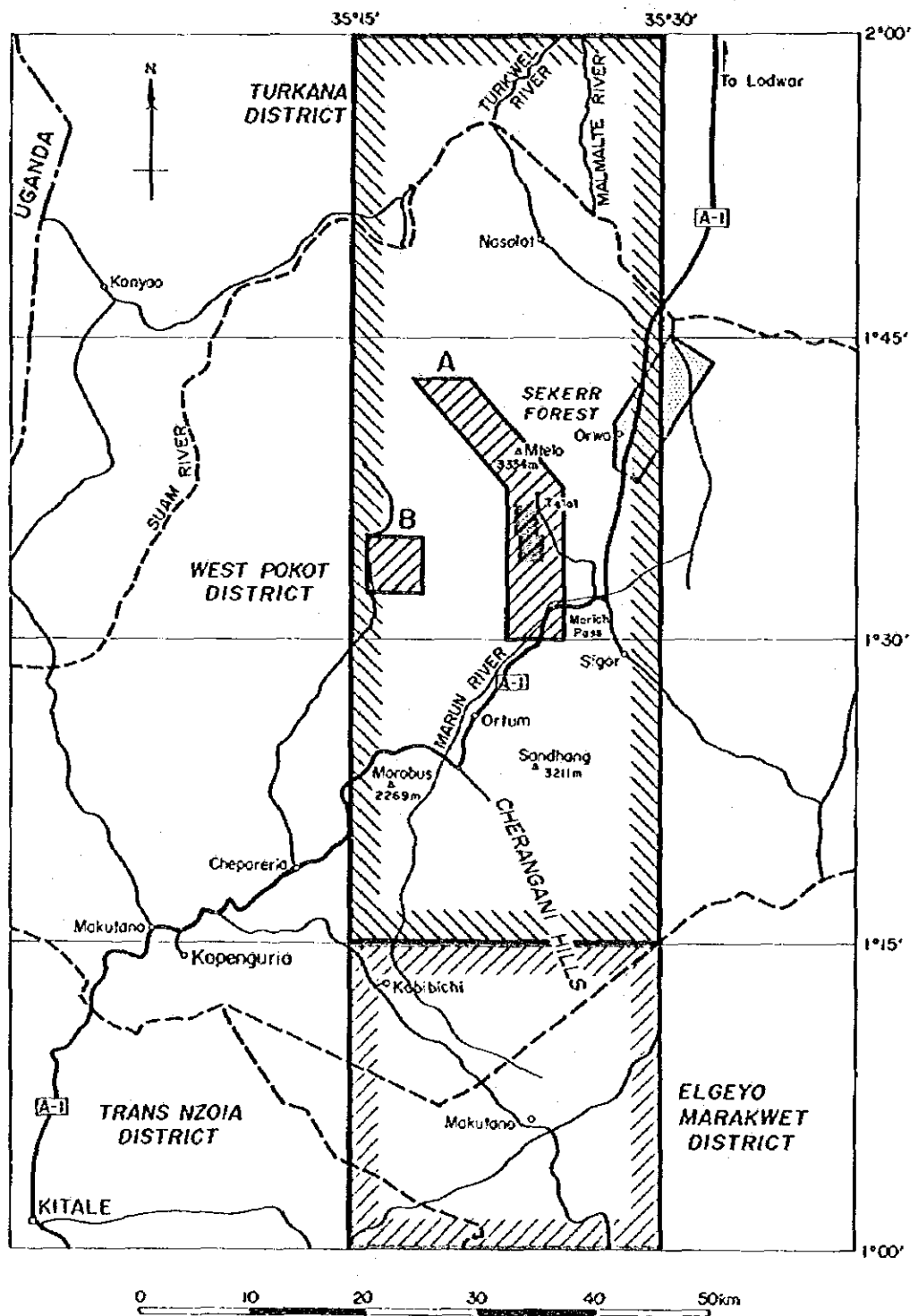


図2 年度別調査位置図
(2)

要 約

ケニア共和国ケリオバレー地域における鉱物資源開発協力基礎調査は、面積 3,070 km² の区域で、昭和 58 年から昭和 60 年に至る 3 ケ年にわたって実施された。

本調査の目的は、同地域における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区を抽出することである。

この目的のため、探鉱次元に従って地質調査・地化学探査による概査、準精査、精査が実施され、また、空中物理探査から抽出された地区の地上物理探査が実施された。

これらの調査から、Telot のクロム・ニッケル・金鉱床の地質・鉱床が明らかになったが、各鉱種とも小規模又は低品位で、組織的な稼行の対象にならないことが判明した。また、地域的にみられる砂金鉱床や銅・モリブデンなどの鉱床・鉱徴も同様であった。

各調査地区の調査結果は次のとおりである。

(1) 概査地区

地質は、先カンブリア時代のモザンビーク変成岩類と、貫入岩類からなり、ともに顕著な南北性の構造を示す。モザンビーク変成岩は、角閃岩相に属し、5 層に分けられる。これらは N-S 性の転倒褶曲群により反復した分布を示す。貫入岩類は、花崗岩類から超塩基性岩に及び、金鉱床やクロム・ニッケル鉱床などの鉱化作用に関係している。

地質調査から、既知鉱床・鉱徴地のほかに数ヶ所の金及び銅の鉱徴地と、モリブデン鉱床が把握された。しかしいずれも小規模である。

地化学探査の結果、Au が既知鉱床を良く反映した異常を示した。この中で Endogh Au 異常帯は顕著である。Cr, Cu, Zn, F の各元素にも弱い異常帯が検出されたが、鉱床賦存有望地区は抽出されなかった。

これらから当地区の鉱化は金を除いて全般に微弱であると判断され、探鉱は金鉱床に的をしぼるべきであると考えられる。

(2) 準精査 A 地区・精査地区

本地区の地質構造は、中央部の Endogh-Telot 向斜によって規制される。この向斜軸部は、多数の断裂が発達した構造帯となっており、蛇紋岩類や斑レイ岩が貫入している。

地区中央部に分布する Telot 蛇紋岩は、長さ 2.5 km、幅最大 1 km の長円形の岩体で、下部に向かって狭まる構造をもっている。この岩体には、クロム鉄鉱鉱床、珪ニッケル鉱床、金鉱床が賦存する。

クロム鉄鉱鉱床は、蛇紋岩体の中央部に雁行配列した 2 つのボディフォーム (Podiform) 鉱体からなり、単一鉱体の規模は数千トンである。試錐による過去の鉱量計算は、確定・推定併せて 8,400 トン (Cr₂O₃) とされている。この鉱床は、鉱量が少ないが高品位で、

露天掘に適した形態をしている。しかし今回の調査から、地表下浅部に新たな鉄床が賦存する可能性は低いものと判断される。

珪ニッケル鉄床は、蛇紋岩体表層部の風化帯に4鉄体認められる。ケニア鉄山地質局の鉄量計算、推定鉄量500万トン(Ni:1%)、予想鉄量1,400万トン(Ni:0.7%)は、今回の調査からは妥当と判断される。しかし、鉄化帯は地形が急で、かなり不規則な帯状分布を示しており、まとまった高品位部を獲得することは難しいものと判断される。またこの鉄床は、現在世界で稼行されている同型の鉄床に較べてかなり低品位で、規模も小さく稼行対象となり得ない。

金鉄床は、蛇紋岩・滑石岩の風化部に賦存する現地残留砂鉄鉄床である。鉄化は、蛇紋岩・滑石片岩の珪化部と密接に関係し、珪化帯の主な部分は、蛇紋岩体の中央部を幅350mで南北2kmに連続する。また、金の地化学異常の大部分もこの帯に分布する。この鉄床の富鉄部は、品位1g/ton程度であり、全体としては0.5g/tonを下まわり、大規模露天掘には適さないものと判断される。しかし、珪化帯と地化学異常の重なる現在の採掘地の南部にも、地域住民による新たな手掘りの金採掘地が期待される。

本地区では、地化学探査によってもTelotにクロム・ニッケル・金の異常帯を抽出したが、これ以外に有望な徴候は得られなかった。

(3) 準精査B地区

地質は、主に黒雲母片麻岩・角閃石片麻岩・珪岩からなり、多数のペグマタイト脈が分布する。

本地区のペグマタイトは、産状から火成岩類の貫入に伴うものではなく、主に泥質岩起源の変成岩が部分融解した結果生じたものであると判断される。これらのペグマタイトは石英・斜長石・微斜長石を主とし、黒雲母・白雲母等を伴うが、有用金属元素に不毛である。

また、地化学探査からも、Nb, Ta, Sn, W, Li, Fのいずれにも異常帯は検出されず、今後の探鉄は必要でない。

(4) C地区(物理探査)

地質は主に、地区西端部に帯状に分布する基盤の片状花崗岩と、地区の大部分を占める沖積層からなり、一部に新期の珪化角礫岩脈と玄武岩の転石帯もみられる。

既存の空中磁気探査から抽出された潜頭磁性岩体は、地上重力、磁気探査から舟底状にくぼんだ基盤岩体の中に、北部で大きな2連の、南部で小さな1連の磁性岩体として捉えられる。

北部の2連の磁性岩体は、下部に向って狭まり、浅部で薄く拡がる構造をもつ岩体の縁辺部と考えられ、空中磁気探査の再解析結果と併せると2つの分離した大きな磁性岩体と

して把握される。この岩体の縁辺部は、東側のものが幅 100～500 m、延長 6 km、西側のものが幅 200～400 m、延長 2 km で各々地表下 50～200 m にあり、また中央部は幅 1 km 程度で地表下 250 m にあるものと判断される。この岩体は帯磁率測定結果などから、蛇紋岩である可能性が強い。

本岩体が蛇紋岩であれば、Telot と同様にクロム・ニッケル鉱床が期待できる。しかしこの岩体の規模及び Telot 蛇紋岩体に賦存する既知鉱床を規準にすれば、予想される鉱床はレンズ状の小鉱体の集まりと推定され、稼行対象となりうる十分な鉱量を獲得するための探査はかなり困難であり、また、立地条件から開発のコストはかなり高くなるものと判断される。

目 次

は し が き
位 置 図
要 約

第 1 章 序 論	1
1 - 1 調査概要	1
1 - 1 - 1 調査目的	1
1 - 1 - 2 調査内容	1
1 - 1 - 3 調査団の編成	1
1 - 2 調査地域の概要	5
1 - 2 - 1 概 況	5
1 - 2 - 2 位置・交通	5
1 - 2 - 3 地 形	6
1 - 2 - 4 気候・植生	6
1 - 3 既往調査	7
第 2 章 調査結果	11
2 - 1 概査区域	11
2 - 1 - 1 地 質	11
2 - 1 - 2 鉍 床	29
2 - 1 - 3 地化学探査	39
2 - 2 準精査 A 地区	50
2 - 2 - 1 地 質	50
2 - 2 - 2 鉍 床	53
2 - 2 - 3 地化学探査	55
2 - 3 準精査 B 地区	65
2 - 3 - 1 地 質	65
2 - 3 - 2 地化学探査	66
2 - 4 精査地区	73
2 - 4 - 1 地 質	73
2 - 4 - 2 鉍 床	77

2-4-3	地化学探査	.....	90
2-5	C地区	.....	101
2-5-1	地質	.....	101
2-5-2	物理探査	.....	101
2-5-3	考察	.....	109
第3章	結論及び提言	.....	115
3-1	結論	.....	115
3-2	提言	.....	116
参考文献		.....	117

付 図

図 1	調 査 位 置 図	(1)
図 2	年 度 別 調 査 位 置 図	(2)
図 1 - 1	ケニア概略地質図 (Pulfrey 他, 1969 による)	8
図 2 - 1	調査地域概略地質図	13
図 2 - 2	模式地質柱状図	15
図 2 - 3	モザンビーク変成岩地区別柱状図	17
図 2 - 4	ランドサット擬似カラー画像リニアメント図 (第 1 年次地域)	25
図 2 - 5	ランドサット擬似カラー画像リニアメント図 (第 2 年次地域)	26
図 2 - 6	構造運動と火成活動	28
図 2 - 7	Suam-Turkwel 川の砂金産地の地質	35
図 2 - 8	Marun 川の砂金産地の地質	36
図 2 - 9	Chaichai モリブデン・鉛の鉛脈図	38
図 2 - 10	分析成分の累積頻度分布図 (第 1 年次概査区域)	45
図 2 - 11	分析成分の累積頻度分布図 (第 2 年次概査区域)	46
図 2 - 12	地化探異常図 (第 1 年次概査区域)	47
図 2 - 13	地化探異常図 (第 2 年次概査区域)	49
図 2 - 14	準精査 A 地区地質及び断面図	51
図 2 - 15	Kamngeyon クロム・鉛の鉛脈地の地質	54
図 2 - 16	準精査 A 地区分析成分の累積頻度分布図	57
図 2 - 17	準精査 A 地区地化探異常図	59
図 2 - 18	準精査 A 地区 Z 1 得点の累積頻度分布及び分解母集団分布図	62
図 2 - 19	準精査 A 地区主成分 Z 1 得点のヒストグラム	62
図 2 - 20	準精査 A 地区主成分 Z 1 の地化探異常図	63
図 2 - 21	準精査 B 地区地質図及び断面図	67
図 2 - 22	準精査 B 地区分析成分の累積頻度分布図	70
図 2 - 23	準精査 B 地区地化探異常図	71
図 2 - 24	精査地区地質図及び断面図	75
図 2 - 25	Telot クロム・ニッケル・鉛の鉛脈地の地質・鉛脈図	79
図 2 - 26	L-14 トレンチの地質スケッチ	82
図 2 - 27	R-18 トレンチの地質スケッチ	83
図 2 - 28	Telot 珪・ニッケル・鉛の鉛脈地の模式断面図	84

図 2 - 29	ニッケル鉱体, ピット, トレンチの位置図	85
図 2 - 30	M-16 トレンチの地質スケッチ	89
図 2 - 31	精査地区地化探解析結果図	91
図 2 - 32	精査地区分析成分の累積頻度分布図	96
図 2 - 33	精査地区母材別 Cr の累積頻度分布図	97
図 2 - 34	精査地区母材別 Ni の累積頻度分布図	98
図 2 - 35	精査地区 指示元素間の相関図	99
図 2 - 36	精査地区分析限界値以上の Au の母材別ヒストグラム	99
図 2 - 37	C 地区ブーグ異常図 ($\rho = 2.6 \text{ gr/cm}^3$)	105
図 2 - 38	C 地区磁気異常図	107
図 2 - 39	C 地区物理探査解析平面図	111
図 2 - 40	C 地区物理探査解析断面図	113

付 表

表 1 - 1	調査概要及び室内試験数量一覧表	2
表 1 - 2	協定析衝及び調査計画参画者名簿	3
表 1 - 3	調査団員名簿	4
表 1 - 4	ケニアの地質層序と鉄物資源 (Pulfrey 他, 1969 による)	9
表 2 - 1	鉄床・鉄微地一覧表	31
表 2 - 2	鉄床・鉄微の分類	33
表 2 - 3	指示元素の標準統計量 (第 1 年次概査区域)	40
表 2 - 4	指示元素間の相関係数 (")	40
表 2 - 5	シキイ値及び異常値の区分 (")	40
表 2 - 6	指示元素の標準統計量 (第 2 年次概査区域)	41
表 2 - 7	指示元素間の相関係数 (")	41
表 2 - 8	シキイ値及び異常値の区分 (")	41
表 2 - 9	指示元素の標準統計量 (準精査 A 地区)	56
表 2 - 10	指示元素間の相関係数 (")	56
表 2 - 11	シキイ値及び異常値の区分 (")	56
表 2 - 12	主成分分析結果 (")	61
表 2 - 13	主成分 Z 1 の統計値 (")	61
表 2 - 14	高得点集団における Z 1 得点の区分 (")	61
表 2 - 15	指示元素の標準統計量 (準精査 B 地区)	69
表 2 - 16	Telot のクロム・ニッケル・金鉄床探鉄の概要 (精査地区)	78
表 2 - 17	ニッケル鉄石の分析結果 (精査地区)	86
表 2 - 18	ニッケル鉄体の平均品位 (")	87
表 2 - 19	指示元素の標準統計量 (")	94
表 2 - 20	母材別 Cr の標準統計量 (")	94
表 2 - 21	母材別 Ni の " (")	94
表 2 - 22	指示元素間の相関係数 (")	95
表 2 - 23	母材別 Cr 及び Ni 間の相関係数 (")	95
表 2 - 24	シキイ値及び異常値の区分 (")	95
表 5 - 25	岩石試料の密度及び帯磁率測定結果 (C 地区)	103

別 添 図

Sekerr - Cherangani Hills 地域地質図 (縮尺 1 : 125000)

第 1 章 序 論

1-1 調査概要

1-1-1 調査目的

ケニア共和国北西部のケリオバレー地域におけ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て、鉱物資源賦存有望地区を抽出することを目的として実施されたものである。

1-1-2 調査内容

本調査は昭和 58 年から昭和 60 年までの 3 年間にわたって実施された。昭和 58 年度と 59 年度の調査は、地質調査と地化学探査からなり、各々、概査・準精査・精査が実施された。昭和 60 年度の調査は物理探査からなり、重力・磁気探査が実施された。調査の概要は表 1-1 のとおりである。

1-1-3 調査団の編成

本調査の計画策定・現地折衝及び現地調査に参加した調査団は、表 1-2 及び表 1-3 のとおりである。

現地調査には、ケニア側からケリオバレー開発公社と環境・天然資源省鉱山地質局の地質技師・物理探査技師・測量技師が参加した。

表 1 - 1 調査概要及び室内試験数量一覧表

項目	年度	昭和 58 年度	昭和 59 年度	昭和 60 年度
現地調査期間		昭和58年10月7日～昭和58年12月31日	昭和59年7月13日～昭和59年9月23日	昭和60年6月28日～昭和60年9月15日
地質調査・地化学探査(面積)				
概 査		2,300 ㎥	770 ㎥	
準 精 査		145 ㎥		
精 査		A地区 120㎥ B地区 25㎥	10 ㎥	
物理探査(電気・重力)				50 ㎥
地化探試料分析				
河床堆積物(概査地区)		1,552 件	分析成分 Au, Cu, Zn, F, Cr	
土壤試料(準精査・精査地区)		256 件 内訳 206件 Cr, Ni, Co, V, Pt 50件 Nb, Ta, Li, Sn, W, F	709 件 607 件 Au, Ni, Cr	
鉍石試料分析		概査地区 10 件 Au, Ag 準精査A地区 20 件 Cr, Ni, Co, Cu Pt, V, Fe, Al 準精査B地区 10 件 Nb, Ta, Sn, W Li, F, U	精査地区 70 件 50件 Ni, Co, Cr, Fe SiO ₂ , MgO 20件 Au, Ag	
岩石全岩分析		12 (13成分)	5 (13成分)	
X線回折分析		11	11	
岩石薄片		63	30	
鉍石研磨片		13	10	
帯磁率測定				50
比重測定				50

表 1-2 協定折衝及び調査計画参画者名簿

日	本 側	ケ	ニ	ア	側
昭和 58 年 度	逆瀬川敏夫	金属鉱業事業団 " " " " 同ナイロロビ海外調査員 在クニアア日本国大使館 国際協力事業団ナイロロビ事務所 " " " "	H. K. A. Rotich	ケリオパレレー	開発公社
	中山 健				
	細井 義孝				
	上田 英之				
昭和 59 年 度	鈴木 洋介	通商産業省資源エネルギー庁 金属鉱業事業団 " " " " " " 同ナイロロビ海外調査員 在クニアア日本国大使館 国際協力事業団ナイロロビ事務所 " " " "	H. K. A. Rotich	ケリオパレレー	開発公社
	森尾 隆吉				
	柳井 進				
	長嶋 俊一				
	竹中 運雄				
	吉村正一郎				
	逆瀬川敏夫				
	中山 健				
	山本 恭久				
	上木 隆				
昭和 60 年 度	北 良行	金属鉱業事業団 " " " " 同ナイロロビ海外調査員 在クニアア日本国大使館 国際協力事業団 同ナイロロビ事務所 " " " "	S. K. Tubei	ケリオパレレー	開発公社
	鈴木 洋介				
	中野 修				
	柳井 進				
	長嶋 俊一				
	竹中 運雄				
	逆瀬川敏夫				
	山本 恭久				
	北 良行				
	鈴木 洋介				

表 1 - 3 調査団員名簿

	日	本	例	ケ	ニ	ア	例
昭和 5 8 年度	内 田 欽 介	団長	住 鉦 コンサルタント株式会社	A.M.Ngumi	団長	ケリオパレ	開発公社
	渡 部 春 夫	団員	"	K.L.A.Sogomo	団員	鉦山地質局	
	長 谷 政 弘	"	"	K.H.Ndugu	"	"	
	滝 川 昭	"	"	A.O.Odawa	"	"	
昭和 5 9 年度	渡 部 春 夫	団長	住 鉦 コンサルタント株式会社	A.M.Ngumi	団長	ケリオパレ	開発公社
	殿 田 広 木 郎	団員	"	K.L.A.Sogomo	団員	鉦山地質局	
	滝 川 昭	"	"	K.H.Ndugu	"	"	
				A.O.Odawa	"	"	
昭和 6 0 年度	渡 部 春 夫	団長	住 鉦 コンサルタント株式会社	A.M.Ngumi	団長	ケリオパレ	開発公社
	高 城 元 治	団員	"	M.C.Lilako	団員	"	
	土 田 清 治	"	"	J.J.Maneno	"	鉦山地質局	
				W.Muthigani	"	"	
				G.M.Kavuthi	"	"	

1-2 調査地域の概要

1-2-1 概 要

ケニア共和国は、東アフリカ中央部に位置し、面積は582,644km²、人口は1,786万人(1982年)であり、首都はNairobi(ナイロビ)に置かれている。同国は1963年にイギリスから同連邦内の自治国として独立し、1964年に共和国となった。以後安定した政治・経済状態を保っている。

同国の国民総生産は73億ドル(1981年度)であり、1人当たりの国民所得は420ドル(1981年度)である。

同国の主要産業は農業であり、国民生産の33%を占めている。また鉱工業としては農産物加工、化学、プラスチック、石油製品、織物などである。鉱物資源の産出は少なく、わずかにリフトバレー南部にあるマガジ湖のソーダ灰(16万トン、1982年)、ナクル湖北方の螢石(8万9千トン、1982年)及びセメント原料の石灰石などが注目される程度である。

主要輸出品は、コーヒー(35%)、石油製品(17%)、紅茶(12%)、植物性原料(5%)、皮革(3%)などである。

同国の国語はスワヒリ語であり、公用語は英語である。都市部では広くスワヒリ語・英語が通用するが、地方では部族語が主体である。

通貨はケニアシリングを用い、対ドル交換レートは、1985年9月24日時点で17.1シリングであった。米ドル・英ポンド等の外国通貨は、現金・旅行小切手ともに一般銀行で現地通貨に交換できる。

1-2-2 位置・交通

本調査地域は、ケニア北西部のRift Valley州にあって、West Pokot郡とTurkano郡、また一部はTrans Nzoio郡とElgyo Maraquet郡の4郡にまたがり、北緯1°00'と2°00'及び東経35°15'と35°30'の4線に囲まれる、面積約3,070km²の長方形の範囲である(図1)。この地域は同時にケリオバレー開発公社の領域に含まれている。ケリオバレー開発公社の領域は、ケニア最北部にあるトルカナ湖に流入する河川の流域をすべて含み、同公社の名前は、そのほぼ中央部を北流する大河ケリオバレーにちなんで命名された。この領域は、赤道以北のケニアのリフトバレーの全域を含んでいる。

調査地域の交通は、地域の中央部から北東部を、ケニアの主要幹線で、汎アフリカ縦断道路の一部をなす全天候型道路の国道A-1号線が通っており、首都ナイロビから調査地の中心Ortumまでは約500kmの道程にある。ナイロビから自動車で約6時間で達することができる。

地域内の他の道路網は、中央から北部にかけては、山岳地帯のため、四輪駆動車またはト

トラック用の未舗装山道が、わずかに発達するのみで交通は不便であり、雨期には、しばしば通行不能となることが多い。一方、地域の南部は、高原の農耕牧畜地帯であり、交通は至便である。

1-2-3 地 形

調査地域周辺は、先カンブリア時代の基盤岩からなる高原地帯にあり、中新世以降の地殻変動によるリフトバレーの形成と火山活動が、この地域の地形の形成に大きな影響を与えている。

