

これらの断層の転位量はいずれも小さく、局部的な構造を支配するもので、地質構造を大規模に改変するものとは考えられない。第5図を参照すると、N-SとNE-SW系の断層はキナバル地域の構造線と同じ方向を示していることが明らかである。

一方本調査地区は強い褶曲運動を受け、局所的には逆転構造も観察される。しかし、これら逆転構造は断層等に伴われる小規模なもので、大局的には次の構造が支配的である。

本調査地域南東部において、鍵層としての頁岩の分布は、E-W系の背斜構造を明示し、この褶曲は調査地区西部に向かい順次向斜・背斜の構造をくり返す。これらの褶曲は西部において、N-S方向の軸を有する構造に変化する。褶曲軸は程度の差はあるが、いずれの場合も南西方向へプランジし、調査地区南西部において収斂する。地層の傾斜は地域西部で20~40°、南東部で50~60°である。

1-2 鉍化作用

今回の地質調査により、鉍脈型及び鉍染型の鉍化帯が発見され、地質構造及び火成岩との関係が明らかにされた。しかし、これらの鉍化帯はいずれも規模が小さく、また有用金属の鉍徴はほとんど観察されなかった。

1-2-1 変質作用

本地域に見られる主な変質作用は、花崗閃緑斑岩の貫入に伴われる熱変成作用及び珪化作用・緑泥石化作用である。

調査地区全般にわたって分布する堆積岩は、貫入岩が広く分布する北部地域にて熱変成作用の影響により、岩体の周辺でホルンフェルス化している。また、一般に珪化作用が認められ、しばしば不規則な石英細脈を伴う。第86図にその分布を示す。これによると、珪化作用の及ぶ領域は、調査地区北東部に分布する貫入岩体の南側、及び西部に散在する小貫入岩体群を取り囲む地域に卓越する傾向がある。また珪化の程度は北東部の岩株の南西側において顕著であり、調査地区南部では極めて弱い。

いずれの貫入岩体でも有色鉍物の緑泥石化が認められるが、その程度は弱い。

さらに泥質の堆積岩では絹雲母-緑泥石(一緑簾石)の変質鉍物が一般的で、広域的な変成相に属するものと思われる。この他炭酸塩鉍物として方解石も認められる。

1-2-2 鉍化作用

調査地域で認められる鉍化作用は、花崗閃緑斑岩の貫入に関係した鉍脈型及び鉍染型のものである。

鉍化作用の認められる地域は、調査地域の東部から中央部及び北西部から西部にかけての地域である(第86図)。

(1) 東部及び中央部

本調査地区の北東部に広く分布する花崗閃緑斑岩の貫入岩体の南側及び南西側に、その岩体を取り巻くように分布し、主に堆積岩中の割れ目に沿うフィルム状及び鉱染状の黄鉄鉱によって特徴づけられる。地域によっては不規則な石英脈（数cm以下）を伴っている。特に岩体の南部に分布する鉱化帯の一部は、上記の特徴に加え脱色化が進み、鉱石鉱物としては黄鉄鉱及び極少量の黄銅鉱が認められる。そしてこの分布地域は、今回の調査地区の東方へ拡大するものと予想される。一方、地区中央部では、貫入岩の併入に伴う珪化作用が顕著で、地形的には急崖を形成し、風化に対する高い抵抗度を示している。この地域では最大幅1mに達する石英脈が確認されたが、一般には5cm以下の不規則な細脈であり、鉱石鉱物はほとんど伴われていない。

本調査地域中央部で観察された石英脈のスケッチを第87図に示す。これは、砂岩と泥岩のリズミカルな互層に貫入した石英脈である。脈中には多量の硫砒鉄鉱及び極少量の黄鉄鉱を含むが、その他の鉱石鉱物はほとんど観察されなかった。下に代表的な試料の検鏡結果を示す。

Y-20(1) 硫砒鉄鉱鉱石

鉱石鉱物：硫砒鉄鉱 ≧ 黄鉄鉱 ≧ 黄銅鉱・銅藍

鏡下の特徴：試料は殆んどすべて硫砒鉄鉱より構成され、極めて微量の黄鉄鉱、更に微量の黄銅鉱及び銅藍を伴う。硫砒鉄鉱は粗粒部分と2～3mm以下の細粒部分から成り、淡いクリーム色あるいは桃色を帯びた白色を示し、明かに異方性を有する。個々の結晶の境界は直線的である。硫砒鉄鉱の内部構造の特徴としては、粗あるいは密に不規則な細かい割れ目が網状に発達する。

試料中には0.7×0.6mmの範囲内に多数の黄鉄鉱が共存し、わずかに黄銅鉱とその縁辺部に生じた銅藍が観察される。これらは硫砒鉄鉱の結晶の間隙を後から充填した形状を示す。鉛及び亜鉛鉱物は認められない。

また同一試料の分析結果は次の通りである。

試料番号	Au(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Mo(%)	Hg(%)	As(%)	S(%)
Y-20(1)	1.40	0.13	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	41.82	17.67
Y-20(1)	2.13	<0.02	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	-	-

上述の石英脈と共に方解石細脈も周辺に観察されるが、いずれも鉱石鉱物は認められなかった。また花崗閃緑斑岩内にも鉱石鉱物は殆んど認められない。

(2) 北西部及び西部

調査地域北西部及び西部の貫入岩の規模は10mから数100mまで多様である。鉱化帯は鉱染状及び鉱脈状で、主として貫入岩体周辺の堆積岩中で認められる。鉱石鉱物は主に硫砒鉄鉱及び黄鉄鉱で、極めて微量である。また貫入岩は、その縁辺部で局所的に組成の変化が見られ、有色鉱物が減少し、より酸性の岩石となる。この部分では黄鉄鉱及び極少量の黄銅鉱が認めら

れる。しかし、鉍化帯の規模は境界部から数mと小さい。その代表例を第88図に示す。

代表的な3つの試料の検鏡結果は次の通りである。

S-20 含磁硫鉄鉍石英細脈

鉍石鉍物：磁硫鉄鉍 ≧ 黄鉄鉍・閃亜鉛鉍・方鉛鉍

鏡下の特徴：本試料は泥岩を切る石英細脈中の硫化物を特徴とする鉍脈型の鉍石である。脈中の硫化物の大半は磁硫鉄鉍より成り、微量の黄鉄鉍・閃亜鉛鉍及び方鉛鉍を伴う。磁硫鉄鉍は細脈中に散在し、半自形～他形を示す。黄鉄鉍は磁硫鉄鉍に比しはるかに少量で、磁硫鉄鉍に伴われるほか母岩に鉍染する。閃亜鉛鉍は黄鉄鉍とほぼ同量で、0.3mm以下の細粒の結晶で、磁粒鉄鉍中の包含物として産する。黄銅鉍は最も少量で細粒である。

Y-14 硫化物鉍染状花崗閃緑斑岩

鉍石鉍物：黄鉄鉍・磁硫鉄鉍 > 黄銅鉍・閃亜鉛鉍・方鉛鉍

鏡下の特徴：微量の硫化物に鉍染された貫入岩で、石英脈その他の異質組織は見られない。貫入岩の斑状組織が明瞭に認められ、変質は極めて軽微である。上記の鉍石鉍物はいずれも微粒で不規則あるいは他形の形状を示し、母岩の構成鉍物の間隙を充填する。

Y-12 含細脈花崗閃緑斑岩

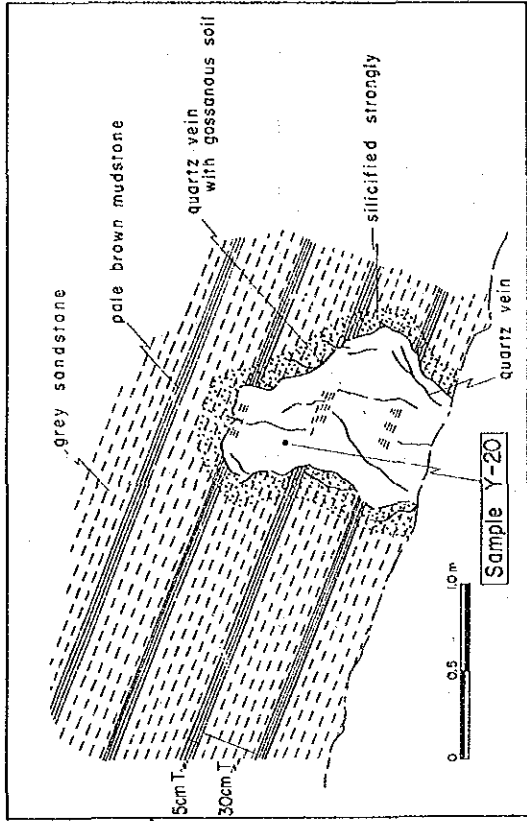
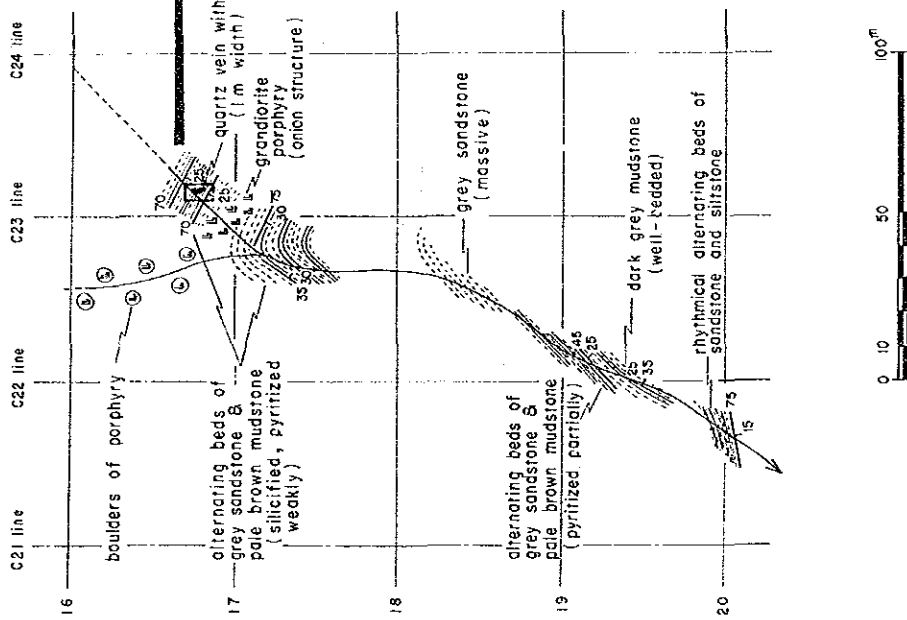
鉍石鉍物：黄鉄鉍・閃亜鉛鉍・磁鉄鉍・チタン鉄鉍・輝水鉛鉍

鏡下の特徴：本試料は貫入岩の周縁部で採取したものである。細脈を伴い、鉍化作用は軽微である。母岩中では初生と思われる磁鉄鉍、チタン鉄鉍の微粒が散在するほか、輝水鉛鉍と推定されるものが含有されている。細脈は細粒の黄鉄鉍と微量の閃亜鉛鉍を含有している。

以上の通り本地区に分布する鉍帯は、いずれも貫入岩の進入に関連して生成された微弱な鉍化作用と考えられる。従って鉍化帯の分布範囲は貫入岩体の周辺に限られる。



第 8 6 图 c 地区变质带分布图

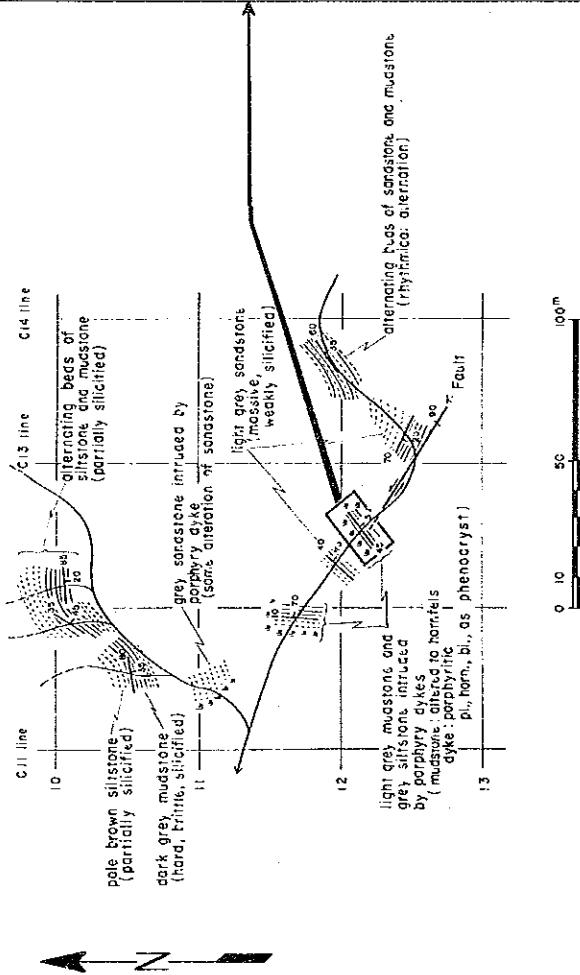
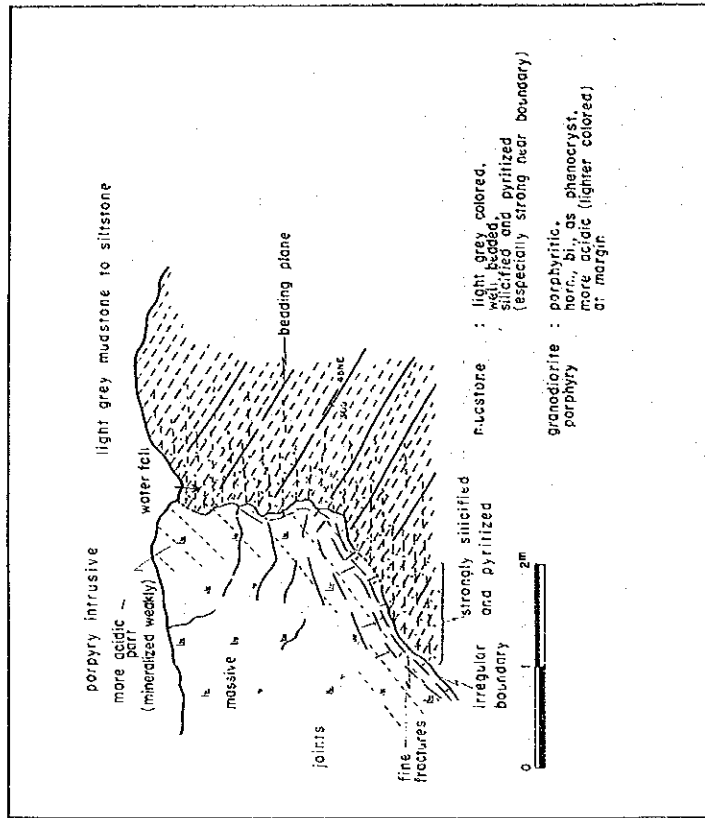