アフリカ東部を南北に貫くリフトバレーは東アフリカで東西2本に分かれ、東リフトバレーがケニア西部を南北に走っている。

調査地域の北東部は、この東リフトバレーの西端部にあたり、海拔700m~1,000mの半砂漠~ブッシュランドになっている。調査地の中央から西側は、リフトバレー断層の作る高さ約1,000mの急崖で分けられ、海拔1,000m~3,300mの高原~山地となっている。この西側の山地は、地質構造に平行な、南北または北北西-南南東方向に連なる山塊によって特徴づけられ、南部のCherangani丘陵と北部のSekeer山地に分けられる。Cherangani丘陵は地質時代の準平原面のなごりの、海拔2,600mから3,300mの高原が広がり、草地や森林が発達する。一方、Sekeer山地では、海拔1,200mから海拔3,334m(Mutero山)に及ぶ急峻な山岳地形を形成している。

調査地域の水系は、中央から北部のTurkana湖水系と、南部のVictoria湖水系に大別される。Turkana湖水系は北部のTukana湖に流入する水系で、北東方に流れて地域を分断するTurkwel-Suam水系とMarn-Malmalte水系からなる。水系内の河谷は大部分適従谷である。南部のVictoria湖水系はCherangani丘陵南部の分水嶺から、Victoria湖に向って南西方向に流路をとる。

1-2-4 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り、一部はリフトバレーの半砂漠~ブッシュランドを含んでいる。この地域は、ブッシュランド~半砂漠、サバンナ、森林などからなり、気候は全般に赤道型年変化を示す。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。しかし、ブッシュランドやサバンナの一部では、降水量が年によって大きく変動するため、干ばつの被害をうけることも多い。

調査地域の気候は、北東部がリフトバレーの海拔800~1,000mの半砂漠~ブッシュランドからなり、中央から西側は海拔1,000mから3,300mの山地、または南部は海拔2,500mから3,300mの高地丘陵からなるため、地域差が大きい。

リフトバレーのブッシュランドは半砂漠気候で、気温は日中35°C以上に上昇し、夜間は10

℃以下まで下る。雨量は年間300~800mm程度である。

中央から西側の山地は、リフトバレー近傍の半砂漠気候から温暖な高原気候まで変化する。気候は日中25℃~33℃前後まで上昇し、夜間は最低5℃付近まで下降する。雨量は大略600~1,200mmである。

南部の高原丘陵地帯では、冷湿な雨林性気候を示し、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3,000mの地点では最高気温22℃、最低気温5℃であった。雨量は植生から、年間2,000mm以上と推定される。

本地域の植生は、リフトバレーの半砂漠地帯では、トゲ科の樹木やサボテン類からなるブッシュ帯であり、中央~西側山地では、アカンヤ族やトゲ科の植物からなる雑木林帯、かんぼく類を伴う草原帯、高地の針葉樹林帯などからなる。南部の高原丘陵地帯では、草地が広く発達し、竹林帯、針葉樹林帯なども分布する。

1-3 既往調査

ケニア地質調査所による、地質・鉱物資源調査は、ケニア独立以前から続けられており、これらは、主として縮尺1:125,000の地質図幅同説明書として公刊されてきた。本調査地域では、北半部が、McCall, J. J. H. (1964): *Geology of the Sekerr Area*, 南半部がMiller, J. M. (1956): *Geology of the Kitale-cherangani Hills Area* に覆われ、かなり詳細な記載がなされている。

これらの地質調査は、やがてケニア全土としてまとめられ、1962年度に縮尺1:3,000,000でケニア地質図、ケニア鉱産図が公刊された。またその後、Du Bois, C. G. B. and Walsh, J. (1970)による“ケニアの鉱物”、Pulfrey, W. and Walsh, J. (1969)による“ケニアの地質と鉱物資源”が発刊されている(図1-1, 表1-4)。

調査地域内の鉱物資源に関しては、前述の地質図幅調査の他、クロム・ニッケル鉱床、砂金産出地や、銅鉱微地などの小範囲の地質・鉱床調査がある。この中で、最も調査が集中したのは、地域中央部のTelot蛇紋岩体に賦存するクロム・ニッケル鉱床に関してである。

1956年に発見されたこの鉱床は、南アフリカのNew Consolidated Gold Field Ltd.により1958年まで探鉱がなされ、その後、1959年にケニア地質調査所、また、1964年及び1967年から、1968年にかけて鉱山地質局により調査がなされた。更に、1977年に日本企業によるボーリングを主体とする調査がなされた。これらの調査報告書は、鉱山地質局に未公表資料として保管されている。

一方、ケニア鉱山地質局は、欧州共同体(EC)の援助のもとに、ケリオバレー地域で1982年度に磁気探査、放射能探査などを含む総合的な空中物理探査を実施し、目標地域の設定を行った。この中で空中磁気探査結果から導びかれた目標地域の一部は、本調査の第3年度の調査地域として選定されている。

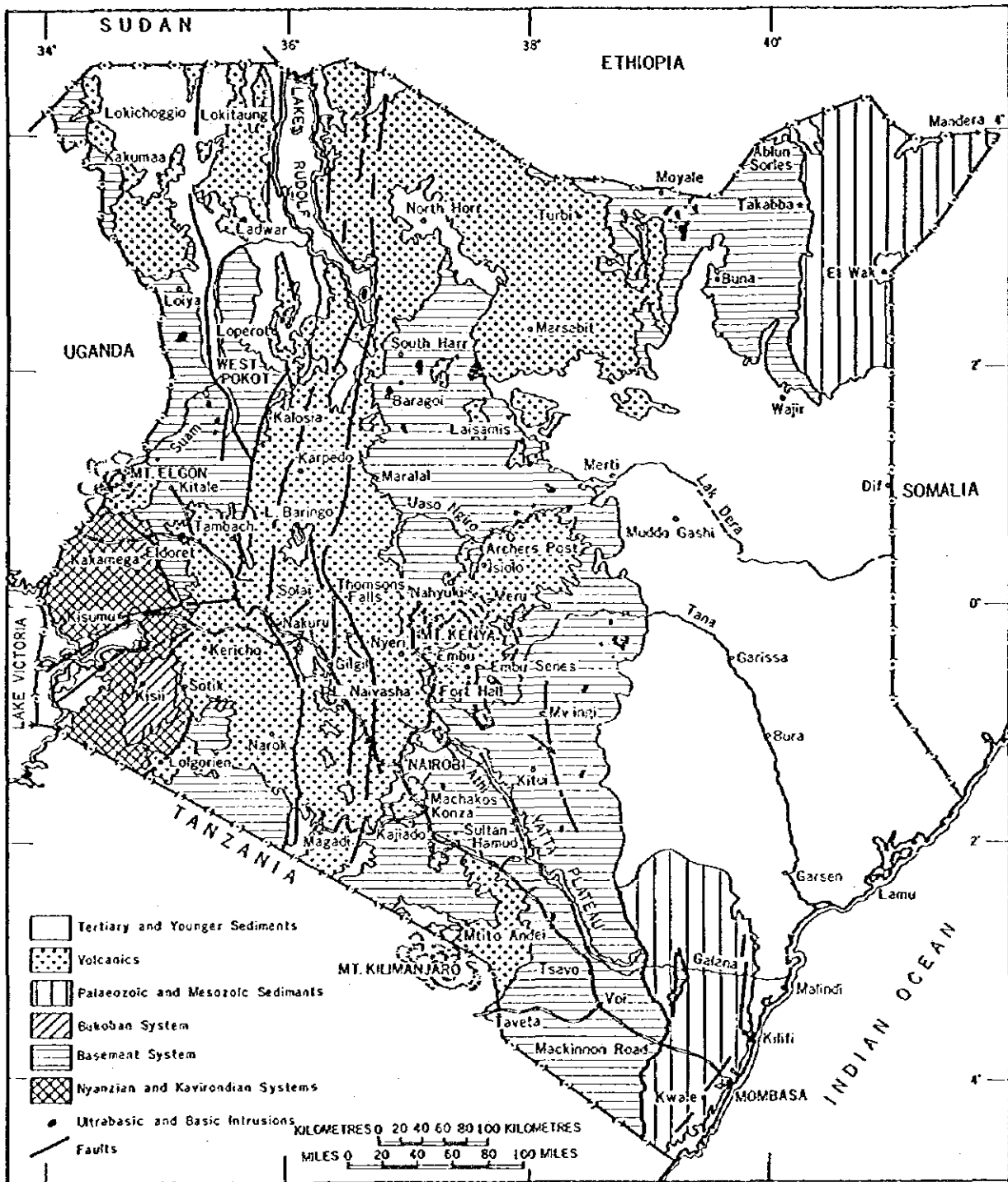


図1-1 ケニア概略地質図
 (After Pulfrey, W. and Walsh, J. 1969)

表 1 - 4 ケニアの地質層序と鉱物資源 (Pulfrey 他, 1969による)

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, (alum, 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 Mrima (Coast).	60-120	Manganese, pyrochlore, rare earth minerals.
JURASSIC	Coastal sediments and sediments of north-east Kenya		120-150	LIMESTONES, SLATES (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. <i>Enbu series</i> —Metamorphosed sediments, central Kenya. <i>Ablun Series</i> —Metamorphosed sediments, north-east Kenya.	Dolerites.	600 ? ?	SOAPSTONE, gold, (cassiterite).
	<i>Basement System</i> —Gneisses and schists.	Pegmatites in the Basement System. Gabbros of western Kenya; dunites.	500-600 ?	Mica, piezo-electric quartz, samarskite, columbite, beryl, feldspar, (amblygonite, bismuth, ilmenorutile, amazonite, zinc spinel, fluorspar, rare earth minerals). Chromite, garnierite, magnesite, vermiculite, corundum sapphire, (olivine).
	<i>Kavirondian System</i> —sediments and volcanics of south-western Kenya.	Norites and allied rocks, minor peridotites, pyroxenites and granites.	600+	LIMESTONES, MARBLE, WOLLASTONITE, kyanite, asbestos, magnesite, dolomitic limestones, garnet, rutile, ilmenite, sillimanite.
	<i>Nyanzian System</i> —Sediments and volcanics of south-western Kenya.	Granites, syenites, dolerites etc.	2,200	GOLD, silver, (molybdenite).
		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.

第2章 調査結果

2-1 概査区域

本区域は、調査地域全域の面積 3,070 ㎢ の範囲を対象し、初年度は北部の面積 2,300 ㎢ の範囲が、また次年度は南部の面積 770 ㎢ の範囲が調査された。

本区域は、ケリオバレー地域の中で、顕著な山岳地帯を形成し、プレカンブリア期の塩基性火山岩及び堆積岩起源の片麻岩類が卓越し、また、これらに貫入する花崗岩類や、塩基性～超塩基性岩類のみられる区域であり、これらの火成活動に伴う金属鉱床の分布が期待される地域である。

本区域の既知鉱床としては蛇紋岩に賦存するクロム鉱床・ニッケル鉱床、各所で稼行されている砂金鉱床、過去採掘実績のある雲母鉱床などがあり、また小規模な銅鉱微地の分布も報告されている。

調査は、地質調査と地化学探査が実施され区域内の既知鉱床周辺では、別に準精査と精査が導入された。

2-1-1 地質

(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、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。本調査でもこの帯の変成岩を、モザンビーク変成岩と呼ぶことにする。

本区域の地質は、モザンビーク変成岩・これ貫く貫入岩類及び第4系からなる。

(2) モザンビーク変成岩

本地区のモザンビーク変成岩は、見掛上の下位から上位に M-1, M-2, M-3, M-4, M-5 の5層に分けられる。断層や転倒褶曲の著しい発達、また、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などから、この層序は絶対的なものでない。また、M-5層は他の4層から離れて分布するため、見掛上の上下関係も明確でない。

a) M-1層

本層は、区域の南部および西部に広く分布し、泥質及び砂質堆積岩起源の片麻岩類の卓越を特徴とする。黒雲母片麻岩 (P-mg^b-1) を主とし、珪岩・珪質片岩 (P-mq-1), 角閃石片麻岩 (P-mg^h-1) を伴う。また南部には、石灰珪酸塩グラニュライト (P-mt-1), カリ長石斑状変晶片麻岩 (P-mg^f-1), ザクロ石斑状

変晶片麻岩 (P-mg^g-1) も分布する。

本層の厚さは 5,000 m 以上と推定される。

b) M-2層

本層は、区域の中央部に広く分布し、地向斜性の塩基性火山岩起源と推定される角閃石片麻岩の卓越した分布と石灰岩の出現により特徴づけられる。

本層に見られる岩相は、黒雲母片麻岩や角閃石-黒雲母片麻岩を伴う角閃石片麻岩 (P-mg^h-2), 珪岩・石英片岩 (P-mg-2), 結晶質石灰岩 (P-mc-2) 石英・長石質パラグラニュライト (P-mt-2), カリ長石変斑晶片麻岩 (P-mgf-2) からなる。

本層の厚さは、北部で約 2,000 m, 中央部で 3,000 m 以上, 南部では 1,500 m 以上である。

c) M-3層

本層は区域の中央から北部に帯状に連続して分布する。とくに北部では褶曲により反復出現している。本層は、泥質堆積岩起源片麻岩の卓越した分布と厚層の結晶質石灰岩の分布により特徴づけられる。

岩相は、黒雲母片麻岩 (P-mgb-3), 結晶質石灰岩 (P-mc-3), 石英片岩・珪岩 (P-ms^g-3), 黒雲母-白雲母片岩・黒雲母-白雲母-角閃石片岩 (P-ms^{bm}-3) からなる。

層厚は 1,000 m ~ 3,000 m である。

d) M-4層

本層は、区域の中部から北部にかけて、M-3層に囲まれて狭長に分布する。

本層の分布域の北半部では、周囲の変成岩よりも変成度の低い緑色片岩類が優勢に分布し、他層に比較して特異な岩相を呈している。また、この部分は多数の断裂の場と蛇紋岩類の貫入の場ともなり、構造帯の性格を示している。

本層は、角閃石片岩・角閃石-緑泥石片岩 (P-ms^a-4) と角閃石片麻岩 (P-ing^b-4) の2つの単元に区分される。前者は、アクチノ閃石片岩、緑泥石-アクチノ閃石片岩、透角閃石片岩などからなり、角閃石片麻岩、珪岩、石英片岩を伴っている。後者も角閃石片岩・石英片岩を伴う。

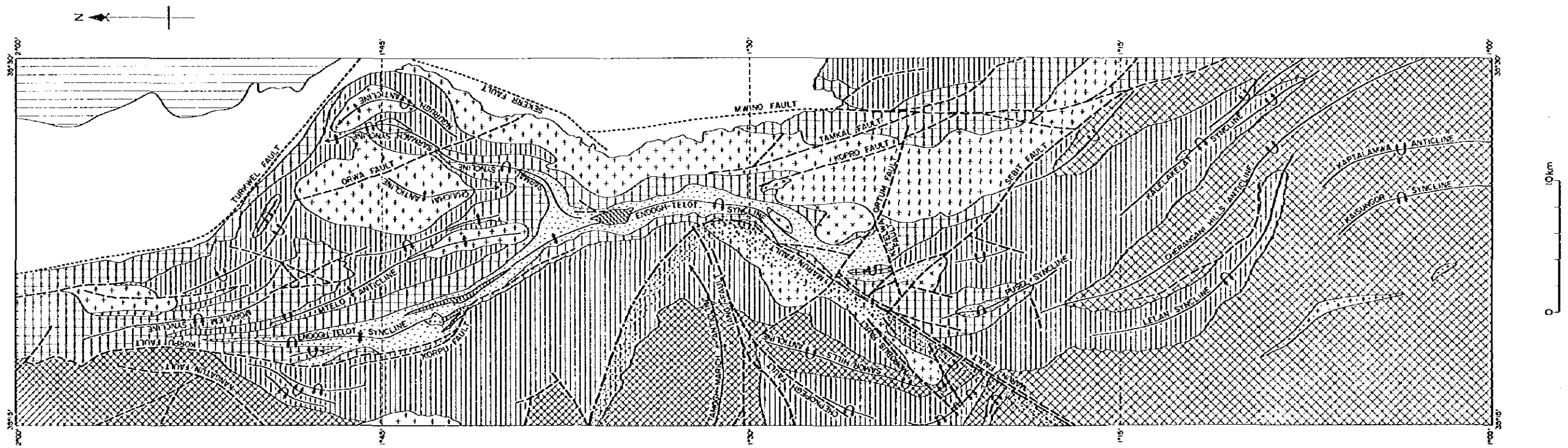
層厚は 300 m から 1,500 m まで変化する。

e) M-5層

本層は、区域北東部のリフトバレー内に分布し、他の4層との関係は不明である。

本層は角閃石片麻岩を伴う黒母片麻岩 (P-mg^b-5) からなり、結晶質石灰岩 (P-mc-5) 1層が挟在する。

層厚は 10,000 m 以上と推定される。



LEGEND

- | | |
|-----------------|---|
| Quaternary | Soil, Sand and Gravel |
| M-5 | Biotite gneisses, Hornblende-biotite gneisses |
| M-4 | Amphibole schists, Chlorite schists, Hornblende gneisses |
| M-3 | Biotite gneisses, Crystalline limestones, Quartz schists |
| M-2 | Hornblende gneisses, Porphyroblastic gneisses |
| M-1 | Biotite gneisses, Hornblende-biotite gneisses, Granulites |
| Intrusive Rocks | |
| | Foliated granites |
| | Granitoid orthogneisses |
| | Migmatitic type granites, Migmatites, Granites |
| | Diorites, Epidiorites, Metadiorites |
| | Gabbros, Metagabbros |
| | Ultrabasic rocks, Serpentinities, Talc schists |
| | Anticlinal axis |
| | Synclinal axis |
| | Overtured anticlinal axis |
| | Overtured synclinal axis |
| | Inferred fault |
| | Pegmatite dyke swarm zone |

图 2-1 調查地域概略地質圖

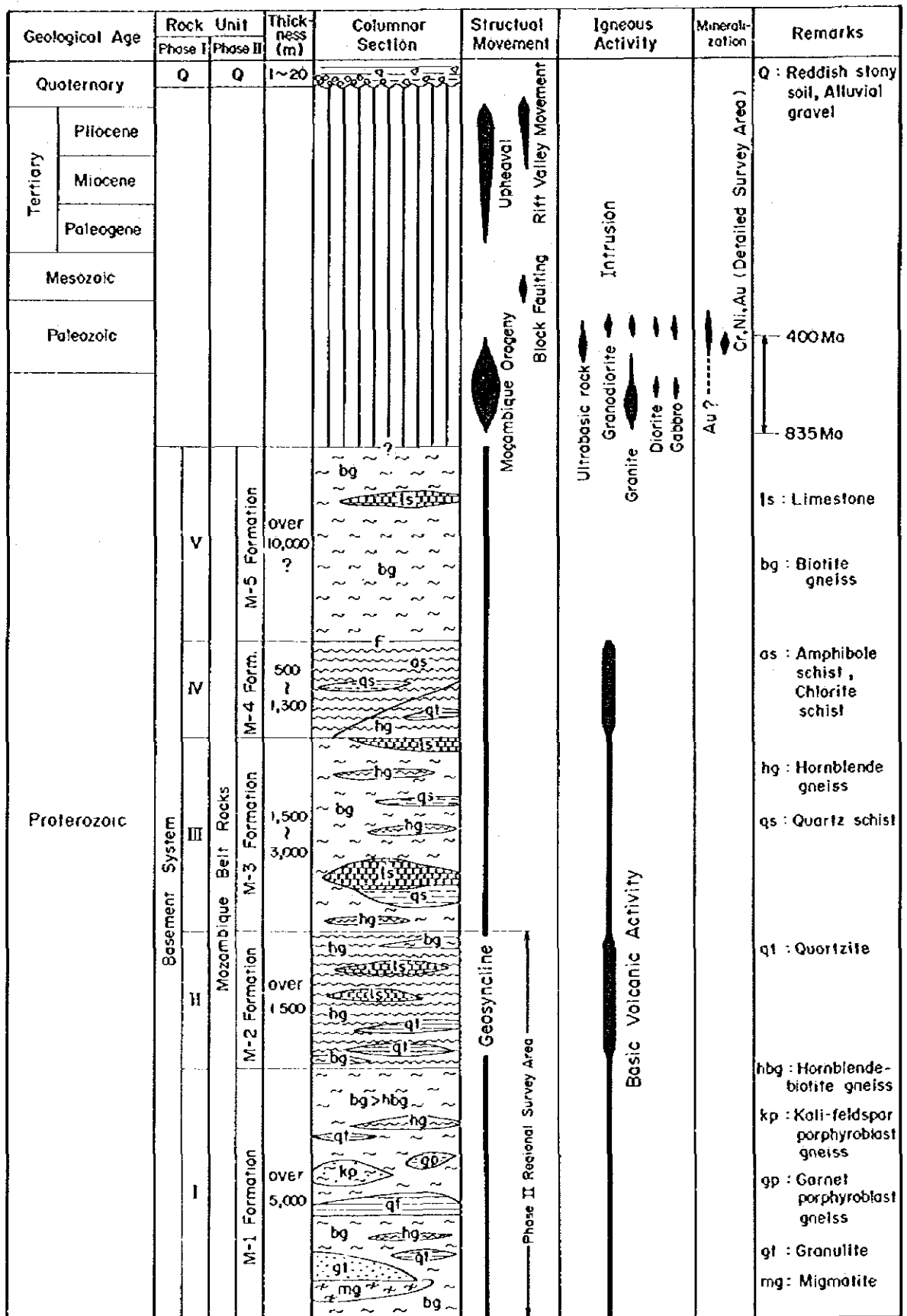


图 2-2 模式地質柱状图

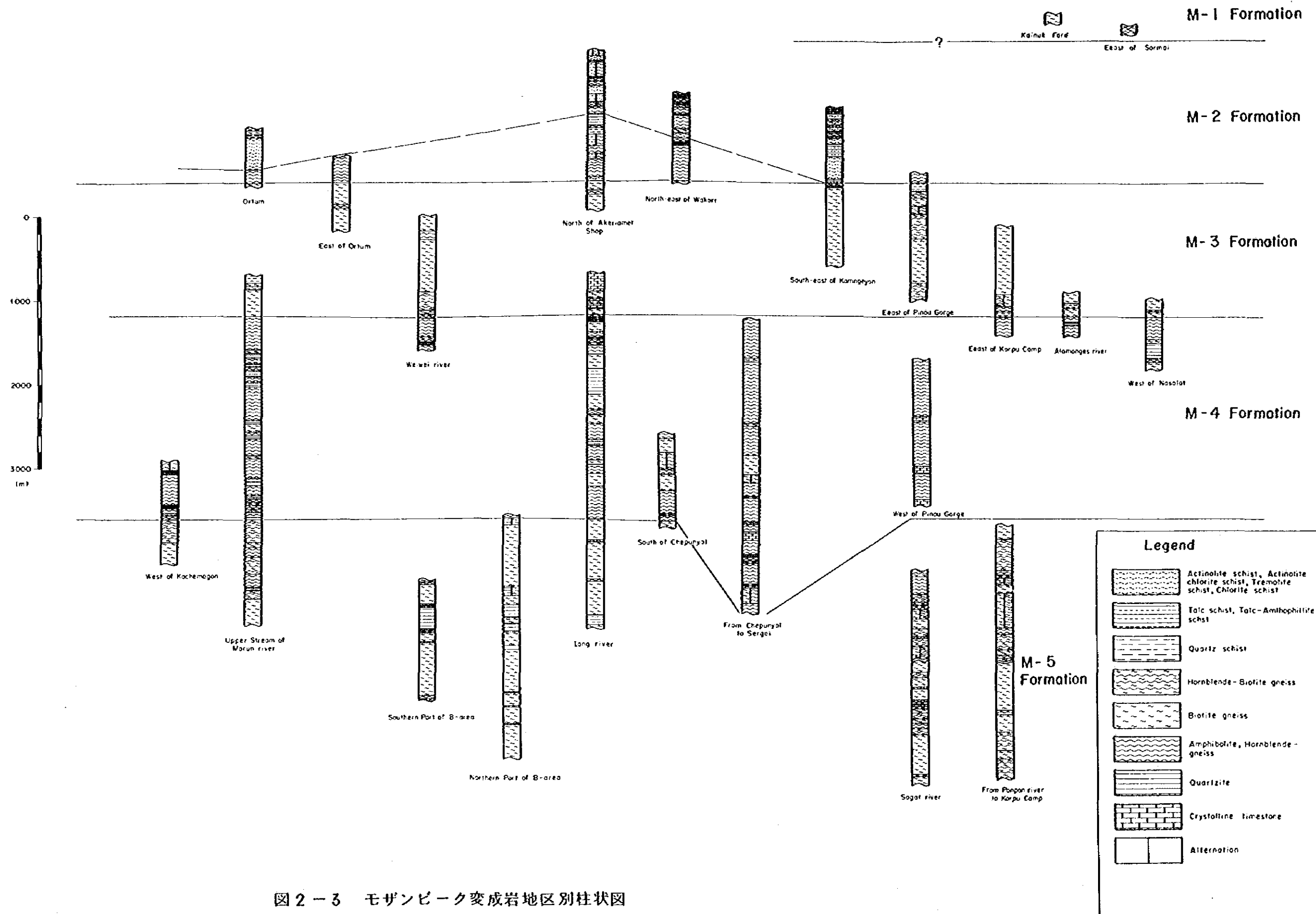


図 2-3 モザンビーク変成岩地区別柱状図

(3) 第四系

本調査地域の第四紀堆積物は、土壌、河床砂礫、崖錐堆積物等からなり、Mozambique変成岩及び貫入岩類を覆っている。なお、概査区域地質図には、Rift Valleyに広く発達する第四系のみを示す。