Sample Y-20

arsenopyrite ore
 vein type, arsenopyrite,
 massive arsenopyrite,
 euhedral to subhedral,
 especially euhedral crystals
 of quartz and arsenopyrite
 in druses (5 cm big),
 with white colored amorphous silica

boundaries : irregular, not clear

第 8 7 図 石英脈スケッチ



第 88 図 鉍化帯露頭スケッチ

第 2 章 地化学探査

2-1 土壤による地化学探査

2-1-1 調査方法及び解析方法

本地区では b 地区と同様に 50m×50m のグリッド上で土壤を採取し、これらを分析試料とした(第 89 図)

分析データを用いて岩相ごとにヒストグラム及び累積頻度分布図(第 90 図, 第 91 図)を作成した。

スレッシュホールド値として、全体の 2.5% を占める $\bar{X}+2t$ 値をとり、異常値の分布図を作成した。分布図には、このほか $\bar{X}+t$ 及び $\bar{X}+3t$ も補助的に用いてある。

各元素ごと、岩相ごとの各統計値を第 19 表に示す。

2-1-2 調査結果

分析された 5 元素のうち、銅、鉛、亜鉛、金の 4 元素の分布を、それぞれ縮尺 5,000 分の 1 の地質図上に示した。このうち金について各測線の 1 から 28 までの合計 1,148 個の分析値を解析の対象とした。一方、モリブデンの分析結果は、全試料の 97.3% が検出限界以下の値であるため、参考程度にとどめた。

これらの元素は、b 地区の解析手法と同じくスコア・サムにより解析し、さらに因子分析法により総合的に検討した。これらの結果は縮尺 5,000 分の 1 の地質図上に示す。

(1) 各元素の分布

i) 銅 (Cu)

銅の分布は Map-64 に示す。

分析値は最大 462ppm、最小 1ppm で、岩相毎に分析値の分布状況が大きく異なっている。その例を平均値でみると、貫入岩の場合 41.3ppm であるのに対し、堆積岩では 14.3ppm と低い値となっている。このことから本地区においても岩相を区分することは、極めて有意義と言える。 $\bar{X}+2t$ 以上の値が分布する地域は、主として貫入岩との境界付近の堆積岩分布地域である。特に調査地区の北東部に分布する岩株の周辺部に集中する。また同上の岩株内にもわずかに認められる。その他のものは、一般に調査地区中央部に分布する岩脈付近に出現するものが多い。

ii) 鉛 (Pb)

鉛の分布は Map-65 に示す。

分析値は最大 601ppm、最小 8ppm の範囲に分布する。

岩相毎の平均値は、貫入岩で 46.1ppm、堆積岩で 31.0ppm である。

$\bar{X}+2t$ 以上の値を示す試料は、概して調査地区の中央北部に分布し、銅の $\bar{X}+2t$ 以上の値の分布とやや異なる。銅は一般に調査地区北東部の岩部の南部に分布するのに対し、鉛はむ