土壌は、含礫土壌、森林土壌及び沖積土壌からなる。含礫土壌は地域東部のMasol低地に広く発達し、赤褐色土と数cmから数10cmの角礫からなる。森林土壌は、Sekerr及びCherangani Hillsなどの比較的雨の多い高地の森林帯に発達しており、腐植物を多量に含む黒褐色土からなる。沖積土壌は、Suam-Turkwel, Marun川等の大河川に沿って狭長に分布しており、細砂及び細粒土よりなる。

河床砂礫はMarun, lang川の下流やTurkwel Gorgeの上流部など、川幅が広く、比較的流量の多い、しかも勾配の緩い部分に分布する。これらの地区では、表層砂の下の砂礫層から砂金が採取されている。

崖錐堆積物は主として、Rift Valleyの西縁を画すTurkwel及びSekerr断層が作る断層崖の下に帯状に分布する。

(4) 貫入岩類

本地域の貫入岩類は、酸性岩から超塩基性岩に及び、岩質は多様である。酸性岩は、花崗岩質正片麻岩、片状花崗岩、ミグマタイト型花崗岩、ペグマタイト、中性岩は、花崗閃緑岩、変閃緑岩、塩基性岩は、斑レイ岩、変斑レイ岩、また超塩基性岩は、蛇紋岩、同岩起源の滑石片岩にそれぞれ区分される。

貫入岩類の多くは、先造山時～造山時の火成活動の産物で、多かれ少なかれ変成作用を受け、花崗岩類は正片麻岩や片状岩などに变化し、変閃緑岩や変斑レイ岩も明瞭な変形構造をもつ岩石となっている。また、造山帯の深部で起ることのある、変成作用により形成されたと考えられるミグマタイト型花崗岩も分布し、ペグマタイトの多くにも、同様な成因が考えられる。一方、変成作用の影響が弱く、造山運動の末期から後造山時の活動によるものと考えられる貫入岩も分布する。蛇紋岩類や花崗閃緑岩・斑レイ岩・閃緑岩がこれに相当する。

これらの貫入岩類は、岩床、小岩株あるいは岩脈として産し、底盤のような大規模なものは認められていない。

a) 花崗岩質正片麻岩 (P-mG)

分布・産状

北部のTurkwel Gorgeの西側入口付近、Murkorla Hill, 中央部のMtelo山頂付近、南部のCherangani Hillsの頂部にそれぞれNS方向に分布する。

中央部及び北部に分布するものは、モザンビーク変成岩類の構造にほぼ平行に貫入

する比較的規模の小さい岩床であり、南部の Charengani Hills の岩体は、幅約 6 km で N-S 方向に 25 km 以上伸長する全体的には非調和貫入形態を示す大岩体である。

岩 相

中央部及び北部の岩体は、淡灰色を呈し、葉状構造の著しい中～細粒岩が代表的岩相である。肉眼的に、カリ長石・斜長石・石英・白雲母・黒雲母が認められ、一般に白雲母が黒雲母より多い。縞状構造は、珪長質鉱物の縞（1～数 mm）と雲母の薄層により形成されており、雲母は細片の集合からなる。カリ長石のポーフイロクラストがしばしば認められる。

南部 Cherangani 岩体は、灰色を呈し、縞状構造の著しい中～粗粒岩を主体とする。カリ長石・斜長石・石英・黒雲母を構成鉱物とし、角閃石を含むことがある。しばしば縞状構造に平行に伸長した中～塩基性火成岩の黒色捕獲岩を含んでいる。

b) 片状花崗岩（ ϕ ）

分布・産状

地域北部の Turkwel Gorge 付近、中央北部の Sekerr 森林の北東部から Sarmai に至る間、西部の Ptoyo 付近、中央東部の Sekerr - Murio 断層の西側の 4ヶ所に分布する。

本岩は、片麻岩類などの構造にほぼ平行に貫入し強い片状構造をもつ。核貫入岩との境界部では、黒雲母片麻岩や角閃石片麻岩の片麻状構造に平行に縞状に貫入した、細粒優白質岩床の集合からなり、岩体内部に向って均質・粗粒になる傾向を示す。また岩体の境界部ではしばしばプチグマチック脈状の貫入状態を示す。岩体の全般にわたってシュリーレンを多数含む。これらは主として黒雲母片麻岩、角閃石片麻岩などからなるが、しばしば中～塩基性火成岩も含んでいる。岩体内部及び外部にペグマタイトを伴うことがある。

Sarmai 北方の Nasalot 付近の雲母鉱床を伴うペグマタイトの岩脈群は本岩と成因的に関係するものと考えられる。

岩 相

本岩の代表的岩相は、片状構造を示し、淡灰色を呈する細～中粒の黒雲母花崗岩であり、他に細粒白雲母花崗岩、白雲母-黒雲母花崗岩、優白質花崗岩などがある。鏡下では、完晶質等粒で、片麻状組織を示す。斜長石、石英、カリ長石を主成分とし、黒雲母、白雲母、時にはザクロ石を含む。雲母類が強い定向配列を示すことが多い。

c) 混成型花崗岩・ミグマタイト（P-mm）

分布・産状

地域中央西部の Morobus 山から、中央南部の lang 川と Marun 川との合流部付近ま

で、幅最大 4 km、長さ 21 km にわたって、NE-SW 方向に伸長して分布する大岩体と、南西部の Kiptaberr 付近に石灰珪酸塩質グラニュライトに伴って NW-SE 方向に分布する岩体がある。

中央西部の岩体は、被貫入岩との境界部付近で、その構造に平行に貫入する多数の岩床群からなり、岩体内部に向って相対的に貫入部が増加し、次第に均質化する産状を示す。

一方、本岩体は、岩体の内部及び外部に多数のペグマタイトを作っている。岩体外部のペグマタイトは大部分 Marun 断層の北側に認められ、地域中央西部の Chepunyal 付近までの Marun, lang, Tamogh 各川の流域はペグマタイトの一大分布地となっている。これらのペグマタイトは、幅最大 10 m で、一般には数 m 以下であり、母岩の構造を切るもの、構造に平行するもの、母岩と著しい漸移関係を示すものなど様々な産状を示すが、大部分は産状から変成作用の過程で生成したものと考えられる。

南部に分布するものは、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、厚さ数 10 m から数 m 以下のレンズ状の薄層としてこの岩体の周辺の黒雲母片麻岩中に挟在するものがある。

岩 相

中央西部の岩体は、灰白色中粒の完晶質岩で、弱い片状～縞状構造を示し、斑状組織を示すものも多い。境界付近の岩石はミグマタイト様の岩相を呈し、鏡下では、グラノブラスティック組織を呈し、鉱物粒はすべて他形（変成組織）を示す。構成鉱物は石英、斜長石、カリ長石を主とし、黒雲母、角閃石、スフェンなどを含む。

南西部に分布するものは、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、片麻岩状組織とカタ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斑晶は、他形で卵形を示し、径は 2 mm 以上である。これらは波動消光を示す。カタクラスティック部は、細粒で縞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、縞状に配列している。

d) 花崗岩 (G)

分布・産状

本岩は、区域の北東部で、モザンビーク変成岩類を貫く小規模な岩株・岩脈として産す。最大なものは、Kalelaikelat の北方の岩体で、長径 1 km、短径 0.5 km の岩株として産す。しかし、地質図に示した、他の小岩株の他は、母岩の構造に平行に貫入した。幅数 10 cm から数 m の岩脈群として産している。

岩 相

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。

鏡下では、幾分ミグマタイト的な組織を有するものもあるが、フォリエーションを示さないものには、自形結晶が多く、かなり花崗岩的な組織が強い。

主成分鉱物は、石英、カリ長石、斜長石であり、副成分鉱物は、黒雲母、白雲母、燐灰石、鉄鉱物である。

e) 花崗閃緑岩 (Gd)

分布・産状

本岩は、区域の南東部に、黒雲母片麻岩に貫入した幅 100 m 以下の小岩株として、2 岩体認められる。

岩 相

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。鏡下では等粒、完晶質で、斜長石、カリ長石、石英を主とし、黒雲母、白雲母、燐灰石、鉄鉱物を伴う。組織からは、広域変成作用を受けた形跡は認められず、造山運動末期～以降の貫入と判断される。

f) 閃緑岩・変閃緑岩 (D)

分布・産状

閃緑岩は調査地域中央の Marun 川沿いの 3ヶ所に分布する。貫入形態は必ずしも明らかでないが、分布状況から小規模岩株と考えられる。

変閃緑岩は調査地域の中央の Iang 川の Tamogh 川との合流部付近に小分布する。

岩 相

閃緑岩は、暗灰色中粒の岩石で、鏡下では等粒、一部斑状を示す。斜長石、角閃石、黒雲母、透輝石を主成分とし、磁鉄鉱、石英、燐灰石を随伴する。

変閃緑岩は、緑灰色の中粒塊状な岩石で、鏡下では初生鉱物として斜長石、普通角閃石、燐灰石が、次生鉱物として斜長石、普通角閃石、ゾイサイト、石英が認められる。完晶質等粒状組織を基本とするが、再結晶による斜長石、石英のモザイク組織が認められる。

g) 斑レイ岩、変斑レイ岩 (B)

分布・産状

斑レイ岩は、地域北西部の Kamngeyon 山付近と中央部 Mtelo 山頂の南西方に分布する。Kamngeyon 山の岩体は、モザンビーク変成岩の M-4 層に貫入し、同時に、蛇紋岩体を切っている。

変斑レイ岩は地域南部の Sebit 川の中流部に分布する。被貫入岩の構造から、岩床状岩体と推定される。

岩 相

斑レイ岩は、淡緑色～暗緑色中粒の塊状岩からなる。鏡下では普通角閃石と少量の斜長石、ゾイサイト、燐灰石からなる。斜長石は変質してソーシュライト化が著しい。

変斑レイ岩は、暗灰緑色を呈する中粒完晶質岩で縞状組織をもつ。鏡下ではやや縞状で、角閃石の密集部と斜長石の密集部が縞紋状に認められる。斜長石密集部は自形・等粒組織（火成岩組織）、角閃石密集部はグラノプラスチック組織（変成組織）を示す。少量の緑レン石、黒雲母も含んでいる。

h) 蛇紋岩類 (Us)

分布・産状

調査地区中央の準精査A地区に大部分分布し、他に南部の Sebit 付近で 変斑レイ岩中の小捕獲岩体として分布する。

A地区に分布するものはM-4層中にレンズ状に分布し、大部分は被貫入岩の構造に調和的に貫入する岩床である(2-2-1項参照)。

岩 相

ウエーライト～ハルツパーシャイト質のダナイト起源の蛇紋岩が多い(2-4参照)。

i) 滑石岩・滑石片岩 (Ut)

分布・産状

主として準精査A地区に分布するほか、中央西部に僅かに分布する(2-4参照)。

岩 相

白色～淡灰色を呈する塊状岩で、片理を示すこともある。肉眼的には滑石のみからなるが、酸化鉄鉱物が虫食い状に汚染するものも分布している。

(5) 変成作用

a) 広域変成作用

調査地域は、モザンビーク変成帯の西縁付近に位置している。モザンビーク変成帯は、全アフリカを巻き込んだ汎アフリカ造構輪廻(6±2億年)によって形成されたものであり、南北性の顕著な構造方向を有する高変成度の片状変成岩よりなっている。

本区域に分布するメタペイサイト(塩基性変成岩)は、全般に主成分鉱物として普通角閃石、斜長石(アデシオン組成)、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)を示す。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)の角閃岩相を示す。

b) 後退変成作用

M-4層の緑色片岩層は、主に極めて強い片理を有する細粒の緑泥石片岩、透角閃石片岩、緑泥石-アクチノ閃石片岩などから構成される。これらの変成岩は、緑色片岩相に属し、組織、鉱物組成の点で周囲の角閃岩や片麻岩類より変成度が低い。

この緑色片岩分布域は、蛇紋岩類・斑レイ岩などの貫入帯ともなっており、多数の断層の発達した Telot 向斜軸に位置している。またこの緑色片岩は断層帯を経て測方の角閃石片麻岩層に漸移していることも多い。これらから、緑色片岩類は、強い剪断・圧砕作用をうけて、低温で安定な鉱物組合せの細粒片状岩に変化したものと考えられる。

区域の南西部に分布する石灰-珪酸塩グラニュライトは、基本的には、グラニュライト層の鉱物組成を示し、周囲の角閃岩相より高い変成相を示す。しかし本岩には、鏡下鑑察から、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。これは、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貫入して、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。

c) 超変成作用

区域の中央から南部の各所に分布するミグマタイト、ミグマタイト型花崗岩、長石斑状片麻岩類またその周辺に多産するペグマタイト岩脈等は、局所的な超変成作用の結果によるものと考えられる。

d) 接触変成作用

区域中央の Marich Pass 付近の片麻状花崗岩分布域やその南方で、透輝石-普通角閃石-黒雲母-ザクロ石スカルン、ザクロ石-普通角閃石スカルン、また区域南東部の結晶質石灰岩分布域には花崗岩岩株に伴って珪灰石スカルンが分布する。しかし、これらのスカルン分布域には金属鉱物の鉱化は認められていない。

(6) 地質構造・地史

a) 地質構造

図2-1に構造要素を、図2-4、2-5にランドサット画像からのリニアメントを示す。

本地域の地質構造は、N-S~NNW-SSE性のモザンビーク変成岩の基本構造に規制され、大局的には、中央部を南から北へNW-SEからNE-SW、さらにNNW-SSE方向に転じながら伸びる向斜構造を基本とする。従って、この向斜軸を挟んで同じ地層が東西に分布する。さらに細かく見ると、北部、中央部、南部でそれぞれ特徴が認められる。北部は、北から南へ扇状に広がって配置する転倒褶曲と、これに平行な断層群を特徴とする。

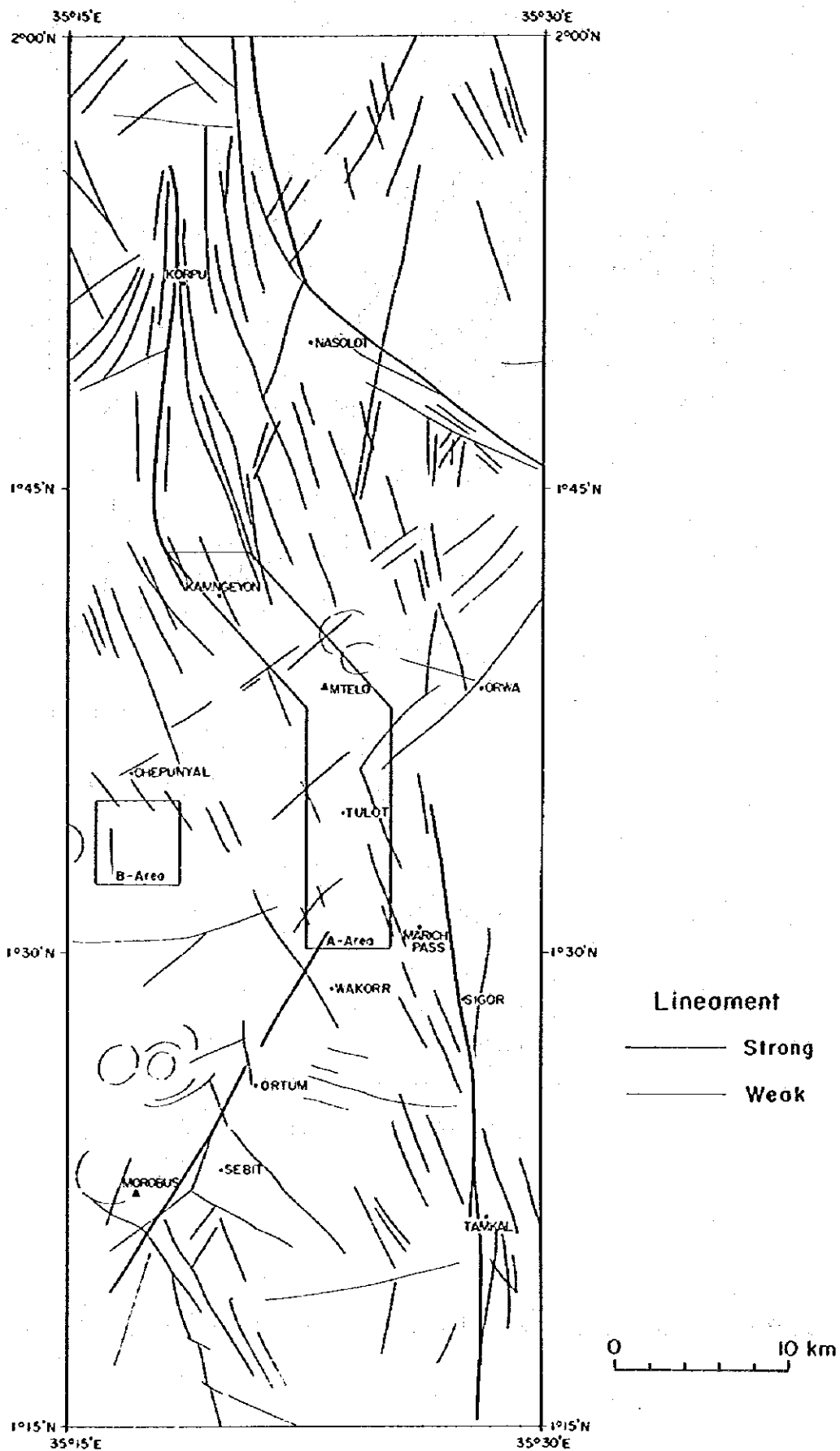
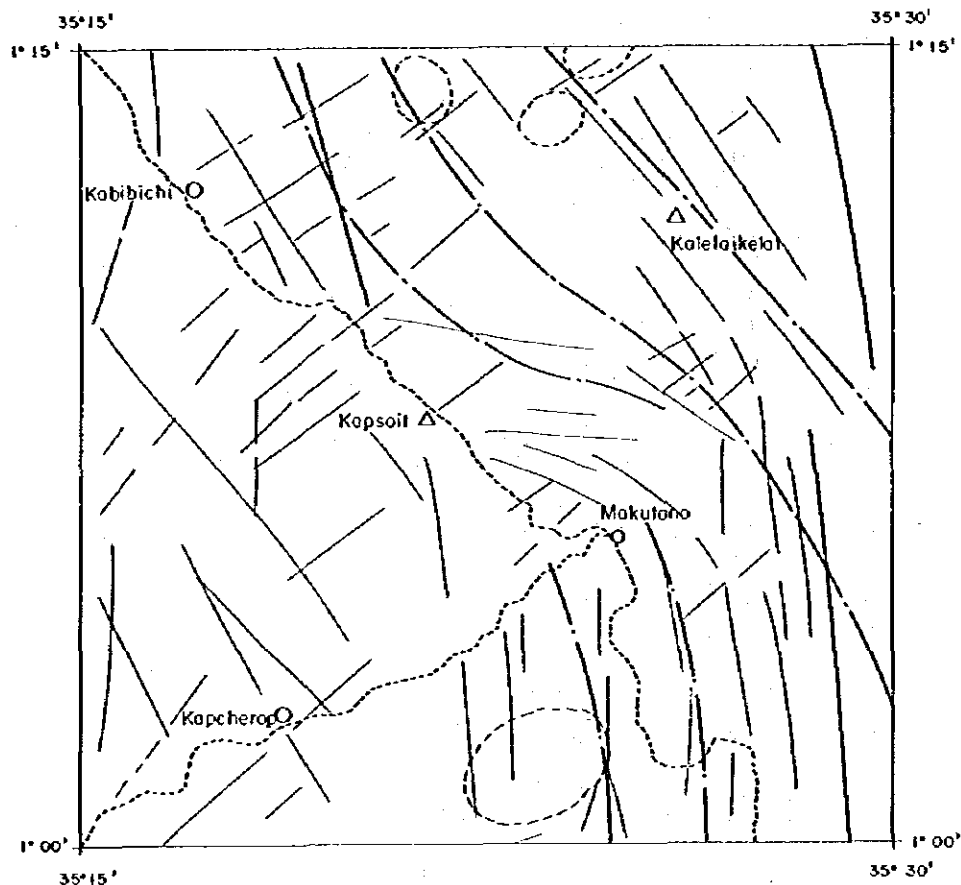
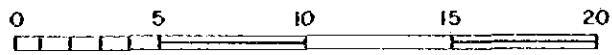


図2-4 ランドサット擬似カラー画像リニアメント図 (第1年次地域)



SCALE 1 : 250,000



LEGEND

- Strong lineament
- - - Weak lineament
- Circular structure
- - - Estimated axis of fold (by Geological survey)

図2-5 ランドサット擬似カラー画像リニアメント図 (第2年次地域)

中央部は、向斜構造を中心とし西緩東急の比較的単調な褶曲構造からなる北半部と断層が著しく発達し、褶曲した地層がブロック化した南半部からなる。

南部は、NNW-SSE方向から南へ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、しばしば反復出現する。

断層構造の中で最も顕著なものは、地域の東側を南北に縦断するリフトバレー断層で、北部からTurkwel断層・Sekerr断層・Mwino断層と呼称されている。これらは地域内で60km以上連続する。断層の落差は1,000m以上と推定され、Sekeer山地・Cherangani丘陵とリフトバレーを隔てる断層崖を形成している。地域の中央部をNE-SW方向に縦断するMorun断層はOrtum付近のミグマタイト型花崗岩体の東縁を画し、地域を北部と南部の2つの地塊に分断する。

褶曲構造の中で最も顕著なものは、地域全体の地質構造を規制するTelot-Endogh向斜である。この向斜は、北から南に、開いた褶曲から転倒褶曲に変化し、断層により切断されながら南部に連続する。Telot蛇紋岩体分布域を中心として、中央から北部では、この向斜軸部に多数の断層が発達し、構造帯を形成している。この構造運動により後退変成作用が起り、片麻岩類が片状岩に変化している。

b) 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)とされている。

本調査地域に見られるモザンビーク帯の岩石の地質時代は年代測定結果が少ないためかならずしも明確でないが、Verncombe(1983)は、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いることなどから、本地域の地質時代もこれとは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(Cahen & 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 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 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

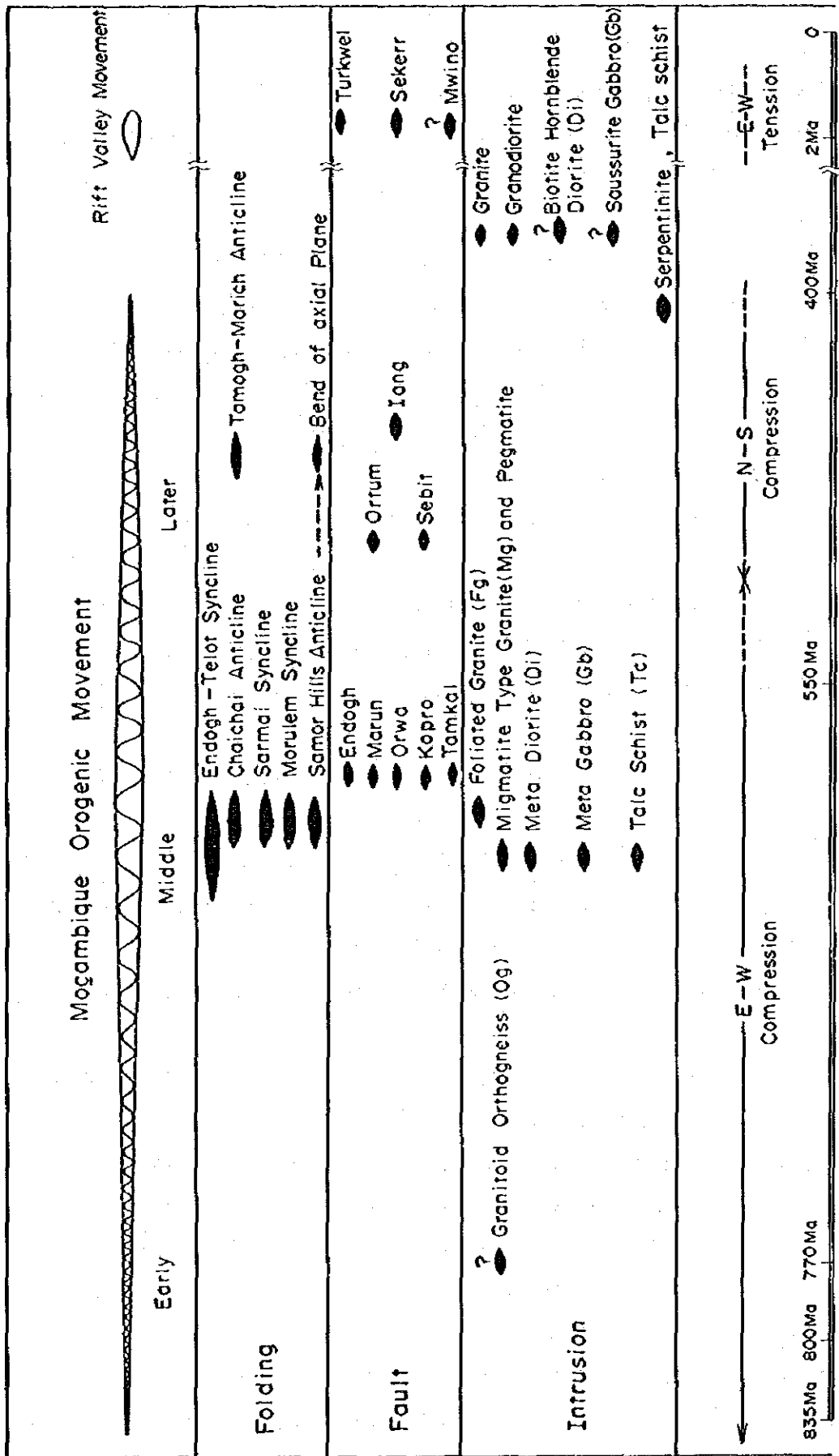


图 2-6 構造運動と火成活動

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。

本調査区域では、まず、Nyanzian系や Kavirondian系などケニアの基盤岩類を不整合に覆って、地向斜性トラフに、泥岩・砂岩・塩基性火山岩類が堆積した。次にモザンビーク造山運動が始まる。造山運動の初期に花崗岩（正花崗岩質片麻岩）の進入が行なわれた。

変形運動は初めにE-W方向の圧縮力によりNE-SW~NNW-SSE方向に延びる褶曲構造の形成が始まり、変形運動がクライマックスに達した時にミグマタイトや、ミグマタイト型花崗岩・ペグマタイトなどが形成された。ほぼ同時に、閃緑岩、斑レイ岩が進入し、これにやや遅れて花崗岩（片状花崗岩）の進入が行なわれた。この活動の後に、褶曲構造にほぼ平行なN-S~NNW-SSE系の断層が生じた。

この後、圧縮力はN-S方向に変わり、NW-SE系断層が生じた。更に引き続いたN-S系の圧縮により、E-W方向の背斜構造が形成され、これにやや遅れて同方向の断層などが生じた。

変形の少ない蛇紋岩類は造山運動の末期に進入し、これに貫入し熱変成を与えている変斑レイ岩や、花崗閃緑岩、変閃緑岩は、更に遅れて貫入した。

中生代に入り、地塊化運動が進み Cherangani 面、Cherangani 高位面等が形成された。

新生代に入ると、本地区を含むケニア西部は広大なドーム状隆起の中心となり、準平原化が進んだ。

中新世中期には、ドームは約300m上昇し、中心部をN-S方向に縦断する各所で割目噴火タイプのフォノライトの噴出があった。本地区にはこの火山岩は分布しない。

この噴出に伴いモザンビーク変成帯のN-S系構造に沿って地溝構造が形成され始めた。鮮新世末期までには、ドームは1,500mも上昇し、Sekerr断層、Turkwel断層などリフトバレー断層が生じ、地溝部は、更に沈降し現在見られるような地形がほぼでき上がった。

第四紀の侵食作用により、断層崖は後退し、地溝部は平坦化された。

2-1-2 鈳 床

(1) 概 説

本調査地域内に見られる鈳床、鈳微地を表2-1、及び別添図に示す。これらを元素別・型式別にまとめると表2-2のようになる。

表 2-1-1 鉱床・鉱微地一覽表

No. on Geological Map	Name of Mineral Localities	Metal of Minerals	Type of Mineralization	Location		Information Source	Host Rock	Ore Mineral	Occurrence	Remarks
				Survey of Kenya, Map	UTM co-ord. X Y					
1	Turkweil - Suam River	Au	Alluvial gold	62/2 Turkweil Gorge	757 ~763 208 ~213	McCall (1964) Theuri (1976) Bridge (1977) JICA/MMAJ (1984) ¹	Alluvial gravels	Native gold	The gold in the river bed is mainly found in gravels.	Production 1953-1960 Au: 1,160.80 Fine ounces Ag: 54.38 Ounces Recently operation is only held in dry season by local people.
2	Marun River (Wakora-Marich)	Au	Alluvial gold	62/4 Sekerr 75/2 Sigor	767 ~774 165 ~170	McCall (1964) Miller (1965) Theuri (1976) JICA/MMAJ (1984) ¹	Alluvial gravels	Native gold	The deposits are restricted to superficial soils, alluvial gravel etc. in the river bed.	Production 1951-1955 Au: 232.72 Fine ounces Ag: 11.09 Panning is being operated by local people in a small scale.
3	Endogh River	Au	Eluvial and alluvial gold	62/4 Sekerr	761 ~186 ~192	JICA/MMAJ (1984) ¹	Weathered Talc schist, Act. schist	Native gold	The eluvial gold is digged from weathered rock or talus composed of talc schist and actinolite schist. The alluvial gold occurs in the river bed downward.	Panning operation is flourishing by local people all the year.
4	Telot	Au	Eluvial gold	62/4 Sekerr	766 176	McCall (1964) Kaye (1967, 1968) JICA/MMAJ (1984) ^{1,2}	Weathered Serpentine	Native gold	The eluvial gold occurs in weathered serpentine or talus composed of serpentine.	Geochemical anomaly covers the area of 5 km ² . Small scale panning is being continued by local people.
5	Iang	Au	Alluvial gold	62/4 Sekerr	757 ~768 167 ~176	JICA/MMAJ (1984) ¹	Alluvial gravels	Native gold		
6	Moiben River (Upperstream)	Au	Alluvial gold	75/4 Cherangani	773 ~776 117 ~127	JICA/MMAJ (1984) ²	Alluvial gravels	Native gold	The gold is found in river-bed deposits.	Panning of gold is being operated by local people in a very small scale.
7	Sarmai River	Au	Alluvial gold	62/2 Turkweil Gorge	769 ~770 200 ~201	JICA/MMAJ (1984) ¹	Alluvial gravels	Native gold	The gold occurs in detrital sediments.	Small scale panning by local people.
8	Sarmai	Au	Alluvial gold	62/4 Sekerr	776 ~778 190	JICA/MMAJ (1984) ¹	Alluvial gravels	Native gold	ditto	ditto
9	Chepkotet	Au Cu	Hydrothermal vein	75/4 Cherangani	770 ~771 137 ~139	JICA/MMAJ (1984) ²	Quartzite	Native gold Chalcopyrite	A very small amount of chalcopyrites and golds occurs in strongly silicified quartzites.	The area of silicified zone is estimated more than 1 km ² .
10	Iang	Au	Hydrothermal vein	62/4 Sekerr	759 (?) 167 (?)	McCall (1964)	Metamorphic rocks	Gold, Pyrite	The quartz-pyrite veins occur in a small swarm which traverses the bed of Iun River.	Assay Au: 0.3 dwt. per short ton
11	Telot	Cr Ni	Magmatic segregation Secondary enrichment	62/4 Sekerr	766 176	McCall (1964) Kaye (1967, 1968) Kokan Kogyo (1977) JICA/MMAJ (1984) ^{1,2}	Serpentine	Chromite Kammererite Garnetite	The podiform chromite bodies occur in the Telot serpentine body. Garnetite occurs mainly as impregnation patchily distributed in the layers of a banded serpentine. Thin seams of a mixture of Hematite and Malachite in the serpentine-talc schist complex.	Prospecting included 412 m (11 Holes) of drilling was done by Japanese Company. Assay: see JICA/MMAJ (1984) ²
12	Kamngeyon	Cr	Magmatic segregation	62/4 Sekerr	758+	McCall (1964) JICA/MMAJ (1984) ¹	Serpentine	Chromite	Scattered chromite ores occur on the surface of weathered serpentine covering the area of 80 x 50 m.	Traces of prospecting are seen in the area.
13	Twin Bridge	Cu	Hydrothermal vein	75/2 Sigor	759 155+	Miller (1956)	Quartzite	Malachite Pyrite Chalcopyrite	The malachite staining occurs in a band of quartzite. An irregular vein-like streak of pyrite and chalcopyrite about two feet in length occurs in a contorted apite dyke.	Assay Cu: 0.105%
14	Chepkopegh	Cu	Primary impregnation	75/2 Sigor	751- 162	Miller (1956)	Meta-diorite	Malachite Bornite Azurite Chalcopyrite	The malachite occurs as a local impregnation of Meta-diorite.	15 localities in 3,000 x 800 yards country. Most part is in the outside of the survey area.
15	Parua	Cu	Hydrothermal vein	75/2 Sigor	766 148	JICA/MMAJ (1984) ¹	Hornblend gneiss, Crystalline limestone	Malachite Bornite Chalcopyrite Pyrite	Quartz vein: Floats	Old pit or tunnel is said to be upper part of the float zone. Assay: Cu 1.1%
16	Akeriamet	Cu	Hydrothermal vein	62/4 Sekerr	767 170	McCall (1964)	Foliated granite	Chalcocite Malachite	Quartz-calcite vein with ore minerals.	Very small outcrop.
17	Nakang	Cu	Hydrothermal vein	62/2 Turkweil Gorge	759 209	McCall (1964)	?	Malachite	The copper is present in small and sparsely distributed lodes (quartz vein).	Very small outcrop.
18	Talon	Cu	Primary dissemination	62/2 Turkweil Gorge	771 199	JICA/MMAJ (1984) ¹	Amphibolite	Malachite	Several floatings; the source is not found.	Assay of a chip sample Cu: 1.92%
19	Chaichai	Mo	Hydrothermal vein	62/4 Sekerr	769 187	JICA/MMAJ (1984) ¹	Muscovite quartzite	Molybdenite	The molybdenite occurs in a small quartz vein.	Width: 0.15 m Length: 7 m Depth: ?
20	Nasalot	Mica	Pegmatite	62/2 Turkweil Gorge	772 202	McCall (1964)	Schist	Mica Feldspar Quartz	The mica occurs in a swarm of large pegmatites of rather unusual dike-like form ranging 1 mile wide.	Operated in 1928-1929. 3,645 pounds of cut mica Another operation in 1929. 0.5 Ton of low grade mica
21	Nakang	Kyanite	Hydrothermal vein	62/2 Turkweil Gorge	759 209	McCall (1964)	?			Very small outcrop.
22	Nasalot	Kyanite	ditto	62/2 Turkweil Gorge	772 202	McCall (1964)	?		The Kyanite is concentrated in bluish gray patches of crystals up to three inches long.	Bigger than other three outcrops.
23	Marun	Kyanite	ditto	62/4 Sekerr	768 169	McCall (1964)	?			Very small outcrop.
24	Sostin	Kyanite	ditto	62/4 Sekerr	768+ 170+	McCall (1964)	?			Very small outcrop.
25	Telot	Talc	Alteration, massive	62/4 Sekerr	765 ~767 175 ~179	JICA/MMAJ (1984) ^{1,2}	Talc rock Talc schist Serpentine		Large amount of talc rocks occur surrounding and inside the Telot serpentine body.	Investigation of reserves and quality is recommended.
26	Sebit	Limestone	Sedimentary origine	75/2 Sigor	758 ~763 146 ~159	MGD Report	Crystalline limestone		Folded enlarged crystalline limestone.	Preliminary drill work has finished by MGD. Feasibility study should be needed for exploitation.

表 2 - 2 鈳床・鈳徴の分類

Elements or Mineral	Type	Ore Deposit or Mineral Showing
Au (Ag)	Alluvial Gold	Turkwel-Suam R., Marun R., Endogh R., Iang, Moiben R., Sarmai R., Sarmai
	Eluvial Gold	Endogh R., Telot
	Hydrothermal Vein	Iang, Chepkotet
Cr	Magnetic Segregation, Podiform	Telot, Kamngeyon
Ni	Secondary Deposit	Telot
Cu	Hydrothermal Vein	Twin Bridge, Parua, Akeriamet, Nakhang, Chepkotet
	Dissemination	Chepkopegh, Talon
Mo	Hydrothermal Vein	Chaichai
Mica	Pegmatite	Nasalot
Kyanite	Vein	Nakang, Nasalot, Marun, Sostin
Talc	Secondary Alteration	Telot
Limestone		Ortum-Sebit

本調査では、既知鈳徴地のほかに、銅とモリブデンの新たな鈳徴地が数ヶ所見出され、また、地化学探査により金の鈳徴地が数ヶ所把握された。

(2) 鈳化帯の分布・地質との関係

鈳種別の分布及び地質との関係は以下の通りである。

(a) 金鈳床

砂金鈳床・原地砂礫鈳床が知られている。砂金鈳床は、Turkwel-Suam川、Endogh川、Marun水系、Moiben川上流にあるもので、鈳化を受けた花崗岩質正片麻岩、片状花崗岩、超塩基性岩及び片麻岩・片岩にその起源が求められることが多い。2ヶ所にある原地砂礫鈳床は、明らかに超塩基性岩や滑石片岩に関係している。

(b) クロム鈳床・ニッケル鈳床

TelotとKamngeyonの2ヶ所に分布するクロム鉄鈳床は、地域中央部をNNW-SSE方向に断続して分布する蛇紋岩中にレンズ状に賦存する。ニッケルはTelotの蛇紋岩が風化した部分に発達する珪ニッケル鈳床である。調査地域内には他にクロム鉄鈳床を胚胎するに足る十分な規模の蛇紋岩体は分布していない。

(c) 銅鈳徴地

7ヶ所で知られている銅鈳徴地は、地域内に散らばって分布するが、全体的に見ればいずれも貫入岩体近傍又は断層上に位置している。北部のNakang・Talonは片状花

崗岩の周辺部に、西部の Chepkopegh は変閃緑岩内にそれぞれ分布している。また、中央部の Akeriamet は片状花崗岩、Twin Bride, Parua はほぼ断層上にあり、さらに Twin Bridge は断層の会合部付近に位置する。

(d) モリブデン鉱床

Chaichai の輝水鉛鋳-石英脈は、片状花崗岩体の南方に位置し、Talon や Nakang の銅鋳微地と同様に、この片状花崗岩の分布に規制されているものと考えられる。

(e) 非金属鋳床

雲母鋳床母岩のペグマタイト岩脈群は、俊白質花崗岩岩脈を伴ない、ともに西方に分布する片状花崗岩貫入時の晩期晶出物と考えられる。また藍晶石鋳微地も、すべて片状花崗岩体の周辺部に分布する。雲母及び藍晶石の鋳化は、この片状花崗岩の貫入によってもたらされたものと考えられる。Telot の滑石は蛇紋岩の変質によるものであり、Sebit-Ortum の結晶質石灰岩は褶曲により肥大したものである。

(3) 鋳化帯谷論

本区域における主な砂金鋳床、新たに見出された銅、モリブデン鋳微地について述べる。クロム・ニッケル鋳床は精査地区で詳述する。

a) Suam - Turkwel 川の砂金鋳床

鋳床は 1953 年に発見され、1953 - 1960 年間に、Au : 1,160.86 fine ounces Ag : 54.38 ounces の記録がある。

現在は、プロスペクター、地方住民により、河床が干上る 12 ~ 3 月間にパンニングによる採取が行なわれている。

図 2 - 7 に、本鋳床周辺の貫入岩の分布、砂金採取地及び本調査の地化探により検出限界以上の金が検出された位置を示す。

この結果は、本地区の砂金が、従来いわれていた Murkorio Hill 1ヶ所からもたらされたものでは必ずしもなく、Endogh 川上流の含金岩体や、Taogoo 川右岸の片状花崗岩などからもたらされたことを示す。なお、Endogh 川の上流には採取活動の盛んな山砂金鋳床が分布する。

b) Marun 川の砂金鋳床

鋳床は 1951 年初頭に発見され、1955 年までに 4 名の個人採鋳家による、Au : 232.72 fine ounces, Ag : 9.09 fine ounces の生産記録がある。また、1976 年には Tharaka Mining Co. により操業されたが、生産記録はない。現在は、地方住民による小規模なパンニングが続けられている。

鋳床周辺における貫入岩の分布状況、金のパンニング地点、今回の化探により得られた検出限界以上の金を含む地点を図 2 - 8 に示す。

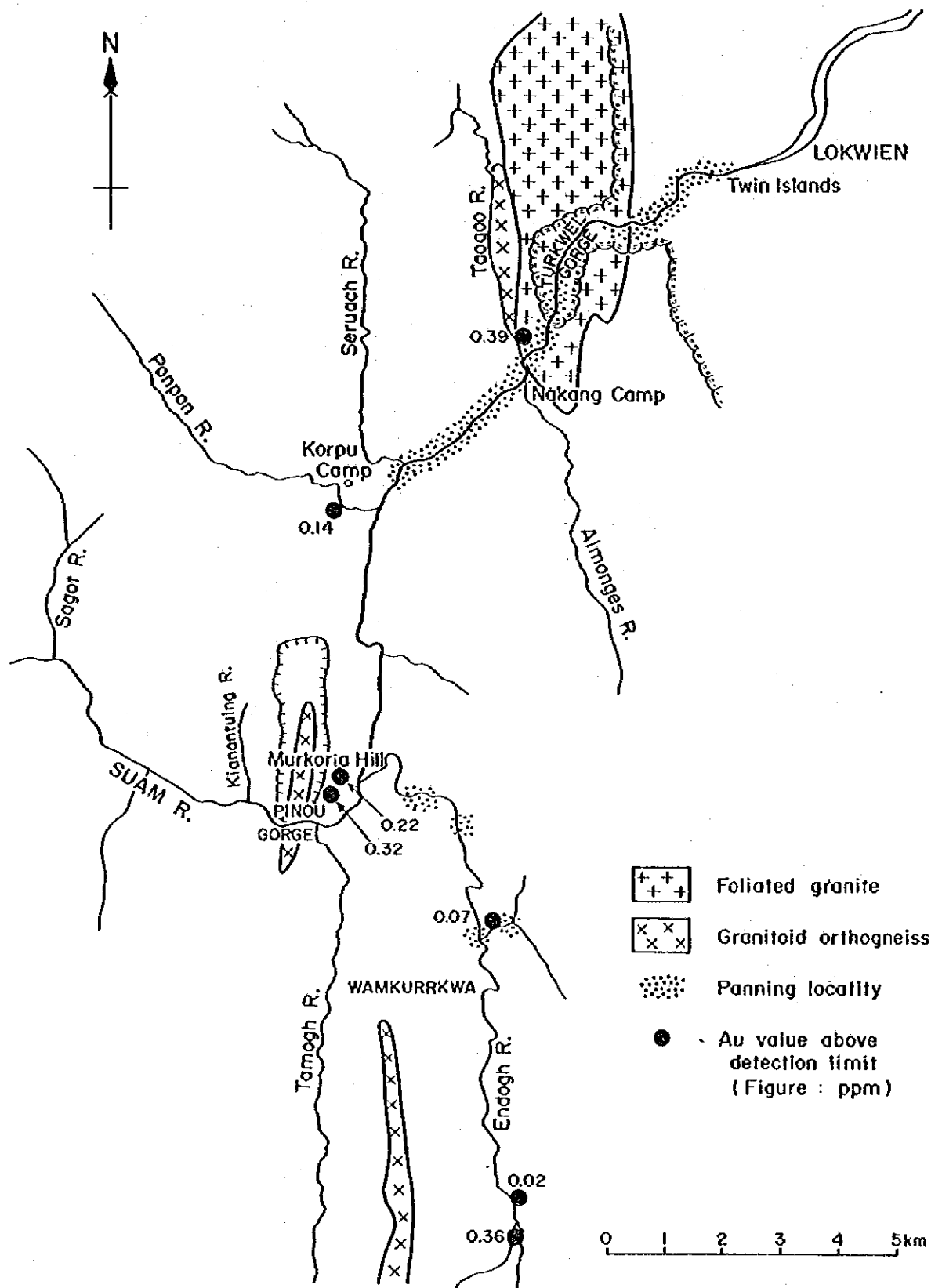


図 2-7 Suam-Turkwei 川の砂金産地の地質

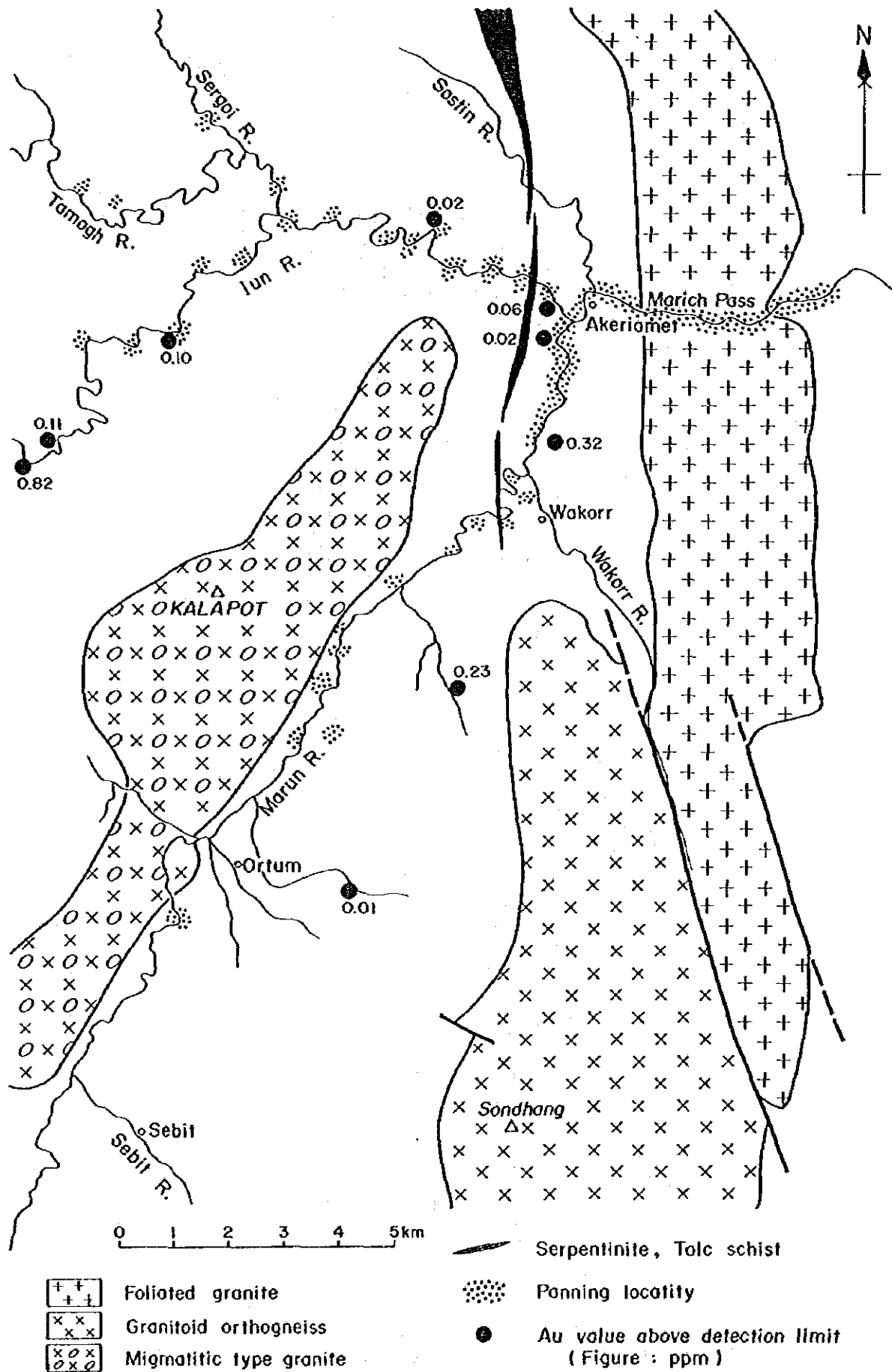


図 2 - 8 Marun川の砂金産地の地質

今回の地化探の結果から、Iang及びMarun両川の支流において、双方の数ヶ所から検出限界以上の金が検出された。また、Marun川のOrtum-Wakorr間、Iang川の下流-中流域及びその支流のTamogh川やSergoi川でも、小規模ながらバンニングが一樣に行なわれているのが観察された。金の起源は、Iang、Marun両川流域の岩石に広汎に求められ、両川が合流して流れるMarich Pass付近に最も濃集している。

c) Parua 銅鉛微地

当鉛微地に関する記録はない。しかしこの付近に坑道があるとも伝えられている。この付近の地質は角閃石片麻岩や結晶質石灰岩などからなり、構造はSebit川に平行する断層により複雑になっている。マラカイトの汚染を伴う転石は、道路と交叉する沢に分布する。