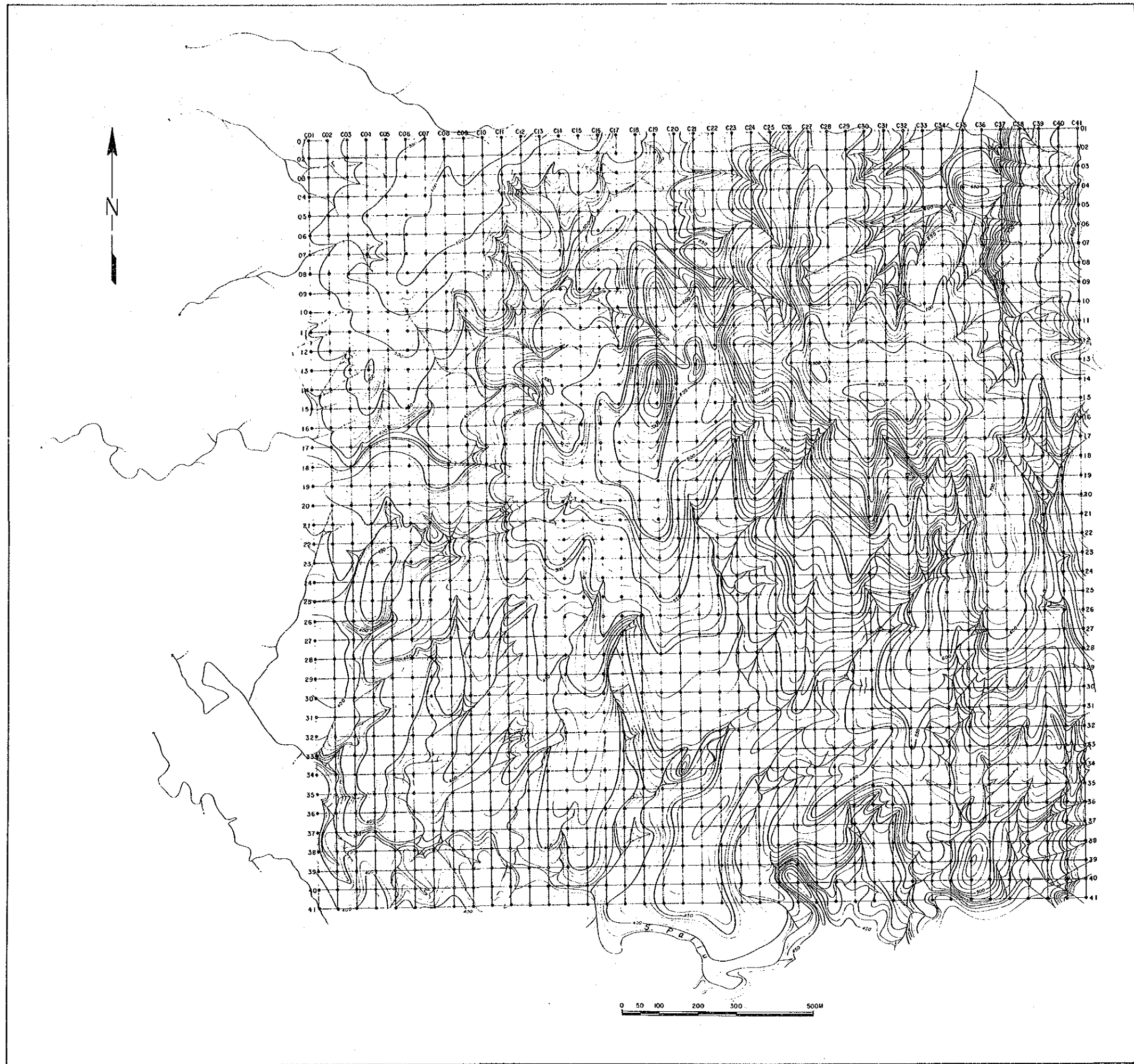
第19表 c地区土壤データ用統計値一覧

			Intrusive rock	Sedimentary rock	Total
Cu (ppm)	Number of samples (n)		480	1201	1681
	Maximum value (Vmax)		462	383	462
	Minimum value (Vmin)		1	1	1
	Geometric mean (\bar{X})		41.3	14.3	19.4
	Standard deviation (t)		0.409	0.379	0.440
	$10^{\log\bar{x}+t}$		105.9	34.2	53.4
	$10^{\log\bar{x}+2t}$		271.6	81.9	147.2
$10^{\log\bar{x}+3t}$		(695.5)	196.0	405.3	
Pb (ppm)	Number of samples (n)		480	1201	1681
	Maximum value (Vmax)		235	601	601
	Minimum value (Vmin)		14	8	8
	Geometric mean (\bar{X})		46.1	31.0	34.7
	Standard deviation (t)		0.244	0.266	0.271
	$10^{\log\bar{x}+t}$		80.9	57.2	64.8
	$10^{\log\bar{x}+2t}$		141.8	105.5	120.9
$10^{\log\bar{x}+3t}$		(248.7)	194.7	225.6	
Zn (ppm)	Number of samples (n)		480	1201	1681
	Maximum value (Vmax)		250	282	282
	Minimum value (Vmin)		8	6	6
	Geometric mean (\bar{X})		48.1	24.4	29.7
	Standard deviation (t)		0.262	0.323	0.335
	$10^{\log\bar{x}+t}$		87.9	51.3	64.2
	$10^{\log\bar{x}+2t}$		160.7	108.0	138.9
$10^{\log\bar{x}+3t}$		(293.9)	(227.2)	(300.4)	
Mo (ppm)	Number of samples (n)		480	1201	1681
	Maximum value (Vmax)		11	5	11
	Minimum value (Vmin)		ND	ND	ND
	Geometric mean (\bar{X})		-	-	-
	Standard deviation (t)		-	-	-
	$10^{\log\bar{x}+t}$		-	-	-
	$10^{\log\bar{x}+2t}$		-	-	-
$10^{\log\bar{x}+3t}$		-	-	-	
Au (ppm)	Number of samples (n)		470	680	1150
	Maximum value (Vmax)		0.72	0.23	0.72
	Minimum value (Vmin)		ND	ND	ND
	Geometric mean (\bar{X})		0.049	0.048	0.048
	Standard deviation (t)		0.337	0.314	0.352
	$10^{\log\bar{x}+t}$		0.106	0.099	0.108
	$10^{\log\bar{x}+2t}$		0.231	0.204	0.243
$10^{\log\bar{x}+3t}$		0.503	(0.420)	0.546	

note) () ; value not present

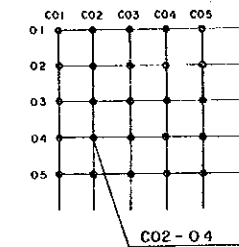
Correlation Matrix

	Intrusive rock			Sedimentary rock			Total		
	Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
Pb	-0.030	-	-	0.494	-	-	0.298	-	-
Zn	0.363	0.603	-	0.589	0.755	-	0.546	0.698	-
Au	0.199	0.004	-0.023	0.174	0.052	0.009	0.174	0.032	-0.002