この転石は石英脈からなり、鏡下では、マラカイトの他、斑銅鉛・輝銅鉛・磁硫鉄鉛が認められる。この鉛石の分析値は下記のとおりである。

DR-1 ; Cu : 1.1% , Co : 40 ppm , Ni : 45 ppm

d) Talon 銅鉛微地

鉛微地付近には角閃石片麻岩が分布しており、しばしば優白質細粒花崗岩岩脈がそれを貫いて分布する。この鉛微地の西方には、片状花崗岩の大岩体が分布する。

鉛石は、角閃石片麻岩の片理に沿ってマラカイトが鉛染するもので、硫化鉛物は残存していない。この鉛石の分析値は下記のとおりである。

AR-2 ; Cu : 1.92% , Co : < 0.01% , Ni : 0.01%

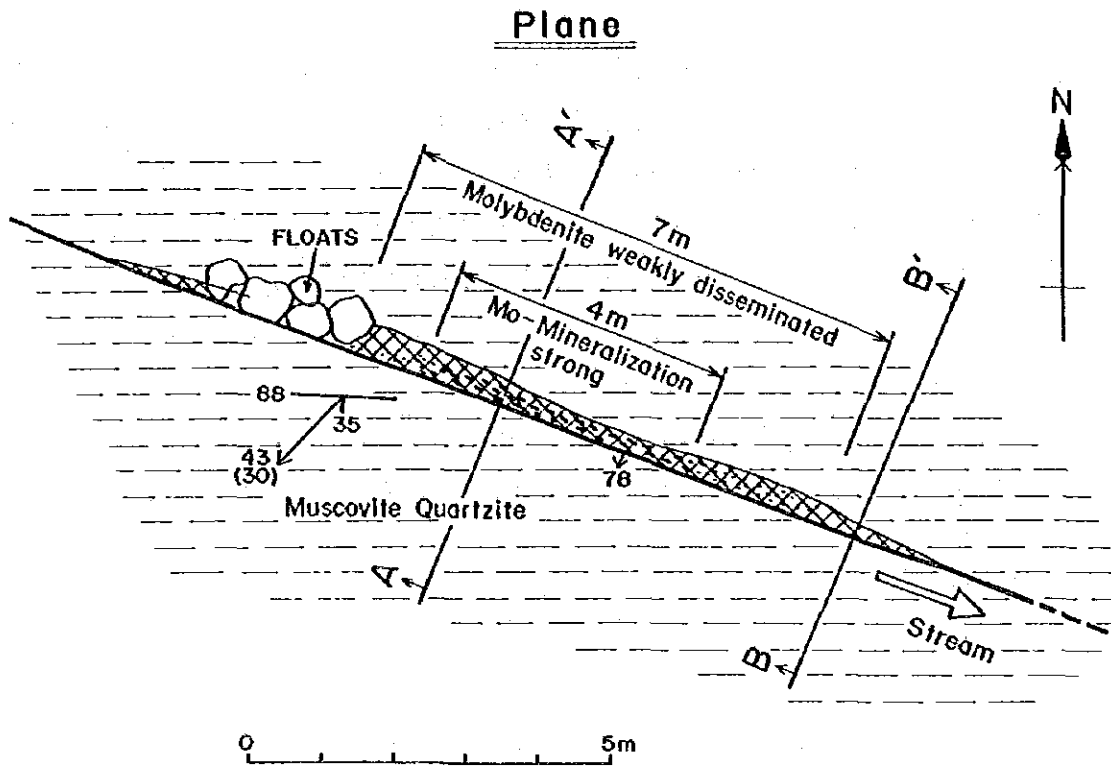
e) Chaichai 鉛微地

モリブデン鉛脈1脈が本調査により発見された。

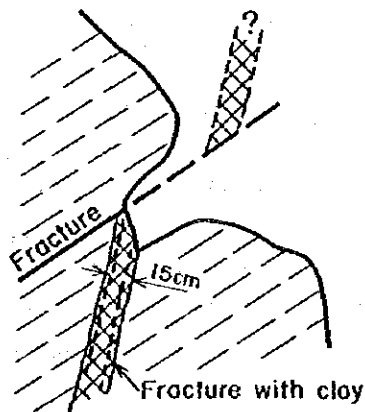
図2-9に本鉛脈のスケッチを示す。鉛脈付近は、黒雲母片麻岩・白雲母珪岩などからなり、鉛脈は白雲母珪岩中であって、沢に平行に発達した走向N78°W、傾斜78°SWを示す断層中に賦存している。

鉛脈は輝水鉛鉛-石英脈からなる。輝水鉛鉛を含む部分は、7m間認められ、そのうち4m間が特に濃集しており、Mo品位で数%が推定される。輝水鉛鉛は、最大1.5cmのフレーク状をなし、盤際に縞状に濃集している。両側に幅数cm以下の変質帯が認められ、X線回折結果、白雲母・低温型アルバイトまたは正長石及び低温型石英が同定された。細粒の輝水鉛鉛がこの変質帯中に含まれることもある。脈幅は最大15cmであり、石英脈は長さ15mにわたって追跡されたが、その延長は不明である。

当鉛脈自体は、規模の小さいものであるが、この鉛脈は、片状花崗岩体の南方に近接しており、同岩体の周囲に同様な鉛脈が分布している可能性もある。



Section A-A'



Section B-B'

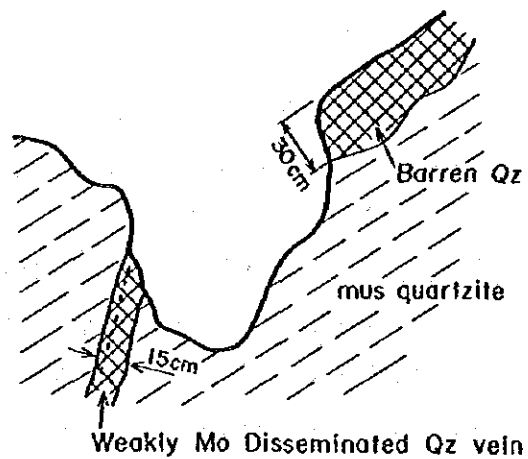


図2-9 Chaichaiモリブデン鉱徴の鉱脈図

f) Chepkotet 金・銅鉛微地

珪化帯が、地域南東部の Chepkotet 付近及び中央部の Kapsait 付近に認められる。

Chepkotet 付近には、長さ 2 km 以上にわたって、自動車道路上に強珪化岩の露出があり、原岩は、珪岩や角閃石片麻岩などである。この珪化岩 1 試料の薄片の検鏡結果、石英・絹雲母・褐鉄鉛が認められ、X線回折結果からは石英と滑石が同定された。また、研磨片の検鏡結果、微粒・微量の黄銅鉛及び金粒が認められ、熱水変質を伴う弱い鉛化作用があったものと考えられる。

2-1-3 地化学探査

(1) 調査方法

概査区域は、初年度区域と第 2 年度区域からなる。初年度の区域では、砂金鉛床が数ヶ所知られており、地域住民による少規模な採取が行なわれている。また、蛇紋岩に伴うクロム・ニッケル鉛床が分布するほか小規模な熱水型の銅鉛微地も数ヶ所認められている。しかし、今まで組織的地化学探査は行なわれていないため、区域全般の金属鉛化作用のポテンシャルティーは不明であった。この探査では、これらの金属鉛床の賦存の可能性を把握する目的で河床堆積物を対象として、Au, Cu, Pb, Zn, Cr, F の分析を行った。F の分析を行ったのは、カーボナタイトの分布の可能性を知る目的である。第 2 年次の区域は、初年度区域の南側隣接地であり、地質状況が類似するため同様な調査が導入された。この調査では Pb の分析が除かれた。これは、初年度区域において同元素の分析値が著しく低く、鉛化作用が全く認められなかったことによる。

(2) 統計値・データ処理

Phase I 区域

標準統計量を表 2-3, 指示元素間の相関係数及び有意検定の IRI 値を表 2-4, 各元素間の累積頻度分布曲線を図 2-10 に示す。次に各元素の累積頻度分布曲線のパターンからシキイ値の設定を行った。

シキイ値以上の値については、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。Au 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により決定している。

シキイ値以下のものについては、Au では検出限界値以上の試料が少ないことから、検出限界値以上を高濃度値として区分した。Pb は、シキイ値以上の値が 1 個のみであることから、 $\bar{x} + 1.5\sigma$ 以上を高濃度値として区分した。これらの値を表 2-5 に示す。

表 2 - 3 指示元素の標準統計量 (第 1 年次概査区域)

Element Unit	Au ppb	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cr ppm	F ppm
Number of Samples	1,552	1,552	1,552	1,552	1,552	1,552
Minimum Value	<10	3	<1	13	3	<10
Maximum Value	14,250	159	38	330	1,532	3,475
Range	>14,240	156	>37	317	1,529	>3,465
Mean	-	23.7	4.0	64.8	103.6	124.3
S.D. (Log)	-	0.25	0.49	0.16	0.27	0.43
M + 2 S.D.	-	74	38	137	355	910
M + 3 S.D.	-	131	118	198	656	2,457
Clarke Number	4	55	15	60	100	620

表 2 - 4 指示元素間の相関係数 (第 1 年次概査区域)

	Au	Cu	Pb	Zn	F	Cr
Au	1.00					
Cu	0.03 (52)	1.00				
Pb	0.08 (48)	-0.23 (1361)	1.00			
Zn	0.12 (52)	0.40 (1551)	-0.23 (1361)	1.00		
F	-0.35 (52)	0.14 (1533)	0.18 (1345)	0.26 (1533)	1.00	
Cr	0.11 (52)	0.21 (1551)	-0.06 (1361)	0.20 (1551)	0.12 (1533)	1.00

R(ϕ, e)
 ϕ : degree of freedom
 e: significance level

|R|(46, 0.01) = 0.368
 |R|(50, 0.01) = 0.354
 |R|(1359, 0.01) = 0.070
 |R|(1549, 0.01) = 0.065
 |R|(1343, 0.01) = 0.070
 |R|(1531, 0.01) = 0.066

(n) Number of Paired Samples

表 2 - 5 シキイ値及び異常値の区分 (第 1 年次概査区域)

Element	Anomalies			Threshold	Background
	Grade AA	Grade A	Grade B		High-content Value
Au (ppb)	$\geq 1,844$ (2)	$1,844 > \geq 360$ (8)	$360 > \geq 80$ (28)	80	$80 > \geq 10$ (14)
Cu (ppm)	≥ 131 (1)	$131 > \geq 99$ (4)	$99 > \geq 74$ (17)	74	-
Pb (ppm)	- (0)	- (0)	≥ 38 (1)	38	$38 > \geq 21$ (32)
Zn (ppm)	≥ 198 (7)	$198 > \geq 165$ (13)	$165 > \geq 137$ (22)	137	-
Cr (ppm)	≥ 656 (7)	$656 > \geq 482$ (8)	$482 > \geq 355$ (22)	355	-
F (ppm)	$\geq 2,457$ (2)	$2,457 > \geq 1,459$ (9)	$1,459 > \geq 910$ (31)	910	-

() Number of Samples

表 2 - 6 指示元素の標準統計量 (第 2 年次概査区域)

Element Unit	Au ppm	Cu ppm	Zn ppm	Cr ppm	F ppm
Number of Samples	709	709	709	709	709
Number of Samples Under Detection Limit	699	0	0	15	3
Maximum Value	1.3	60	200	680	759
Minimum Value	<0.01	1	4	<5	<10
Mean (\bar{x})	-	9.4	46.7	43.4	82.0
Standard Deviation (S.D. in Log figure)	-	0.254	0.235	0.313	0.262
$\bar{x} + 2$ S.D.	-	30	138	183	274
$\bar{x} + 2.5$ S.D.	-	41	181	263	371
$\bar{x} + 3$ S.D.	-	55	237	377	502

表 2 - 7 指示元素間の相関係数 (第 2 年次概査区域)

	Cu	Zn	Cr	F
Cu				
Zn	0.704 (709)			
Cr	0.262 (692)	0.401 (692)		
F	0.082 (706)	0.308 (706)	0.374 (689)	

$R(\phi, e)$
 ϕ : degree of freedom
 e : significance level

$IRI(687, 0.01) = 0.098$
 $IRI(690, 0.01) = 0.098$
 $IRI(704, 0.01) = 0.097$
 $IRI(707, 0.01) = 0.097$

() Number of paired samples calculated

表 2 - 8 シキイ値及び異常値の区分 (第 2 年次概査区域)

Unit: ppm

Element	Anomalies			Threshold
	Grade AA	Grade A	Grade B	
Au	$Au \geq 1.30$ (1)	$1.30 > Au \geq 0.09$ (3)	$0.09 > Au \geq 0.01$ (6)	0.01
Cu	$Cu \geq 55$ (2)	$55 > Cu \geq 41$ (5)	$41 > Cu \geq 30$ (13)	30
Zn	- (0)	$Zn \geq 181$ (2)	$181 > Zn \geq 138$ (12)	138
Cr	$Cr \geq 525$ (3)	$525 > Cr \geq 295$ (10)	$295 > Cr \geq 183$ (14)	183
F	$F \geq 550$ (2)	$550 > F \geq 339$ (3)	$339 > F \geq 274$ (3)	274

() Number of samples

Phase II 区域

標準統計量を表 2-6, 指示元素間の相関係数及び有意検定の IRI 値を表 2-7, 各元素間の累積頻度分布曲線を図 2-11 に示す。次に各元素の累積頻度分布曲線のパターンからシキイ値の設定を行った。

シキイ値以上の値について, Cu, Zn 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を区分した。Au 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。Cr, F は, チェビシエ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を表 2-8 に示す。

(3) 地化学異常の検討

前項で述べた異常値の区分に従って, 異常値の分布を図 2-12 (Phase I), 図 2-13 (Phase II) に示す。以下 Phase I 及び Phase II の結果をまとめて, 異常帯及び異常値の分布状況を記す。

a) Au

Endogh 川上流の Kameyen から Sikowa Ridge にかけて南北約 3 km の地域に, 顕著な異常帯 (Au: 30~14,250 ppb, Endogh-Au 異常帯) が分布する。この異常帯は蛇紋岩・滑石片岩を母岩とする現地砂線金鉱床, 及び砂金鉱床の分布域と一致し, 現在地域住民による砂金採取活動が盛んである。ここでは Au 異常が多数の支流から得られており, 金の鉱化作用がかなり強く, 広い地域に及んでいることを示している。

Kipnai の北西 3 km のあたりに 3ヶ所の金異常値を含む小規模な異常帯 (Au: 0.03~1.30 ppm, Kipnai Au 異常帯) が認められている。現在この異常帯では金の鉱化作用が知られていないが, 小規模な砂金産地になりうる可能性を示している。

Telot 蛇紋岩体分布域の近くには, 高濃度値, B 級異常値 (0.03~1.30 ppm) のややまとまった分布がみられ, Telot 蛇紋岩にある産金地の金鉱化作用を反映している。この他, Turkwel 川, Endogh 川, Iang 川, Marun 川, Moiben 川などで散在する金の異常値がみられる。これらの地区では, 砂金の採取が細々と行なわれており, 金の局部的濃集に対応する。

b) Cu

初年度および次年度の区域ともに得られた Cu の分析値は低く, 鉱化作用に起因する顕著な異常域は抽出されなかった。しかし, 初年度の区域の Wakorr から Akeriamet Shop にかけての地域では, AA 級異常値 1 個, B 級異常値 8 個よりなるやや集中した

異常値 (Cu : 77 ~ 159 ppm, Akeriamet - Cu 異常帯) の分布がみられる。異常帯には、熱水性銅鉛脈のAkeriamet銅鉛脈が存在することから、この地化学異常は、銅の弱い鉛化作用を反映しているものとみられる。

調査地域内の銅鉛脈としては、前述のAkeriamet鉛脈の他6箇所が知られているが、顕著な銅鉛化作用を示すような地化学異常は認められず、分析値が全般に著しく低いことから調査区域での銅鉛化作用が全体に弱いことを示している。

c) Zn

Znの異常帯は、初年度区域の2地域に抽出された。SebitからParuaにかけての地域にある、Sebit - Zn異常帯 (Zn : 137 ~ 300 ppm) には、亜鉛の鉛化作用は知られていないが、鉛脈型の銅鉛脈としてTwin Bridge鉛脈、Parna鉛脈が知られている。Cu - Zn間の相関係数は0.40で正の相関であることから、これらのZn異常は亜鉛を伴う銅の弱い鉛脈型鉛化作用を反映したものとみられる。

Wakorr南西のMarun川の南支流流域に分布するWakorr - Zn異常帯 (Zn : 140 ~ 190 ppm) には鉛脈は知られていないが、Sebit - Zn異常帯とAkeriamet - Cu異常帯の中間に位置していることからみて、亜鉛を伴う弱い銅の鉛脈型鉛化作用の存在を反映している可能性がある。

d) Pb

Pbの分析値は、全て低い値であり、最大値も38 ppmと、Pbのクラーク数15 ppmの約2.5倍にしかすぎない。累積頻度曲線からは高濃度の異常値母集団の存在は認められず、本地域にはPbの鉛化作用はほとんど期待されないと考えられる。

e) Cr

Crの異常値の大部分は、超塩基性岩分布域または角閃石片麻岩などの塩基性変成岩分布域に集中しており、まとまった異常帯として、Telot - Cr異常帯、Tamkal - Cr異常帯 (以上初年度区域)、Noliewer - Cr異常帯、Kapsangar - Cr異常帯、Tenden - Cr異常帯 (以上次年度区域) が区別される。この中で最も顕著なTelot - Cr異常帯は、TelotからAkeriamet Shopにかけて南北8 km、東西2 km程度の規模を有しており、この中にはAA級異常値3個を含む12個の異常値 (Cr : 357 ~ 1532 ppm) が含まれる。この異常帯は、TelotのCr鉛床が胚胎する超塩基性岩の分布に対応している。また、この異常帯の延長部Endogh川、Marun川に数点異常値の分布がみられ、これらは、Telotから南北に延びる超塩基性岩、及びKamngeyon - Cr鉛脈の分布に対応しているとみられる。

他の4ヶ所の異常帯では、Cr含有量の絶対値は高くなく (最大のものでもNoliewer異常帯の590 ppm) また超塩基性岩の分布も認められていない。これらの異常帯

は、比較的Cr含有量の高い塩基性片麻岩分布域内または同岩を後背地としているので、Crの異常値は鉍化作用を反映したものではなく、同岩からもたらされたCrの部分的濃集を示すものと判断される。

f) F

顕著な2ヶ所の異常帯，Ortum-F異常帯（ $F = 920 \sim 3,475 \text{ ppm}$ ）とKapsangar-F異常帯（ $F = 288 \sim 759 \text{ ppm}$ ）が抽出された。他に地化学的異常を示すものは認められていない。

Fは一般にアルカリ火成岩に多く含まれる元素であるが、両異常帯にアルカリ火成岩はみられず、またFの鉍化作用も認められていない。

これらの異常帯内では超変成作用の産物と考えられる混成型花崗岩、カリ長石斑状片麻岩、ペグマタイトなどが分布していることから、Fの異常値は超変成作用に関係するFの地域的な濃集に起因する可能性を示すものと考えられる。

また調査地域内には、地質・地化探結果から、カーボナタイトの分布の可能性はないものと判断される。

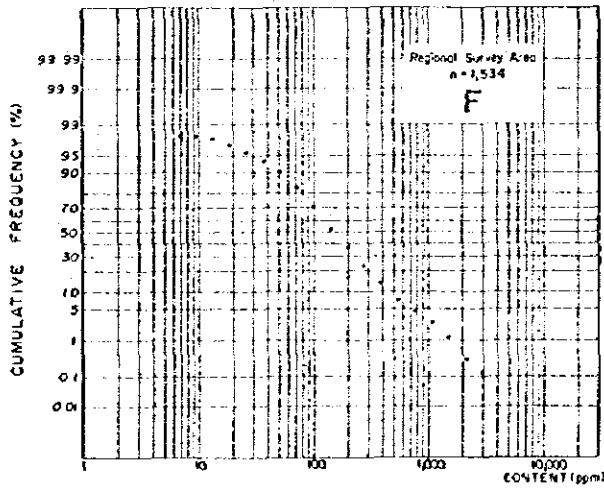
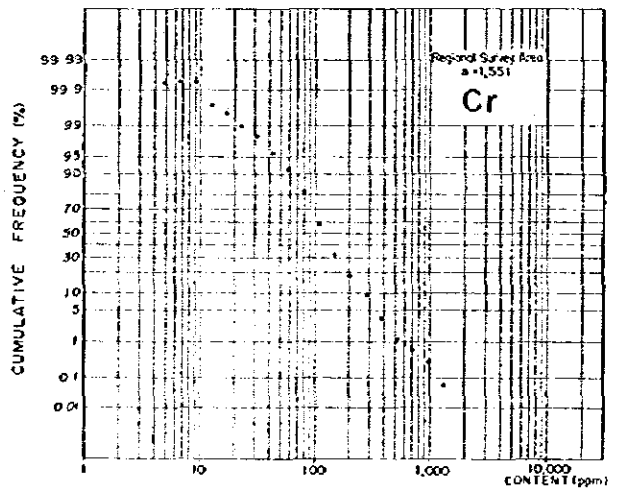
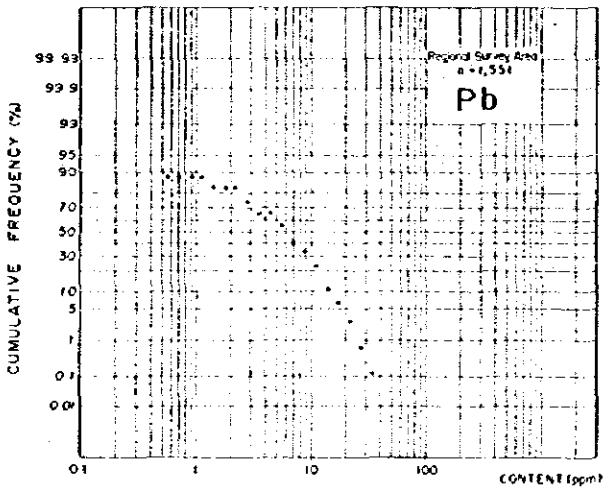
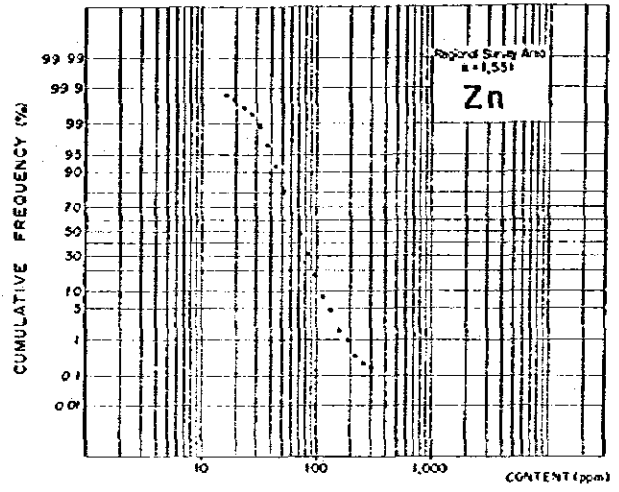
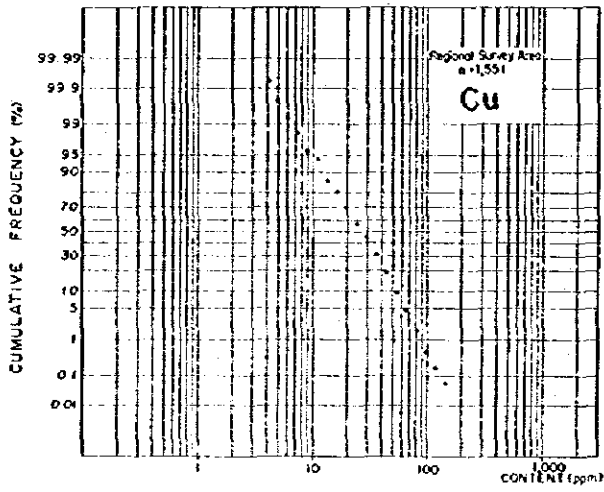