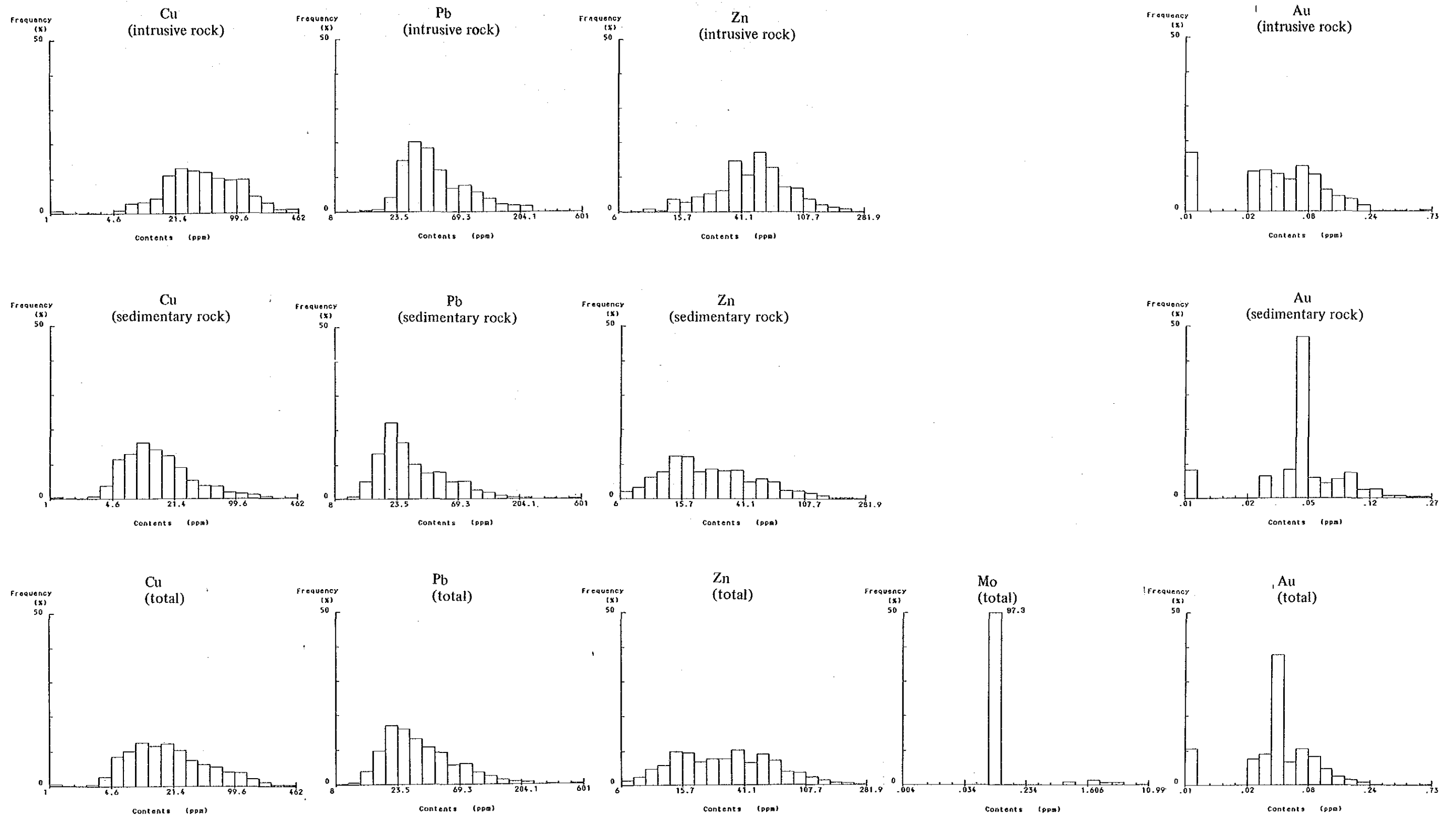


LEGEND

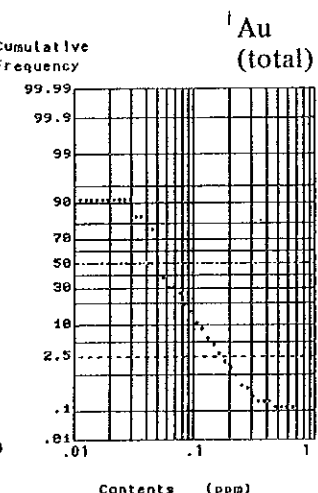
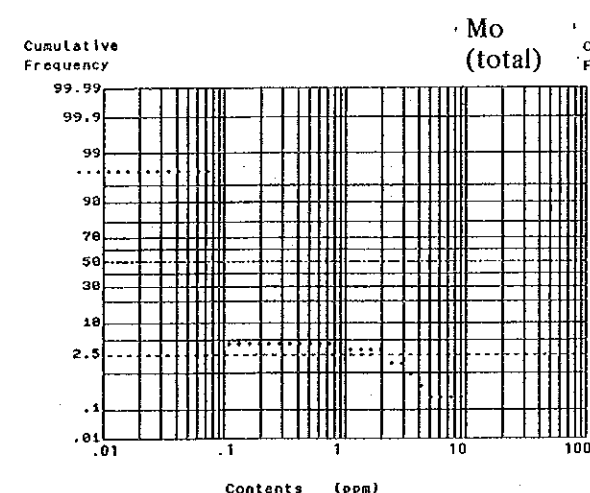
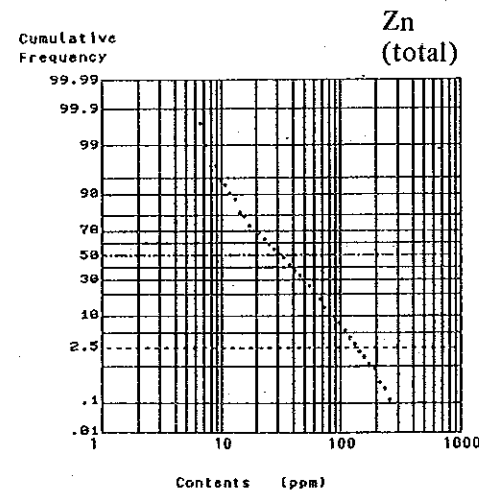
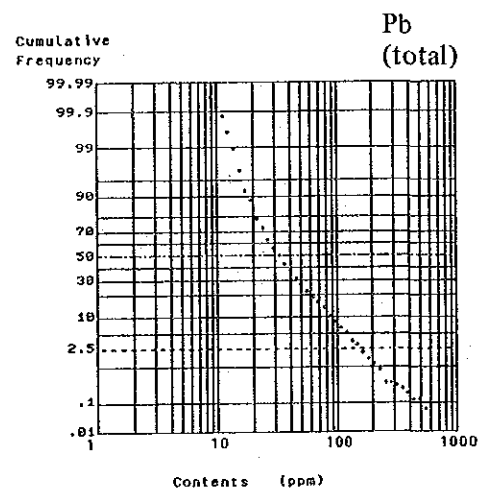
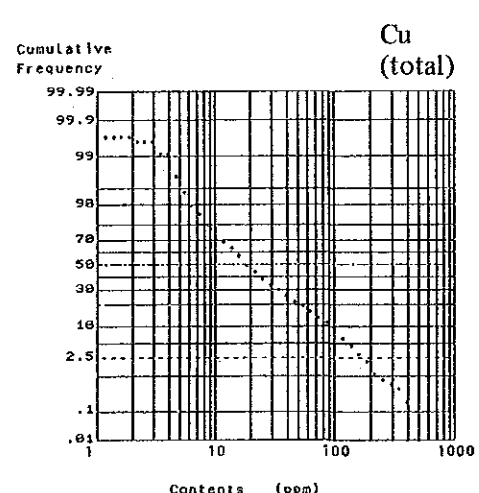
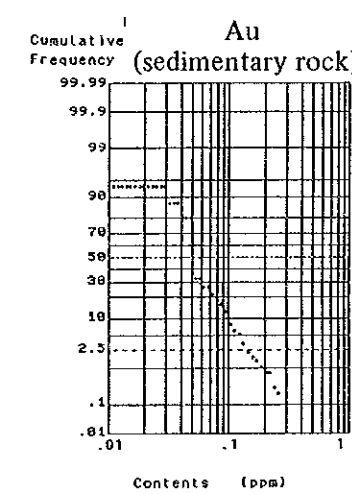
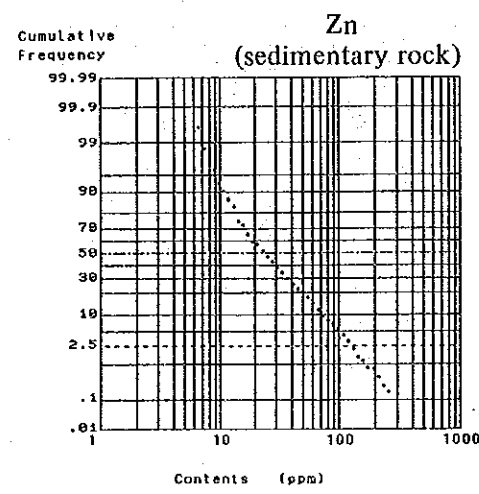
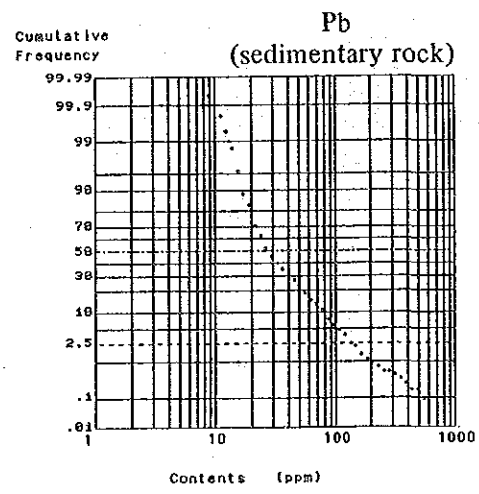
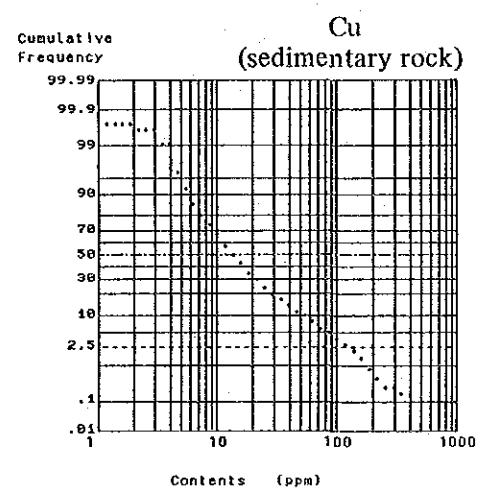
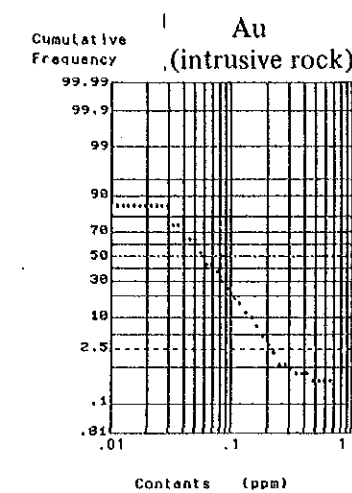
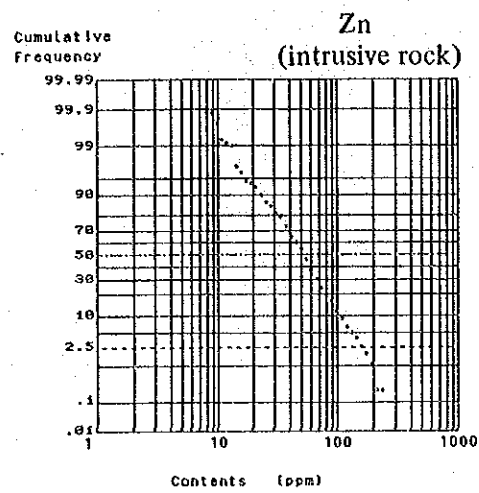
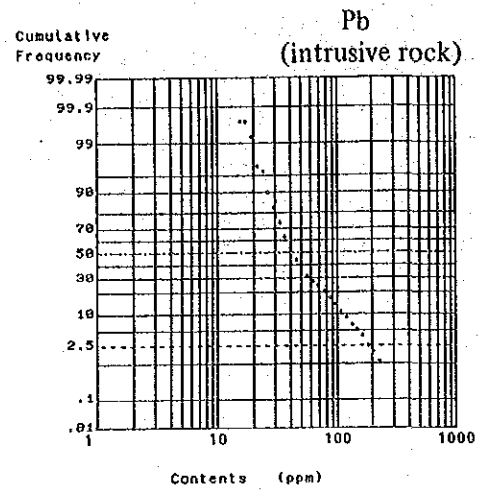
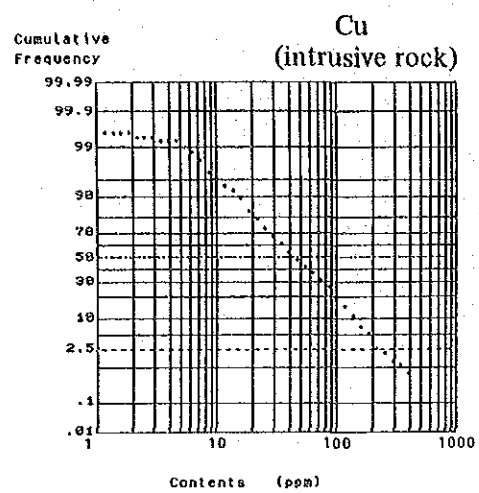
• Sample location and sample number