図 2-10 分析成分の累積頻度分布図 (第1年次概査区域)

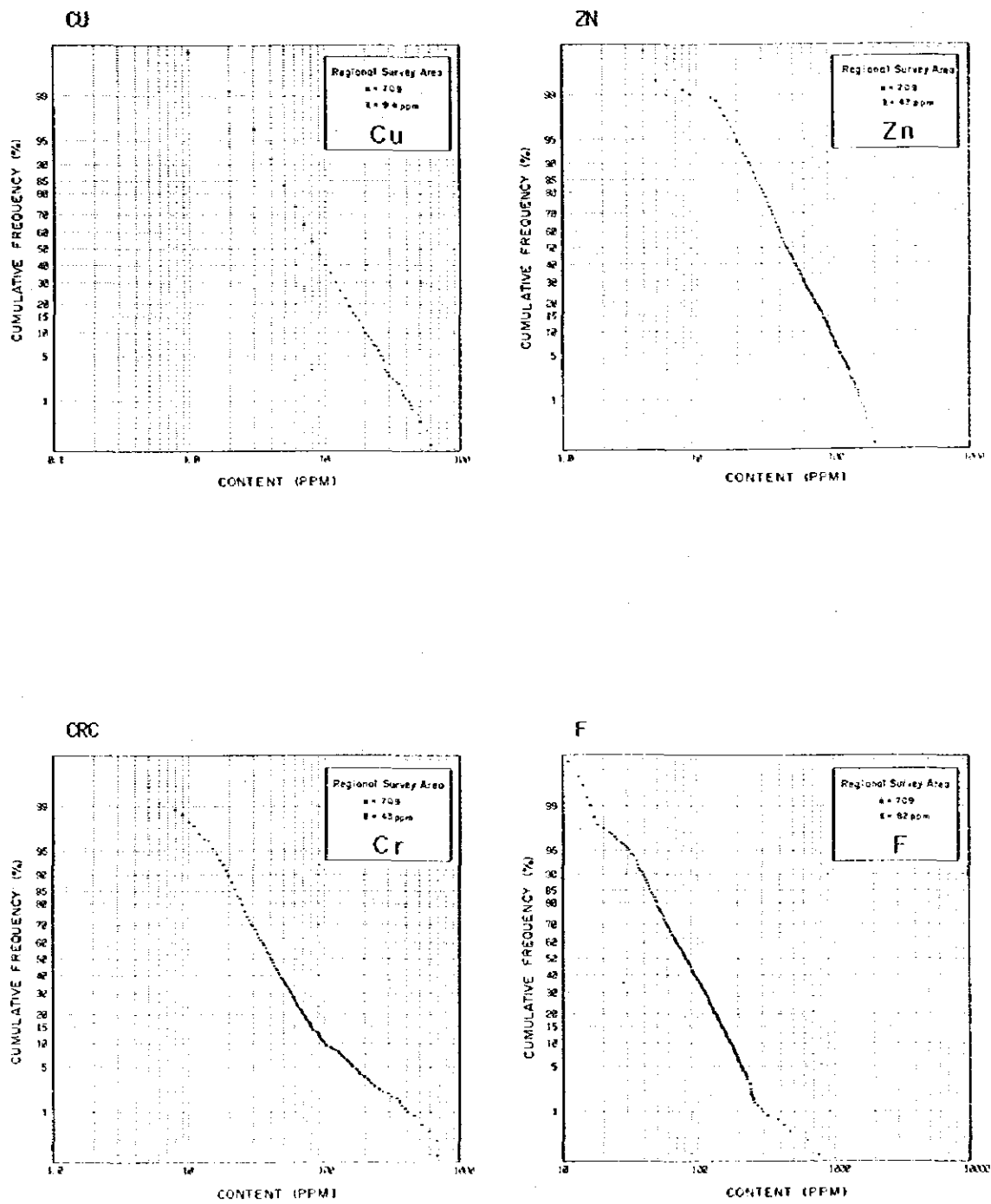
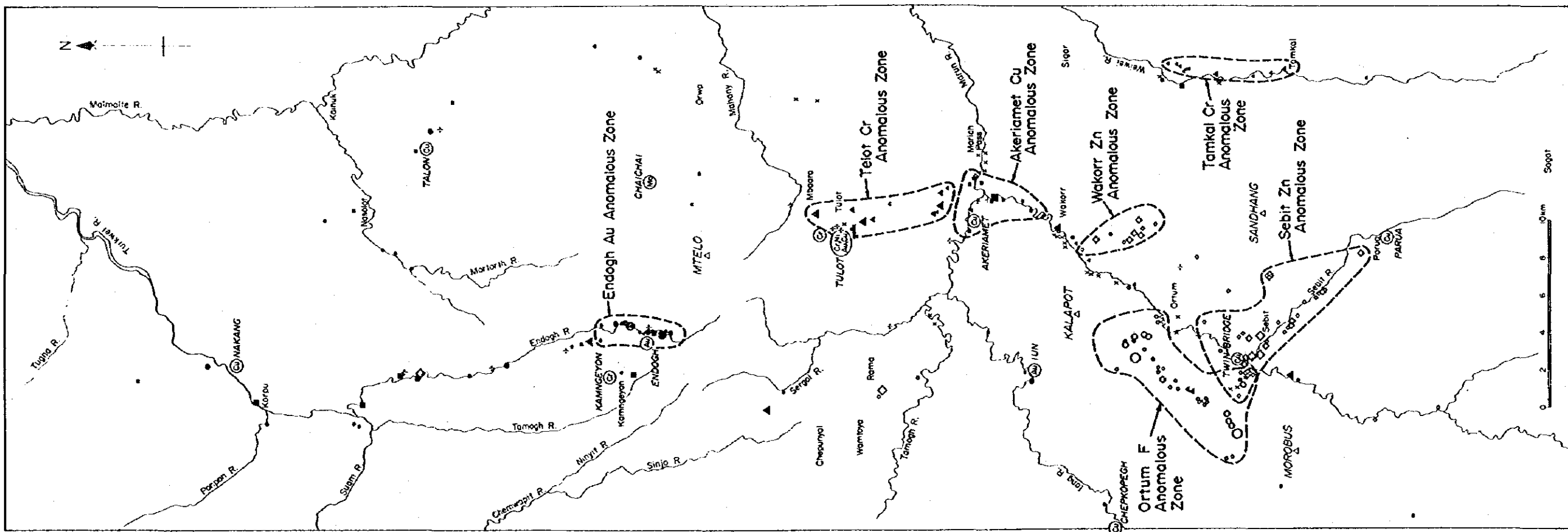


図 2 - 11 分析成分の累積頻度分布図 (第 2 年次調査区域)



LEGEND

AU

AA Grade Anomaly	● ≥ 1644 ppb	n=2
A	○ ≥ 360 ppb	n=8
B	○ ≥ 80 ppb	n=29
High Content	○ ≥ 10 ppb	n=14

CU

AA Grade Anomaly	■ ≥ 131 ppm	n=1
A	■ ≥ 99 ppm	n=4
B	■ ≥ 74 ppm	n=17

Pb

B Grade Anomaly	■ ≥ 39 ppm	n=1
High Content	■ ≥ 21 ppm	n=32

Zn

AA Grade Anomaly	◇ ≥ 198 ppm	n=7
A	◇ ≥ 165 ppm	n=13
B	◇ ≥ 137 ppm	n=22

Cr

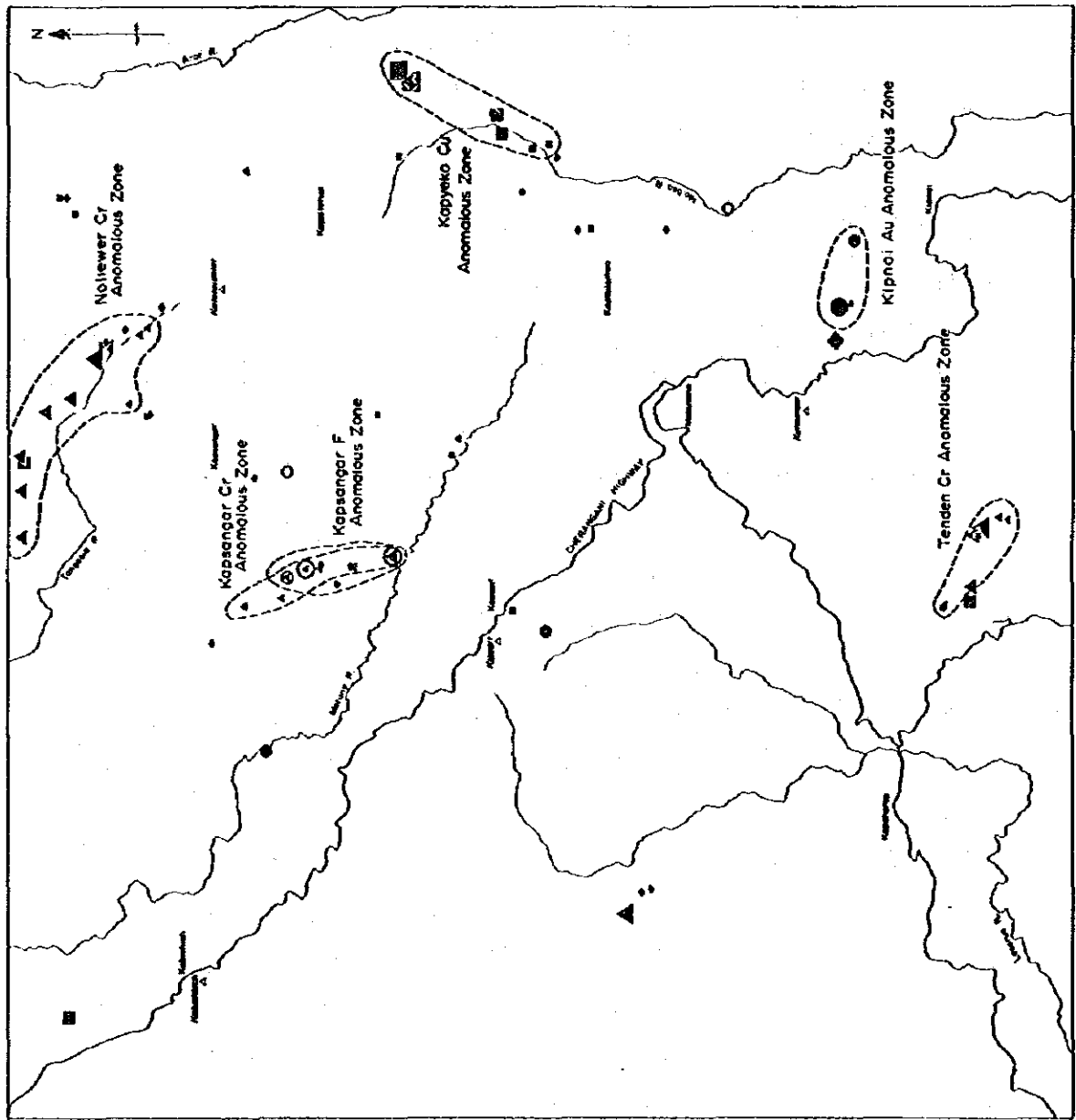
AA Grade Anomaly	▲ ≥ 656 ppm	n=7
A	▲ ≥ 482 ppm	n=8
B	▲ ≥ 385 ppm	n=22

F

AA Grade Anomaly	○ ≥ 2457 ppm	n=2
A	○ ≥ 1459 ppm	n=9
B	○ ≥ 910 ppm	n=31

○ Anomalous Zone
 ⊙ Mineral Occurrence

图 2-12 地化探异常图 (第 1 年次概查区域)



LEGEND

Au		1:10,000 (1:10,000)	
AA Grade Anomaly	▲	1.30	1.30
A	●	0.09	0.09
B	○	0.09	0.09
Cu		1:10,000 (1:10,000)	
AA Grade Anomaly	▲	55	55
A	●	41	41
B	○	30	30
Zn		1:10,000 (1:10,000)	
AA Grade Anomaly	▲	181	181
A	●	138	138
B	○	105	105
Cr		1:10,000 (1:10,000)	
AA Grade Anomaly	▲	550	550
A	●	326	326
B	○	276	276
F		1:10,000 (1:10,000)	
AA Grade Anomaly	▲	550	550
A	●	326	326
B	○	276	276

1:10,000 scale; AA: maximum value; A: number of anomalies; B: number of anomalies

Anomalous Zone



图 2-13 地化探异常图
(第 2 年次概查区域)

2-2 準精査A地区

本地区は、概査区域のほぼ中央部に位置する面積120 km²の範囲である。

地区の中央部には、ほぼ南北に伸びた、蛇紋岩・滑石片岩の分布があり、この中のTelot蛇紋岩体は、クロム鉄床・珪ニッケル鉄床、現地残留砂礫金鉄床が知られている。

本調査は、これらの鉄化作用の解明と、Co、V、Ptなど超塩基性岩に伴うことの多い金元素賦存の可能性を検討すること、また、Telot蛇紋岩体の北方及び南方延長部における同種鉄床賦存の可能性を調査することを目的としている。

2-2-1 地質

本地区の地質はモザンビーク変成岩類と貫入岩類からなる。モザンビーク変成岩類は、M-2層、M-3層、M-4層の3層が分布する。貫入岩類は蛇紋岩類、同岩起源の滑石片岩を主とし、花崗岩類・斑レイ岩類、閃緑岩類も小分布する。

本地区の地質図を図2-14に示す。

(1) モザンビーク変成岩類

M-2層は、本区域の最下位を占め、層厚は700 m以上である。主要岩相は、中～細粒の角閃石片麻岩で、他に黒雲母片麻岩、珪岩などの薄層が挟在する。

M-3層は、Telot向斜軸の両側に広い分布を示し、層厚は400 mから1500 mである。本層は細粒の黒雲母片麻岩を主とし、他に、結晶質石灰岩、角閃石片麻岩、白雲母珪岩を伴う。

M-4層は、Telot向斜軸に沿って両側に幅1～2 kmの狭長な分布を示す。層厚は、600～800 mである。本層の主な岩相は片岩、特に緑色片岩類で、緑泥石片岩、緑泥石-アクトノ閃石片岩、透閃石片岩などからなる。他に、角閃石片麻岩、珪岩、石英片岩、結晶質石灰岩などが緑色片岩層に挟在する。

(2) 貫入岩類

花崗岩質正片麻岩、片状花崗岩、混成型花崗岩、変閃緑岩、変斑レイ岩、蛇紋岩類、滑石片岩からなる。このなかで、本区域の鉄化に関係するものは蛇紋岩類と滑石片岩である。

蛇紋岩類は、主として緑泥石片岩や角閃石片岩からなるM-4層中のレンズ状貫入岩体として分布する。地域内では大小7岩体が知られている。最大のものはTelot蛇紋岩体で、南北延長3.5 km、東西幅最大1.3 kmの芋状の形をしており、露出面積約2 km²を占める。他の岩体はいずれも小規模であり、幅は数100 m以下である。蛇紋岩類は緑色片岩類の片理に平行した貫入形態をとっているものが多く、周囲に滑石片岩を伴うことが多い。これらは共に超塩基性岩類の進入帯を形成している。

クロム鉄鉍鉍石はすべて転鉍からなり、露頭は認められていない。転鉍は東西 80 m、南北 50 m の範囲に分布しており、その中に 3箇所ややまとまった分布を示す。各々の広さは 5 × 15 m、10 × 15 m、5 × 10 m 程度である。転鉍は径 5 ~ 25 cm のものが大部分であり、最大のもは 60 cm に達する。

鉍石の分析結果は図 2-15 に併せて示すとおりである。Cr 品位は Cr₂O₃ に換算すると 38.29 ~ 40.63 % に相当し、Telot のものよりかなり低い。

本鉍徴地のクロム鉄鉍鉍床は、Telot と同様に蛇紋岩中の小レンズ状鉍体からなるものと考えられるが、規模は、蛇紋岩体の広がりや転鉍の分布状況から、Telot の鉍体に比べて、かなり小さいものと推定される。

2-2-3 地化学探査

(1) 調査方法

蛇紋岩類、滑石片岩の分布域に直交する尾根を測線として選び、土壌試料 205 件を採取分析した。分析成分は Cr、Ni、Co、V、Pt である。また、Telot 蛇紋岩体内では 59 試料について Au の分析も実施した。解析方法は単一変量解析法と主成分分析法である。

(2) 統計値・データ処理（単一変量解析）

標準統計量を表 2-9、指示元素間の相関係数及び有意検定の |R| 値を表 2-10、各元素間の累積頻度分布曲線を図 2-16 に示す。次に各元素の累積頻度分布曲線のパターンからシキイ値の設定を行った。

シキイ値以上を示す試料は、各元素とも非常に少数なので、Cr、Co、V については $\bar{x} + 1.5\sigma$ 以上の値を高濃度値として区分した。Pt、Au については、シキイ値未満で検出限界値以上のものを高濃度値とした。

これらの値を表 2-11 に示す。

(3) 地化学異常の検討（単一変量解析）

本地区の異常値・高濃度値を図 2-17 に示す。元素別のこれらの分布状況は、以下のとおりである。

Cr : 異常値試料はない。高濃度試料 20 個は、Telot と Kamngeyon の 2 地域、特に前者に集中して分布している。これらの地域は、クロム鉄鉍鉍床を伴う蛇紋岩が分布する所であり、よい対応を示している。

Ni : 異常値試料は 2 個 (Ni : 6,300、26,400 ppm) で、母材はいずれも Telot の蛇紋岩である。これらの異常値は Ni の局所的な富化を示すものと考えられる。Telot の既知 Ni 鉍床の近くの試料からは異常値は得られていないが、これは Ni の富化部が試料採取深度より更に深い部分にあることに起因する。

表 2-9 指示元素の標準統計量 (準精査 A 地区)

Element Unit	Cr ppm	Ni ppm	Co ppm	V ppm	Pt ppb	Au ppb
Number of Samples	205	205	205	205	205	59
Minimum Value	4	7	7	15	<50	<10
Maximum Value	5,450	26,400	550	460	100	120
Range	5,446	26,393	543	445	>50	>120
Mean	339.6	195.6	59.6	155.3	-	-
S.D. (Log)	0.62	0.74	0.27	0.23	-	-
M + 1.5 S.D.	2,891	2,520	151	344	-	-
M + 2 S.D.	5,919	6,022	211	446	-	-
Clarke Number	100	75	20	135	5	4

表 2-10 指示元素間の相関係数 (準精査 A 地区)

	Cr	Ni	Co	V	Pt	Au
Cr	1.00					
Ni	0.87 (205)	1.00				
Co	0.81 (205)	0.89 (205)	1.00			
V	-0.20 (205)	-0.25 (205)	-0.12 (205)	1.00		
Pt	-0.03 (17)	0.00 (17)	0.08 (17)	-0.12 (17)	1.00	
Au	0.15 (58)	0.16 (58)	0.18 (58)	0.04 (58)	0.00 (7)	1.00

R(ϕ, e)
 ϕ : degree of freedom
 e : significance level
 $|R|(5, 0.01) = 0.875$
 $|R|(15, 0.01) = 0.606$
 $|R|(56, 0.01) = 0.336$
 $|R|(203, 0.01) = 0.180$

() Number of Paired Samples

表 2-11 シキイ値及び異常値の区分 (準精査 A 地区)

Element	Anomalies	Threshold	Background
			High-content value
Cr (ppm)	$\geq 5,919$ (0)	5,919	5,919 \gg 2,891 (20)
Ni (ppm)	$\geq 6,022$ (2)	6,022	6,022 \gg 2,520 (22)
Co (ppm)	≥ 211 (2)	211	211 \gg 151 (15)
V (ppm)	≥ 446 (1)	446	446 \gg 344 (8)
Pt (ppb)	≥ 100 (4)	100	100 \gg 50 (13)
Au (ppb)	≥ 120 (1)	120	120 \gg 30 (4)

() Number of Samples

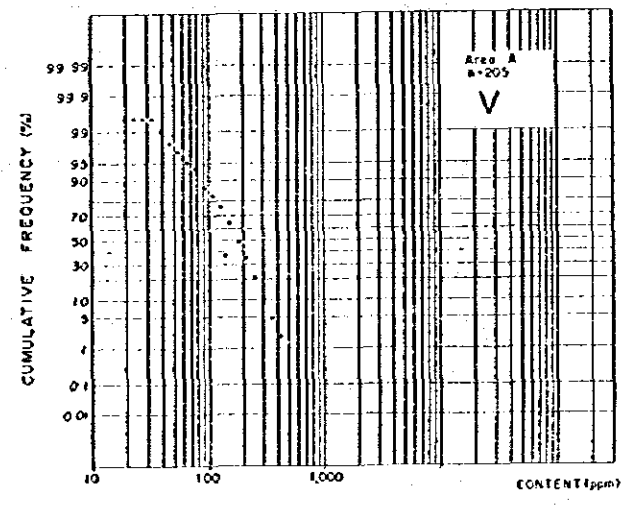
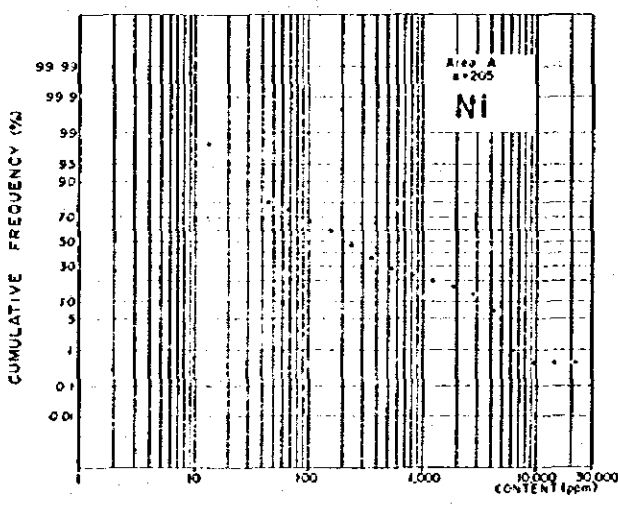
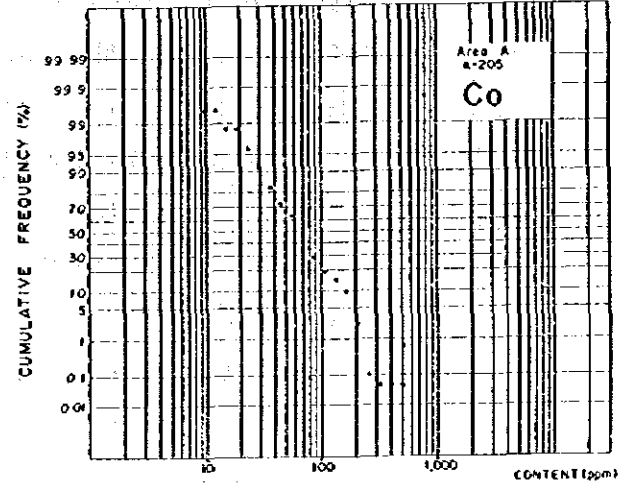
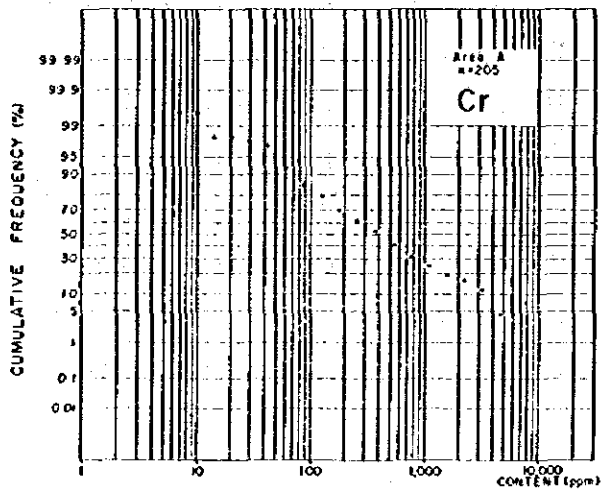