第 8 9 图 c 地区土壤試料採取位置图



第90図 c地区土壤データ用ヒストグラム



第91図 c地区土壤データ用累積頻度分布図

しろその西部に分布する。また、調査地区の中央北部にある小岩株及び岩脈付近に分布する。

iii) 亜鉛 (Zn)

亜鉛の分布はMap-66に示す。

分析値は最大282ppm, 最小6ppmである。岩相毎の平均値は貫入岩で48.1ppm, 堆積岩で24.4ppmであり、前者は後者の2倍に相当している。

$\bar{X}+2t$ 以上の値の分布する地域は、大局的には鉛の分布と一致し、亜鉛と鉛の相関が高いことが推察される。従って $\bar{X}+2t$ 以上の値を示す試料の主な分布は、調査地区の北東部に位置する岩株の西側及び中央部から中央北部にかけての岩株あるいは岩脈付近に出現している。

iv) モリブデン (Mo)

モリブデンの分布はMap-67に示す。

分析値は最大11ppm, 最小は検出限界値以下の値である。検出限界以下の値は、全試料中の97.3%を占める。

検出限界以上の値を示した試料の主な分布は、一般に、銅、鉛、亜鉛の分布とは一致せず、むしろ、これらの元素 $\bar{X}+2t$ 以上の値の周辺に分布する傾向がある。

v) 金 (Au)

金の分布はMap-68に示す。

金の分析は、1,150個の試料について実施した。分析値は最大0.72ppm, 最小は検出限界 (= 0.03ppm) 以下である。金の分布は、他の4元素と異なった分布を示し、相関係数も極めて低い。

大局的に $\bar{X}+2t$ 以上を示す箇所は、貫入岩体の分布地区に散在する傾向がある。特に調査地区北東部に位置する岩株内に広く分布する。

(2) スコア・サムによる解析結果

スコア・サムによる解析結果をMap-69に示す。

本解析に利用した元素は銅、鉛、亜鉛、金の4元素である。モリブデンは全分析値の97.3%が析出限界以下の値であるため、適切なスコアを与えることができず、今回のマップから除外した。また金の分析総数は前述の通り1,150個であるため、各測線の1から28までの分析結果のみを利用してスコアを与えた。この結果、調査地区北部(各測線の1から28)と南部(各測線の29から41)ではスコア・サム図に利用した元素数が、それぞれ4元素、3元素と異なるが、調査地区南部では銅、鉛、亜鉛について顕著な徴候は認められない。したがって調査地区北部(各測線の1から28まで)について解析結果を記述する。

本地区で得られた最高のスコアは9で、C15-21周辺及びC22-13周辺である。また、これに次ぐスコア(6~7)の分布はC15-21周辺地域、地区北東部に位置する花崗閃緑斑岩の西部及び西南部地域である。それ以下のスコアは上述の地域周辺、地区北西部に位置する岩脈群の周辺地域及び地区北東部の花崗閃緑斑岩岩株の分布地域内の一部の地域に分布する。

以上の分布状況により、次の事実が認められた。

- ① スコア・サム図は地質図と極めて良い一致を示し、スコアの高い地域は花崗閃緑斑岩の岩株あるいは岩脈周辺の堆積岩分布地域に限られる。
- ② 調査地区北東部に位置する花崗閃緑斑岩体の周辺の堆積岩中では、岩体を取り囲むようにスコアの比較的高い地域が分布し、特にその南西側で著しい。
- ③ 調査地区西部に分布する花崗閃緑斑岩岩株及び岩脈の周辺付近ではスコアは低い。
- ④ 最も有望と考えられる地域はC15-21周辺地域で、地表における広がり約15,000 m²である。

(3) 因子分析による解析結果

解析は、各測線の1から28番目の試料(合計1,148個)を対象として、Cu、Pb、Zn、Auの4成分について行った。分析値は岩相の区分をせずに取り扱った場合と花崗閃緑斑岩と堆積岩と区分した場合との両者について、解析を実施した。各因子の因子負荷量、寄与率、共通性を第20表に示す。また因子得点分布図をMap-70~72に示す。

まず、各因子の特徴について述べる。

岩相区分をしない場合

因子-1はPb-Znに関する因子で、それぞれの因子負荷量は、Pbが83.2%、Znが69.6%と高い値を示している。因子寄与率も55.1%で、この因子によって説明される変動が半分以上を占めている。また、Pb、Znの共通性もそれぞれ0.720、0.752で、これらの元素の変動が、この因子によって良く説明されることが明らかである。

因子-2はCu-Znに関する因子で、因子負荷量は、Cu67.1%、Zn51.7%である。因子寄与率は33.7%で、因子-1及び因子-2で説明される変動は89.2%に達する。

因子-3はAu(-Cu)に関する因子であるが、それぞれの因子負荷量は低く、またその寄与率も10.8%と低い。特にAuの共通性が0.187と低いことは、この地域のAuの分布が、他の3元素の分布とは異なっていることが推察される。

岩相区分をした場合

(a) 花崗閃緑斑岩分布地域

因子-1はPb-Znに関する因子で、それぞれの因子負荷量はPbが80.4%、Zn70.0%と高い負荷量を持つ。因子寄与率も58.1%で、半分以上を占めている。さらにPb、Znの共通性では、それぞれ0.649、0.678で、これらの元素の変動がこの因子によってよく説明されている。

因子-2は、Cu-Znに関する因子で、因子負荷量は60.8%、43.2%と高い。因子寄与率は29.1%で、因子-1及び2で全体の87.2%が説明される。

因子-3はAu(-Cu)に関する因子ではあるが、共通性が0.218と低く、他の元素とは異な

第 2 0 表 因子分析結果一覽

Total factor loadings

	factor-1	factor-2	factor-3
Cu	0.246	0.671	0.243
Pb	0.832	0.167	0.017
Zn	0.696	0.517	-0.032
Au	-0.006	0.081	0.424

factor contribution

factor	contribution	%	acc.%
1	1.236	55.5	55.5
2	0.752	33.7	89.2
3	0.240	10.8	100.0