図 2 - 16 準精査 A 地区分析成分の累積頻度分布図

- Co : 異常値試料は2個 (Co : 260, 550 ppm) で、いずれも Telot の超塩基性岩の分布域にある。高濃度値の分布は Cr, Ni とほぼ同様である。
- V : 異常値試料は1個 (460 ppm) である。これを含め、高濃度値試料は Kamngeyon, Gato, Telot 南西の3地域にややまとまって分布し、母材は緑色片岩類が多い。鉍化作用との関係は不明である。
- Pt : 異常値試料4個 (100 ppb), 高濃度値試料13個 (50 ppb) の分布はばらばらついている。これらは緑色片岩類を母材とする試料に多い傾向がある。鉍化作用との関係は明らかでない。
- Au : 異常値試料1個 (120 ppb), 高濃度試料4個 (30~110 ppb) は全て Telot の蛇紋岩分布地のものである。これらは、蛇紋岩の風化残留砂礫金鉍床を反映したものである。なお Au と Cr, Ni, Co との相関関係は、概査区域, A 地区, いずれもほぼ無相関であり、異った挙動を示している。

以上 Cr, Ni, Au の異常値, 高濃度値は、既知 Telot 鉍床および Kamngeyon 鉍微地に限定され、他に新鉍床を指示するものはない。また、Co, V, Pt には鉍化に起因すると考えられる顕著な地化学異常は認められない。

(4) 主成分分析統計量

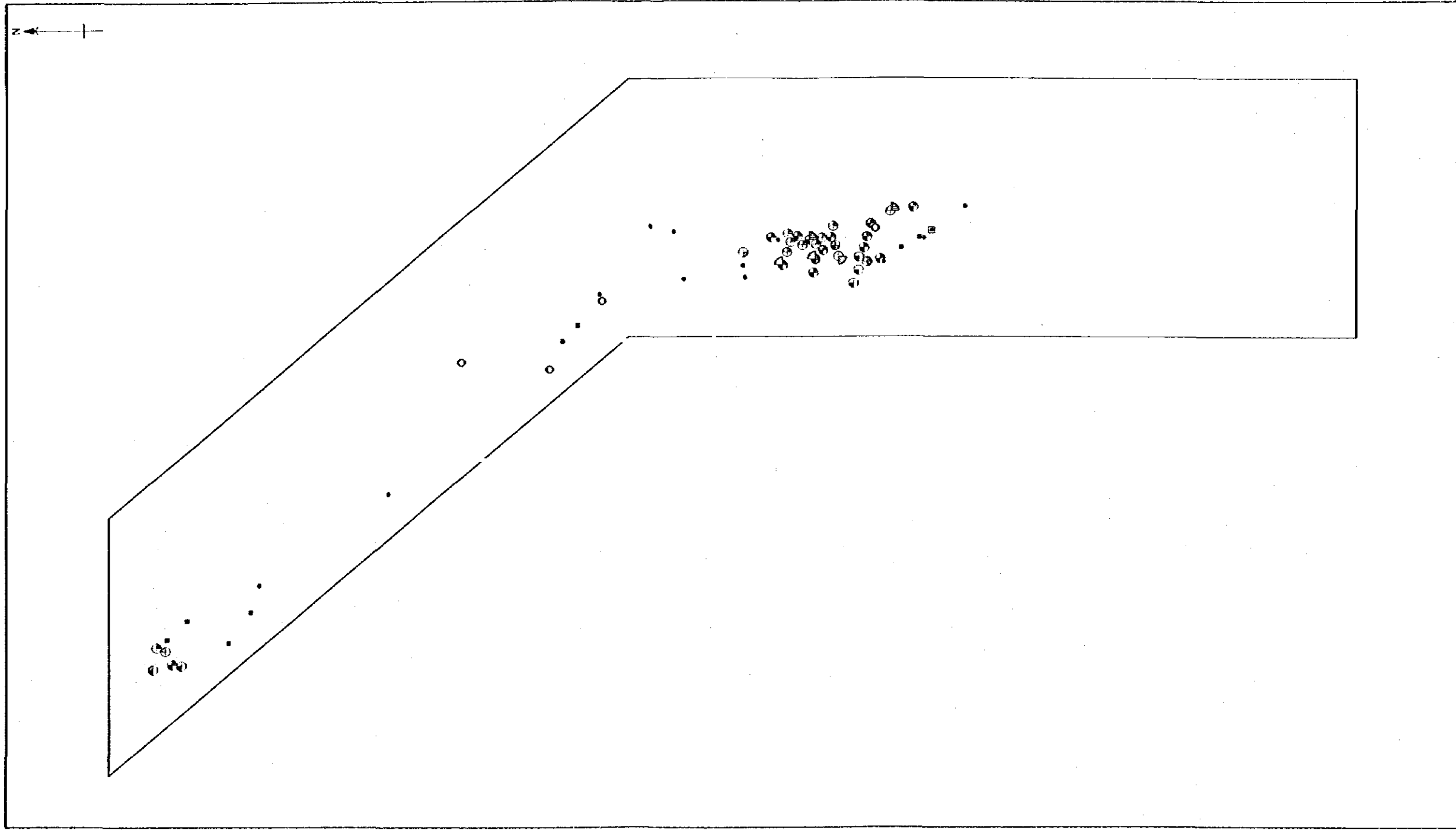
A 地区指示元素の中で、Cr, Ni, Co の相互間には高い相関関係がみられ、類似の挙動をとっていることが想像される。そこでこれら3元素の持つ情報を総合した1つの客観的指標で考察することを考え、主成分分析を行った。計算には相関行列を用い、結果を表2-12に示す。検出限界値以下の値が大部分を占めた Pt, Au については計算から除外した。

第1主成分 Z_1 は、各元素分析値の持つ全情報量の約70%を説明するものである。固有ベクトル, 因子負荷量の値からみて、 Z_1 は Cr, Ni, Co の3元素から同程度の強い影響を受けており、これら3元素の挙動を総合的に表わす指標であり、超塩基性岩の因子と考えられる。

第2主成分 Z_2 は、全情報量の24%を説明するものであり、表よりほぼ V の変動によって決定されていると言える。

(5) 主成分得点の区分

超塩基性岩の因子と考えられる主成分 Z_1 について、各試料の主成分得点を計算し、それらを母集団とする統計量について、単一変量の解析と同様な解析を行い、高濃度母



LEGEND

- Anomalies
- High-Content Value
- Anomalies
- High-Content Value
- Anomalies
- High-Content Value

Element	Absolute	High-Content Value	n
Cr, ppm	≥ 2519 (n=0)	≥ 2891 (n=20)	
Ni, ppm	≥ 822 (n=2)	≥ 2320 (n=22)	
Co, ppm	≥ 211 (n=2)	≥ 151 (n=15)	
Au, ppb	≥ 120 (n=1)	≥ 50 (n=6)	
Pt, ppb	≥ 100 (n=4)	≥ 50 (n=13)	
V, ppm	≥ 445 (n=1)	≥ 344 (n=8)	

n: number of samples

图 2-17 准精查 A 地区地化探异常图

表 2-12 主成分分析結果 (準精査A地区)

Principal Component	Eigen Value	Principal Contribution Ratio %	Cumulative Contribution Ratio %	Eigen Vector				Factor Loading			
				Cr	Ni	Co	V	Cr	Ni	Co	V
21	2.77	69	69	0.56	0.58	0.56	-0.18	0.93	0.97	0.93	-0.3
22	0.94	24	93	0.08	0.05	0.18	0.98	0.08	0.05	0.18	0.95
23	0.19	5	98	-0.77	0.11	0.63	-0.06	-0.34	-0.05	-0.23	-0.26
24	0.09	2	100	-0.30	0.80	-0.51	-0.08	-0.09	0.24	-0.15	0.02

表 2-13 主成分 Z 1 の統計値 (準精査A地区)

Principal Component	Number of Cases	Minimum Value	Maximum Value	Mean	Standard Deviation
Z1	205	-3.0062	4.263	0.3106	1.6656

表 2-14 高得点集団における Z 1 得点の区分 (準精査A地区)

Grade	A	B	C	D	E
Score	≥ 4.05	$4.05 > \geq 3.50$	$3.50 > \geq 2.95$	$2.95 > \geq 2.40$	$2.40 > \geq 1.70$
Number of Samples	1	3	12	13	7

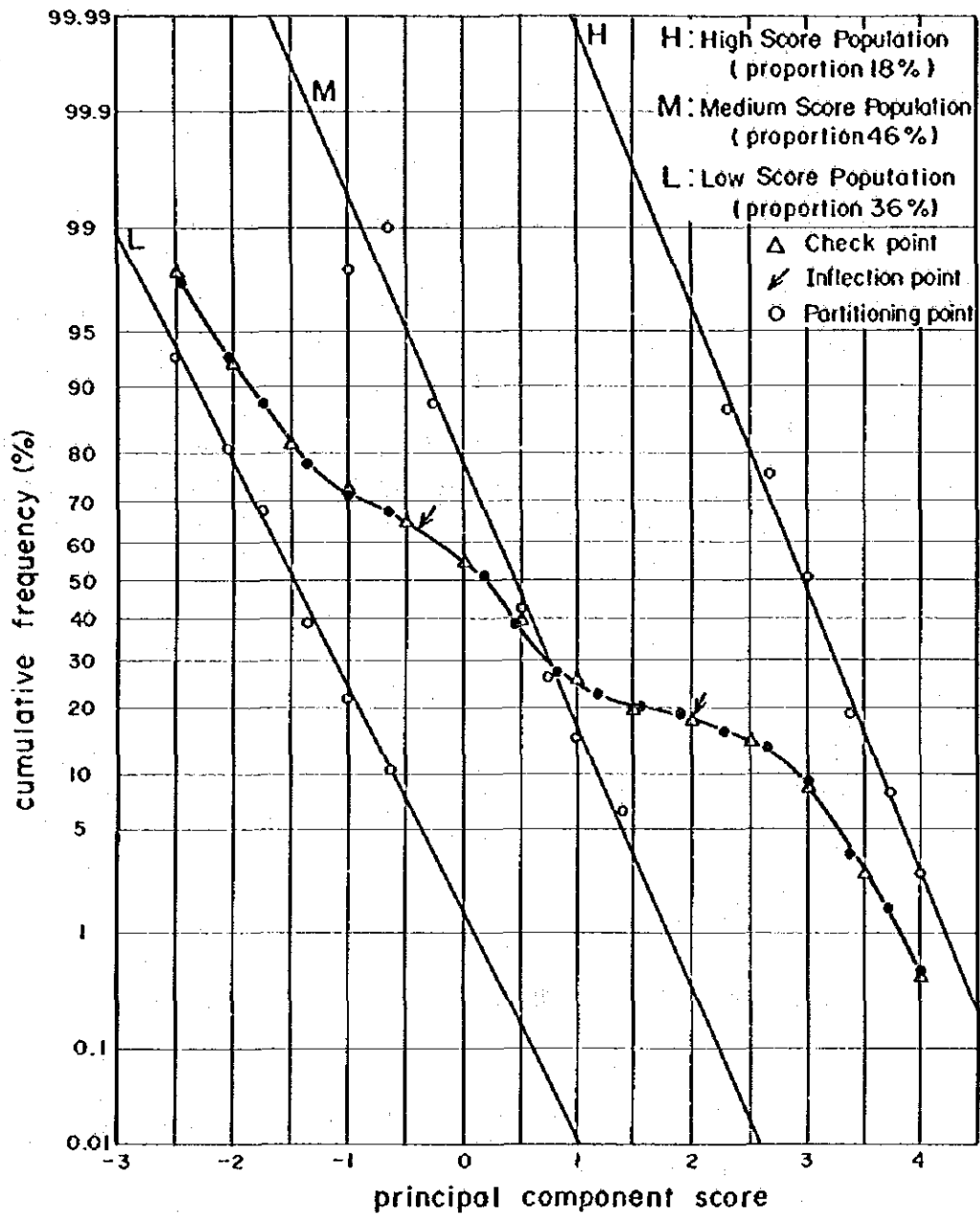


図 2-18 準精査A地区 Z1 得点の累積頻度分布及び分解母集団分布図

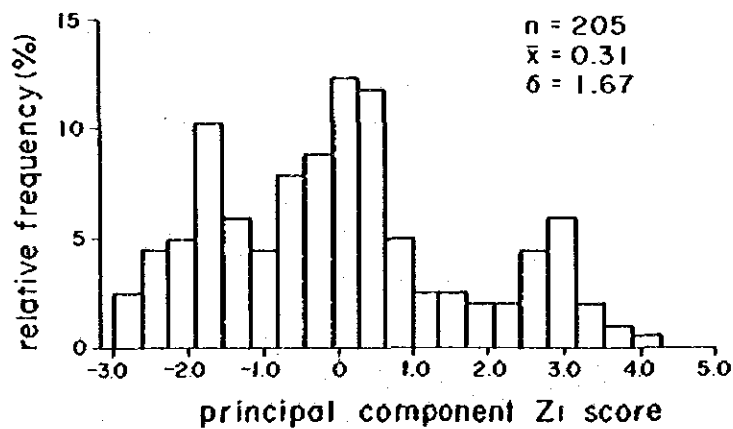


図 2-19 準精査A地区主成分 Z1 得点のヒストグラム

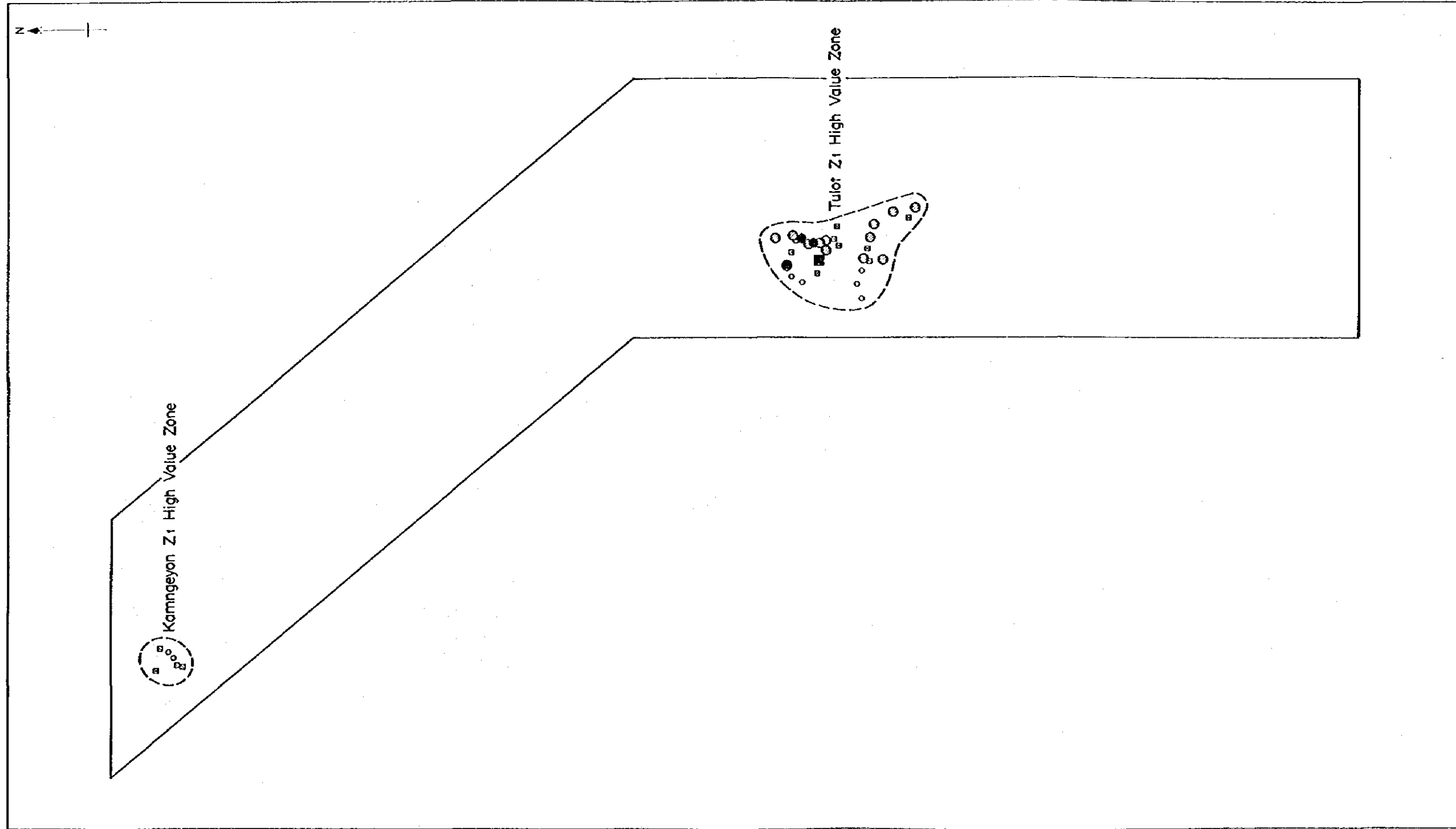


图 2-20 準精査 A 地区主成分 Z1 の地化探異常図

集団の抽出と、その中での主成分得点のクラス分けを行った。

主成分得点の標準統計量を表 2-13 に、累積頻度分布曲線と頻度分布図をそれぞれ、図 2-18、図 2-19 に示す。

累積頻度分布曲線は約 18% と 64% のところに変曲点を有している。A. J. Sinclair (1974) に従い、この複合母集団を単一の母集団に分解すると、構成比率それぞれ 18%、46%、36% の高濃度、中濃度、低濃度の 3 母集団に分かれる。

構成比率 18% の高濃度母集団は、超塩基性岩の分布を直接反映しているものであり、その主成分得点を A~E の 5 段階にクラス分けした。クラス分けの一覧表を表 2-14 に、クラス分けに基づく高濃度値の分布を図 2-20 に示す。

(6) 主成分分析結果

高濃度母集団に属する試料は 36 個である。これらは、蛇紋岩、滑石片岩の分布域の Telot と Kamngeyon の 2 地域に集中的な分布をみせ、この 2 地域をそれぞれ Telot - Z₁ 高濃度帯と名付ける。

Telot にはこれらの試料の 83% が属し、Telot の蛇紋岩体が A 地区の中では最大の岩体であり、Kamngeyon の岩体は、それに比べてかなり小規模であること、また、上記の 2 地域以外では、超塩基性岩類はないか、あっても非常に小規模なものであることを示す。

主成分得点のクラス別の分布をみれば、C 級以上の値は全て Telot - Z₁ 高濃度帯にあり、Kamngeyon - Z₁ 高濃度帯は D 級以下の値しかない。これは Kamngeyon 地域が、Telot 地域に比較して、Cr、Ni、Co の濃集程度についても劣勢であることを示す。

2-3 準精査 B 地区

本地区は、概査区域の中央西部に位置する 1 辺 5 km、面積 25 km² の正方形の範囲である。この地区には、多数のペグマタイトの分布が知られている。一方、概査区域北部の西方の Kenailmet、Morukong、Kokusan には、コロンバイト・サマルスカイト・雲母などが賦存するペグマタイト脈が分布し、1950 年代の後半に、少量ながら採行された実績がある。

本地区の調査は、ペグマタイトに関連する鉱床賦存の可能性を明確にする目的で実施された。

2-3-1 地 質

本地区の地質は、M-1 層の黒雲母片麻岩が大部分を占め、北東部には M-2 層の角閃石片麻岩が分布する。地質図を図 2-21 に示す。

前者には珪岩、角閃岩・角閃石片麻岩、後者には黒雲母片麻岩が挟在する。また、地域

中央部には、黒雲母片麻岩を貫いてミグマタイトの小岩体が分布する。地域全域、とくに黒雲母片麻岩分布域には、多数のペグマタイトが分布する。

地質構造は、北部でWNW-ESE走向と 30° NNEの傾斜を示し、中部～南部でN-S系の走向と 30° Eの傾斜を示し、比較的単調である。

ペグマタイトは、地表調査により78岩体確認された。厚さ約10mのものが6岩体、5～7mのもの6岩体、1～5mが39岩体、1m以下のものが27岩体である。

これらのペグマタイトは殆んどが黒雲母ペグマタイトであり、白雲母ペグマタイトは地区中央東部に厚さ1m以下のものが2岩体認められたのみである。

黒雲母ペグマタイトは、石英、長石、黒雲母からなり、一部に白雲母を含む。黒雲母は一般に径1～2cmであるが、地区北西部の岩体の一部には7～10cm大のものも含まれ、歪んだり、不規則に割れているものが多い。白雲母は大部分が径1cm以下の結晶である。長石は、帯桃白色の微斜長石（一般に長径10cm以下、一部岩体では30cmのものもある）と白濁した斜長石からなる。

検鏡及び分析結果から、期待されたコロンバイト、サマルスカイト等は認められなかった。これは、土壌試料の分析結果でNb、Taの高い値が検出されなかったことと良く一致する。

本地区のペグマタイトの貫入方向を統計処理した結果、大部分がNW-SEの走向を示し、走向 $N32^{\circ}W$ 、傾斜 $33^{\circ}NE$ の付近に集中が見られる。この方向は、この地区の地層の面構造に良く一致し多くのペグマタイトが面構造に平行に貫入している事実と合う。

本地区のペグマタイトの成因に関して、黒雲母片麻岩中に進入するものの多くは、その境界部が漸移的な産状を呈することと、近傍に花崗岩体が存在しないことを併せると、火成岩類の貫入に伴うものではなく、造山帯の深部で超変成作用により、主に泥質岩起源の変成岩が部分熔融した結果生じたものと考えられ、希少金属元素などの鉱化の可能性は低いものと判断される。

2-3-2 地化学探査

(1) 調査方法

ペグマタイトが多数分布する地区の北側と南側で、ペグマタイトの貫入方向に直交するように、ほぼ東西に測線を設定し、土壌を対象とし50件の試料を採取分析した。分析成分は、Nb、Ta、Sn、W、Li、Fの6成分である。

(2) 統計値・データ処理

各指示元素別の標準統計量を表2-15に示す。ただし、Nb、Ta、Sn、Wについては、検出限界値以下の値がそれぞれ全体の100%、92%、68%、82%と大部分を占めるため平均値、標準偏差の算出はしていない。Liの検出限界値以下の値は0.4%と

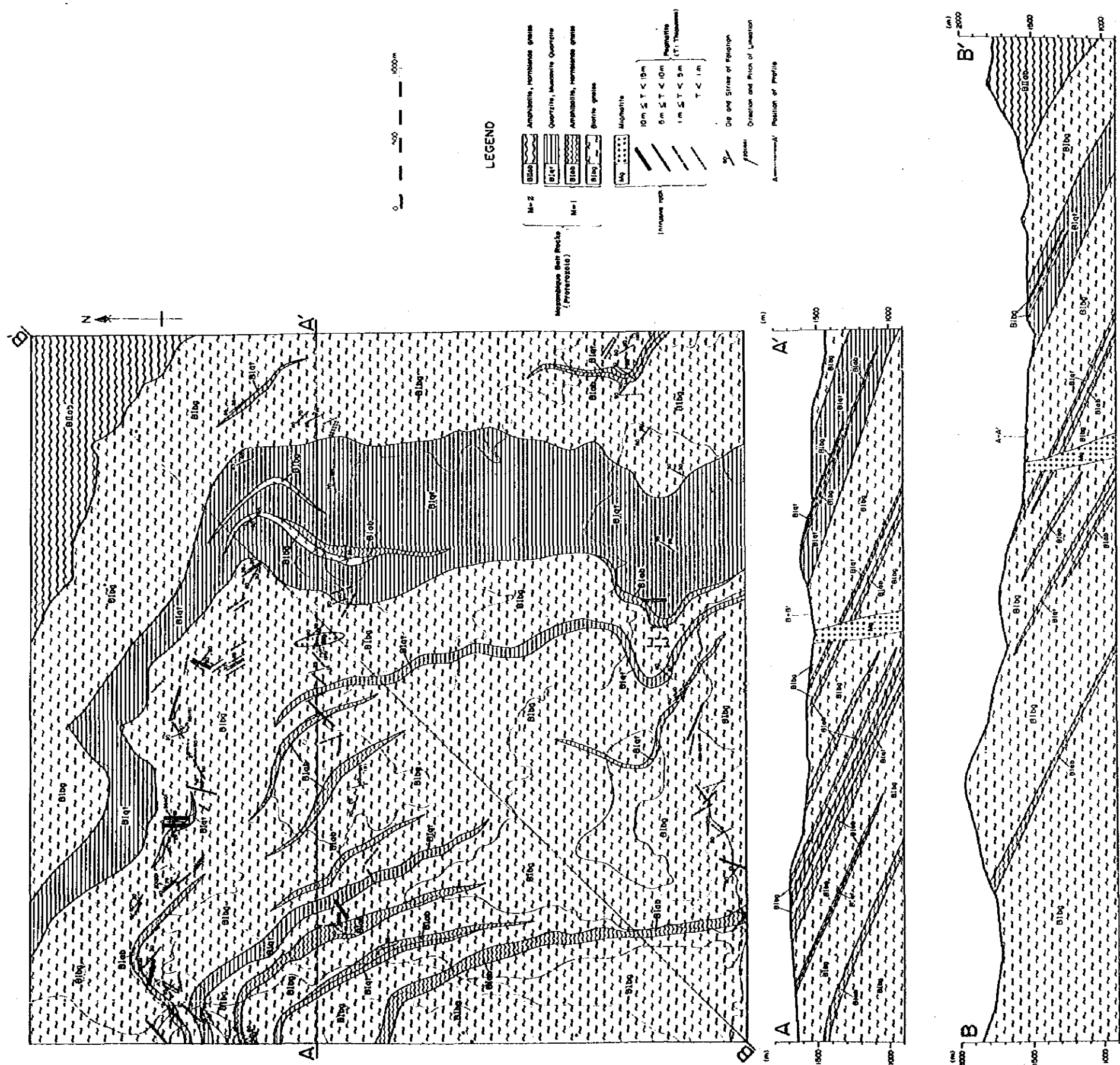


图 2-21 準精查 B 地区地質図及び断面図

して計算した。

表 2-15 指示元素の標準統計量 (準精査 B 地区)

Element Unit	Nb ppm	Ta ppm	Sn ppm	W ppm	Li ppm	F ppm
Number of Samples	50	50	50	50	50	50
Minimum Value	10	2	1	2	1	26
Maximum Value	10	2	4	16	8	184
Range	—	2	4	16	8	158
Mean	—	—	—	—	2.7	82.8
S.D. (Log)	—	—	—	—	0.327	0.20
M + S.D.	—	—	—	—	5.7	130.5
M + 2 S.D.	—	—	—	—	12.2	205.8
Clarke Number	20	3.4	2	1.3	20	620

Li および F の累積頻度分布曲線を図 2-22 に示す。分析限界値以下の値が多い Nb, Ta, Sn, W については、頻度分布図及び累積頻度分布曲線は作成されていない。

指示元素間の相関は、Li - F 間では相関係数は 0.18 であり、 $|R| (48, 0.01) = 0.361$ であることから危険率 1% で相関はないといえる。他の元素では、分析限界値以下の値が多いことから、相関係数は求めている。

シキイ値の設定は、W, Li, F について行った。W は、1 試料が 16 ppm を示して、4 ppm 以下を示す残りの試料からは突出しているため、16 ppm シキイ値とする。Li および F は、累積頻度分布曲線からは異常値母集団の抽出が行えないため平均値 (\bar{x})、標準偏差 (σ) より $\bar{x} + 2\sigma$ の値をシキイ値としたが、この値以上を示す試料はいずれも無かった。Li については、 $\bar{x} + \sigma = 5.7$ ppm 以上を示す試料に地域的な偏りが見られるため、5.7 ppm 以上を高濃度値試料として区分した。異常値、高濃度値の分布を図 2-23 に示す。

(3) 地化学異常の検討

指示元素の分析結果はいずれも極めて低い値であり、Nb, Ta, Li, F については、最大値でさえクラーク数以下の値となっている。

地化学異常値を示す試料としては、W について 1 試料が区分されるのみであり、他の元素については、地化学異常を示す試料は認められない。W の地化学異常値も、相対的に高いというだけであり、鉍化作用を反映していると考えられるほどに高い値ではない。

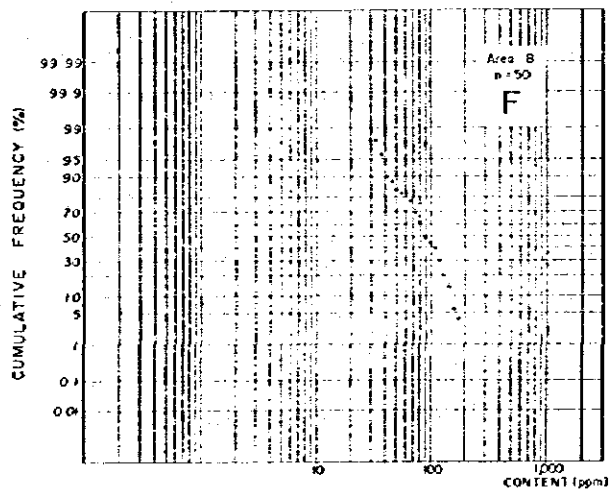
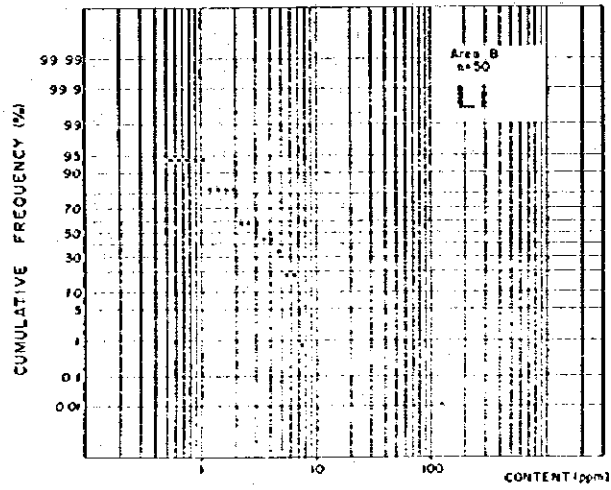


図 2-22 準精査 B 地区分析成分の累積頻度分布図

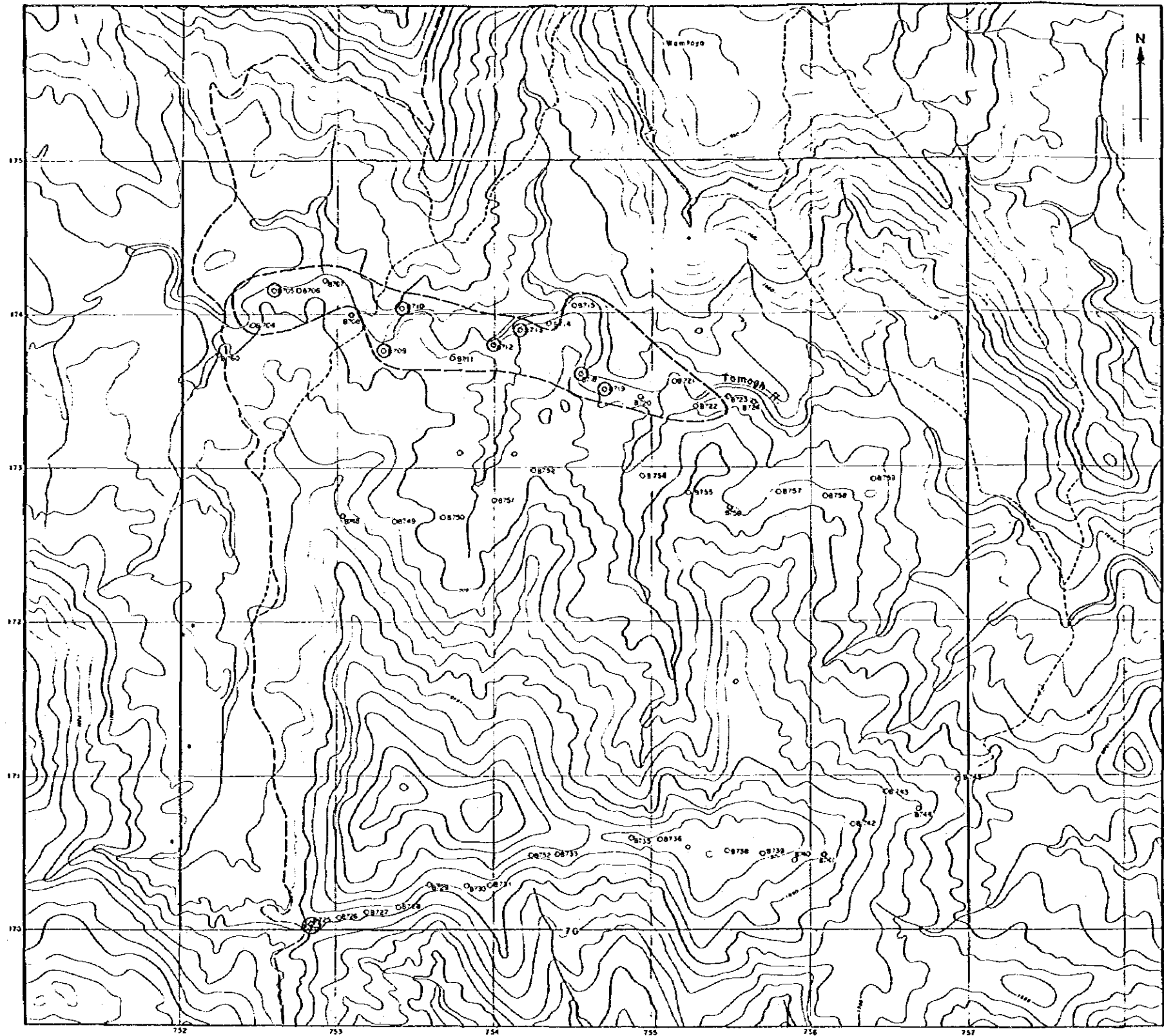


图 2-23 準精查B地区地化探異常図

N

1:50,000

LEGEND

W : Anomalous Sample ≥ 16 ppm

L1 : High-Content Samples ≥ 57 ppm (2+6)

High L1 Content Zone ≥ 50 ppm

Assay Results of Soil Samples

SAMPLE No	Nb	Te	Sn	Unit: ppm		
				W	L1	F
1	B704	<10	<2	1	<2	47
2	B705	<10	<2	<1	3	66
3	B706	<10	<2	<1	<2	37
4	B707	<10	<2	1	3	26
5	B708	<10	<2	1	<2	103
6	B709	<10	2	<1	2	140
7	B710	<10	<2	<1	1	85
8	B711	<10	<2	<1	4	170
9	B712	<10	<2	1	2	117
10	B713	<10	<2	<1	<2	125
11	B714	<10	<2	1	<2	70
12	B715	<10	2	1	<2	84
13	B716	<10	2	1	2	109
14	B717	<10	<2	1	<2	110
15	B720	<10	<2	1	<2	116
16	B721	<10	<2	3	<2	157
17	B722	<10	<2	<1	<2	84
18	B723	<10	<2	<1	<2	84
19	B724	<10	<2	1	<2	90
20	B725	<10	<2	1	18	147
21	B726	<10	<2	1	<2	96
22	B727	<10	<2	<1	<2	170
23	B728	<10	<2	<1	<2	104
24	B729	<10	<2	<1	2	127
25	B730	<10	<2	<1	<2	83
26	B731	<10	<2	<1	<2	140
27	B732	<10	<2	<1	2	85
28	B733	<10	<2	<1	<2	87
29	B735	<10	<2	<1	<2	48
30	B736	<10	<2	<1	<2	85
31	B738	<10	<2	<1	<2	45
32	B739	<10	<2	<1	<2	82
33	B740	<10	<2	<1	<2	70
34	B741	<10	<2	1	<2	58
35	B742	<10	<2	<1	<2	129
36	B743	<10	<2	<1	<2	66
37	B744	<10	<2	<1	<2	39
38	B745	<10	<2	<1	<2	81
39	B748	<10	<2	<1	<2	34
40	B749	<10	<2	<1	<2	38
41	B750	<10	<2	<1	<2	74
42	B751	<10	<2	<1	<2	99
43	B752	<10	<2	1	<2	119
44	B754	<10	<2	<1	<2	82
45	B755	<10	<2	<1	<2	74
46	B756	<10	<2	<1	<2	116
47	B757	<10	<2	<1	<2	159
48	B758	<10	2	<1	<2	38
49	B759	<10	<2	<1	<2	81
50	B760	<10	<2	<1	<2	107

○ B 712 Sample Number and Location

これらの結果は、B地区の地表地質調査において、ペグマタイト脈は多数認められるものの、鉍化ペグマタイトは皆無であったことと一致する。

Liの高濃度値試料7個は、Tamogh川に沿って、ほぼ東西に2kmほど分布している。この地域は、ペグマタイト脈が多数貫入していることから、これらのペグマタイトが幾分Liに富んでいることを示すものであろう。

以上当地区における地化学探査からは、分析された各元素に対して鉍化に起因すると考えられる異常は検出されなかった。

2-4 精査地区

本地区は、初年度の準精査A地区の中で、クロム・ニッケル・金の各鉍床が賦存するTelot蛇紋岩体を覆うように設定された面積10km²の区域であり、面積3km²の地化学探査の範囲を含んでいる。この調査は、Telot蛇紋岩体に分布する、クロム・ニッケル・金の鉍化作用を明確にして、鉍床の規模及び形態を明らかにすることを目的とする。

2-4-1 地 質

本地区の地質は、モザンビーク変成岩類と貫入岩類からなる。地質図を図2-24に示す。

(1) モザンビーク変成岩類

M-3層

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^a(III))、角閃石片麻岩(P-ms^b(III))、石墨片岩(P-ms^c(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-3層の厚さは、本区域内では、300m以上と見積もられる。

M-4層

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-me^c(N))が卓越し、角閃石片岩・角閃石片麻岩(P-ms^b(N))、珪岩類(P-mq(N))、角閃石-ザクロ石斑状変晶含有両雲母石英片岩(P-ms^e(N))がこれに次ぐ。黒雲母片麻岩(P-mg^b(N))は薄層として1層のみが認められている。

本地区におけるM-4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以上と算定される。

(2) 貫入岩類

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 2.5 km、東西幅約 1 km の長円状の形をしており、露出面積約 2 km² 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、岩体は急激に尖滅している。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、断層の発達により、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 10 ~ 50 m、延長 200 m ~ 300 m 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。

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。クロム鉄鉱近傍の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なっているものが多い。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。

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る。MgO × 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 - Al₂O₃ 三角図では、CaO、Al₂O₃ 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。

滑石片岩

滑石片岩 (Ut¹) 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。本地区の大部分の滑石片岩は、モザンビーク変成岩類とは不調和な関係で貫入している。幅は、多くは 100 m 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 2 km (H) 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。

産状から本岩の源岩は蛇紋岩と考えられる。

(3) 地質構造

精査地区は、Endogh - Telot 向斜の軸部が通る地域であり、この軸部に沿う N - S

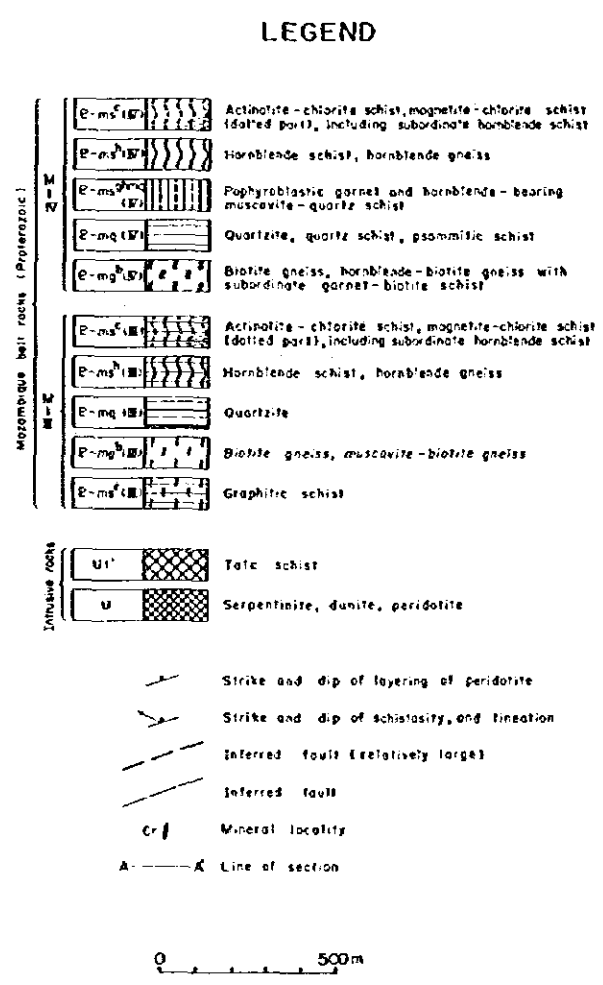
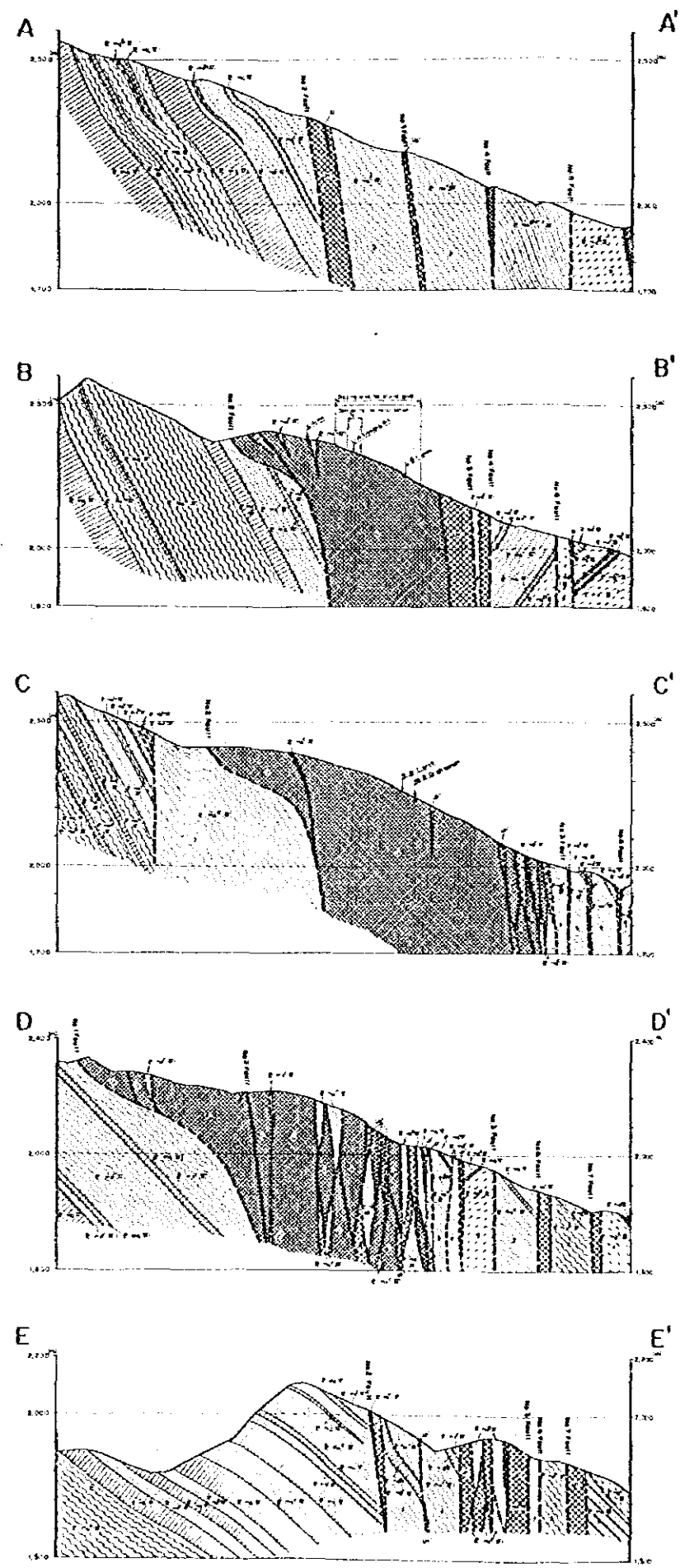
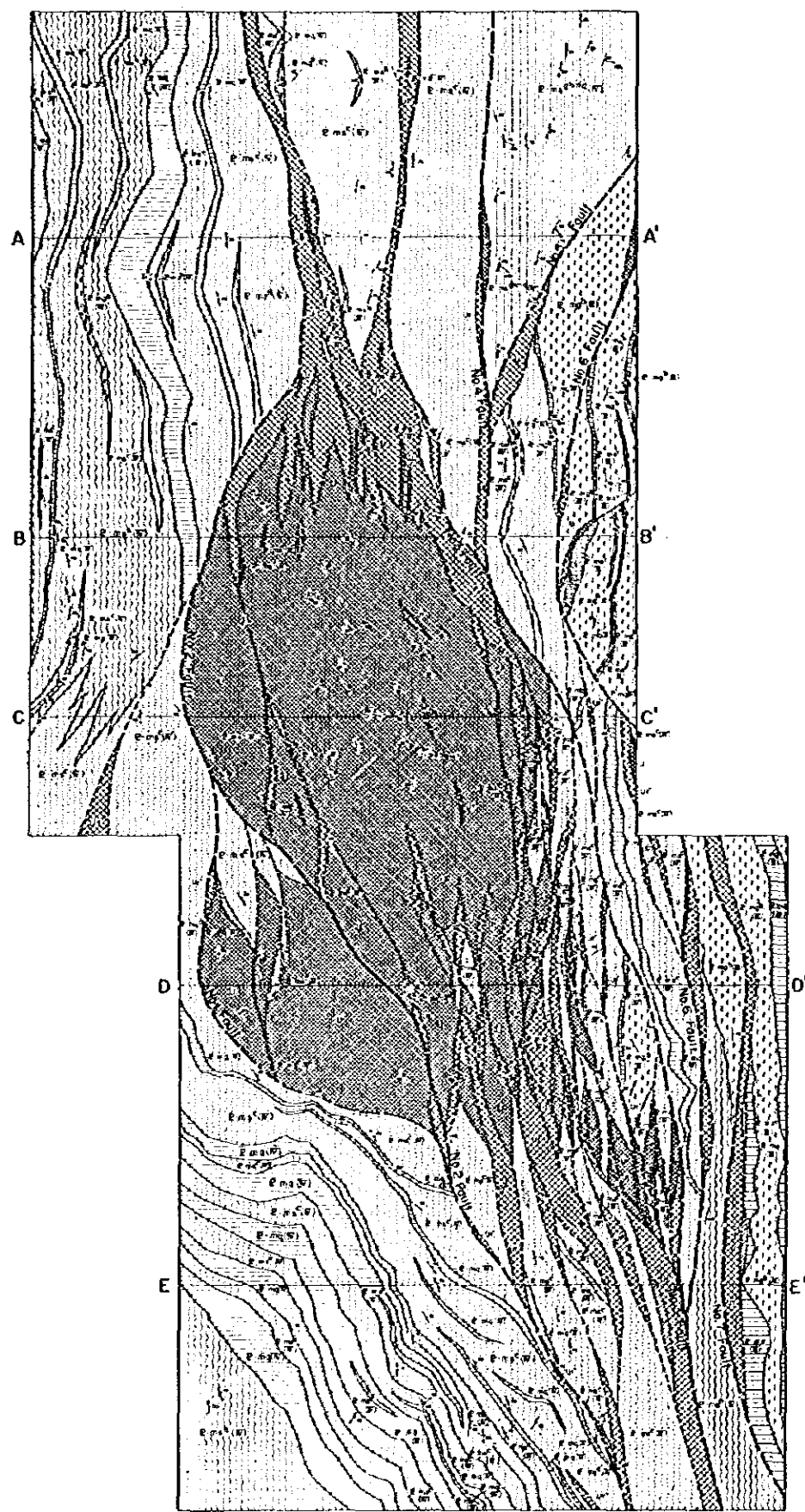


图 2-24 精查地区地质图及剖面图