Communarity

Cu	Pb	Zn	Au
0.570	0.720	0.752	0.187

Intrusive Rock factor loadings

	factor-1	factor-2	factor-3
Cu	0.065	0.608	0.216
Pb	0.804	-0.047	-0.010
Zn	0.700	0.432	-0.047
Au	-0.020	0.116	0.452

factor-contributions

factor	contribution	%	acc. %
1	1.142	58.1	58.1
2	0.571	29.1	87.2
3	0.253	12.9	100.1

Communarity

Cu	Pb	Zn	Au
0.420	0.649	0.678	0.218

(continued)

Sedimentary Rock factor loadings

	factor-1	factor-2	factor-3
Cu	0.482	0.521	0.308
Pb	0.862	0.132	0.062
Zn	0.804	0.366	-0.015
Au	0.011	0.156	0.423

factor contribution

factor	contribution	(%)	acc.950
1	1.621	69.7	69.7
2	0.426	18.3	88.0
3	0.278	12.0	100.0

Communarity

Cu	Pb	Zn	An
0.598	0.764	0.780	0.182

る挙動を示すものと考えられる。

(b) 堆積岩分布地域

堆積岩についても、前述の花崗閃緑斑岩の場合と同様のことが言える。

因子-1はPb-Znに関する因子で、因子-2はCu-Znに関する因子である。この2つの因子で、全体の88.0%が説明される。因子-3はAu(-Cu)に関する因子である。

次に、これらの因子の分布について検討する。

岩相区分をしない場合 (Map-70)

因子-1 (Pb-Zn)は、地区北東部を占める花崗閃緑斑岩内の西部から中央部に広く分布し、その他、地区北西部に位置する小岩脈群分布地域及びC15-21周辺付近に分布する。一方因子-2 (Cu-Zn)因子は、地区北東部の同岩株内の南部から南西部にかけて分布する。このように因子-1と2の分布は、大きく2つの地域に分かれている。因子-1の分布する地域は、主として岩株あるいは岩脈群の周辺に広がる珪化帯あるいは弱鉍化帯に一致し、その鉍化はPb-Znの組み合わせで説明される因子で特徴づけられる。しかし、その一部は貫入岩としての花崗閃緑斑岩にも及んでいる。因子-2の分布は、主として地区北東部に分布する岩株内に見られ、Cu-Znの組み合わせによる因子によって特徴づけられる。因子-2は、このように岩相に支配される傾向が強い。

岩相区分をした場合

(a) 花崗閃緑斑岩 (Map-71)

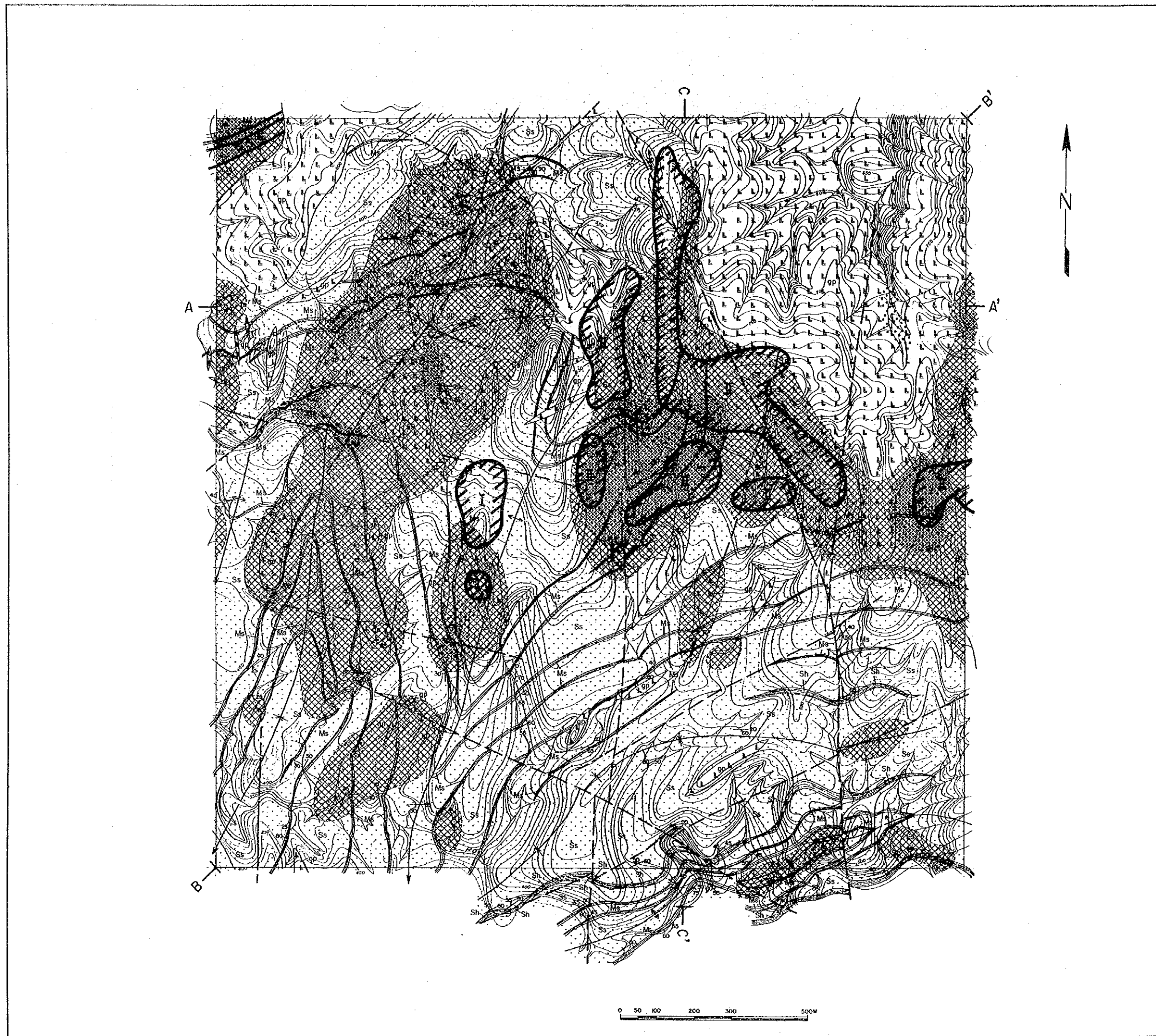
因子-1 (Pb-Zn)の分布する地域は、地区北東部の岩株の一部、中央北部の小岩株、その北東部の小岩脈群及び中央部の小岩脈中に散在する。また因子-2 (Cu-Zn)は主として地区北東部に位置する岩株内に散在する傾向がある。このことは同じ花崗閃緑斑岩内でもPb-ZnとCu-Znのそれぞれの組み合わせによる因子によって分類可能であることを示す。そして特に地区北東部に位置する岩株内で、この傾向が認められる。

(b) 堆積岩 (Map-72)















さらに堆積岩の場合では、因子-1 (Pb-Zn)は地区北東部の岩株の南西側及び南東側、またC15-21周辺付近に分布している。因子-2 (Cu-Zn)は上記因子-1の分布する地域の周辺に、ほぼ帯状に分布する傾向がある。このことから堆積岩中では、因子-1と因子-2が貫入岩体を中心に外側へ向かって累帯分布を示している可能性がある。さらに先のMap-71の分布を考慮すると、花崗閃緑斑岩と堆積岩の境界付近を中心に、花崗閃緑斑岩の岩体内へはPb-Zn、堆積岩の分布地域にはPb-Zn、そしてその外側にCu-Znの因子によって特徴づけられている。

2-1-3 考 察

本地区の地化学探査データに対し、単成分、スコア・サム、及び因子分析の各手法により解



LEGEND

-  anomalous zone
- Trusmodi Formation**
 -  sandstone
 -  mudstone
 -  shale
- Intrusive Rock**
 -  granodiorite porphyry
-  Syncline
-  Anticline
-  Fault (certain)
-  Fault (inferred)
-  Strike and dip
-  Geological Profile line
-  silicification
-  pyritization
-  quartz vein

第 9 2 图 c 地区土壤地化学探查结果解析图

析を実施した。

この解析を地質調査の結果と共に第92図 (Map-73) に示す。

この解析図から地化学異常帯として次の地帯が抽出された。

Zone I : C15-21を中心とする地域

Zone II : 地区北東部に位置する岩株に隣接する堆積岩分布地域、特に岩株の南西側

これらの異常地域は、地質調査の結果と良く一致し、珪化作用あるいは弱鋳化作用の認められる地域である。

また、上述の解析手法は相補的に用いられ、本地区の鋳化作用の解明に有効であった。その内容は以下の通りである。

- ① スコア・サムによる解析は、地化学異常帯を抽出するにあたり、分析されたすべての元素を一括して取り扱うことができ、またそのポテンシャルをランク付けできる点で有効であった。
- ② 因子分析法は、上述の地化学異常帯に対し、さらに細かく元素の挙動を知る上で重要であった。特に、Pb-Zn, Cu-Znを特徴づける因子による累帯分布が認められた。
- ③ 上記の解析結果は単成分の解析で明らかにされたように、岩相の区分が重要である。つまり岩相毎のバックグラウンドが異なるために、個別に解析することが必要である。

2-2 沢砂による地化学探査

2-2-1 試料の採取

地化学探査用の試料として、流水中の川底に沈積した80メッシュ以下のシルト質沢砂を採取した。試料は原則として沢の中央で採取し、採取時に泥や有機物が混入しないよう考慮した。採取位置は第93図 (Map-74) に示すように各沢において50m間隔である。この方法によりc地区より665個の試料を採取し、自然乾燥の後、化学分析用試料とした。

2-2-2 分析方法

現地で調整した試料は総てマレイシア地質調査所サブ支所に送られ、土壌試料と同様、原子吸光分析法により化学分析を実施した。分析成分はCu, Pb, Zn, Moの4成分である。

各成分の検出限界は、Cu, Pb, Zn, Moのいずれも1ppmである。

2-2-3 データの処理

データの処理方法は、土壌の場合と同様に、単一変量解析及び多変量解析を実施した。従ってその内容は第Ⅲ部第2章中の2-3を参照されたい。

単一変量解析では、岩相区分の影響は顕著に認められなかったため、全試料の分析値を一括して取り扱っている。ヒストグラム及び累積頻度曲線は第94図と第95図に示す通りである。また第21表にそれぞれ統計値、相関係数を示す。

第 2 1 表 c 地区砂データ用統計値一覧

		Intrusive rock	Sedimentary rock	Total
Cu (ppm)	Number of samples (n)	117	548	665
	Maximum value (Vmax)	58	44	58
	Minimum value (Vmin)	3	1	1
	Geometric mean (\bar{X})	18.1	7.3	8.6
	Standard deviation (t)	0.281	0.272	0.312
	$10^{\log \bar{x} + t}$	34.6	13.7	17.6
	$10^{\log \bar{x} + 2t}$	(66.0)	25.6	36.2
$10^{\log \bar{x} + 3t}$	(126.1)	(47.8)	(74.2)	
Pb (ppm)	Number of samples (n)	117	548	665
	Maximum value (Vmax)	71	90	90
	Minimum value (Vmin)	4	6	4
	Geometric mean (\bar{X})	22.2	16.7	17.6
	Standard deviation (t)	0.223	0.218	0.224
	$10^{\log \bar{x} + t}$	37.1	27.6	29.5
	$10^{\log \bar{x} + 2t}$	62.0	45.6	49.4
$10^{\log \bar{x} + 3t}$	(103.6)	75.3	82.7	
Zn (ppm)	Number of samples (n)	117	548	665
	Maximum value (Vmax)	103	154	154
	Minimum value (Vmin)	10	5	5
	Geometric mean (\bar{X})	34.5	22.2	24.0
	Standard deviation (t)	0.234	0.266	0.270
	$10^{\log \bar{x} + t}$	59.1	41.0	44.7
	$10^{\log \bar{x} + 2t}$	101.0	75.6	83.2
$10^{\log \bar{x} + 3t}$	(173.7)	139.4	(154.9)	
Mo (ppm)	Number of samples (n)	117	548	665
All data show the values below detection limit.				

note) () ; value not present

Correlation Matrix

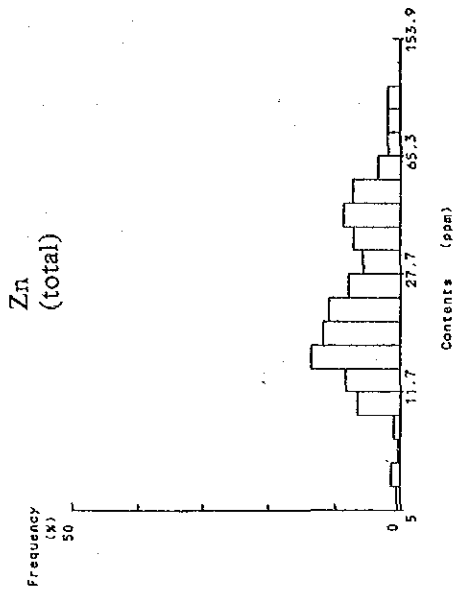
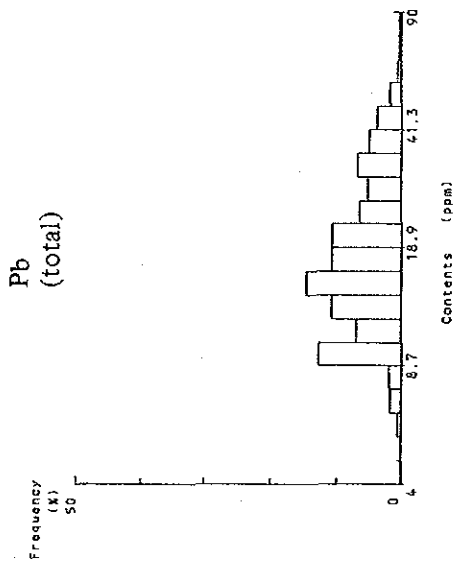
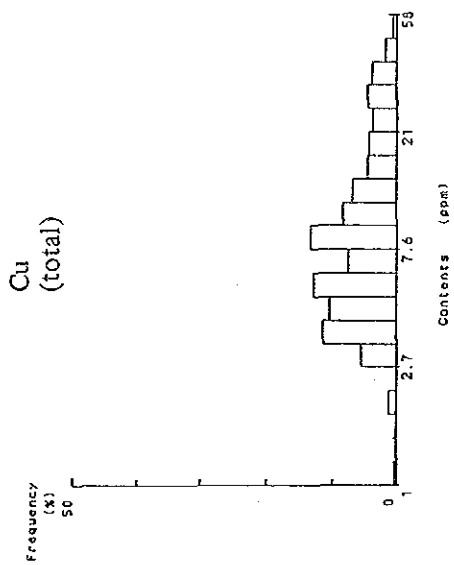
	Cu	Pb	Zn
Cu	1	-	-
Pb	0.551	1	-
Zn	0.574	0.834	1



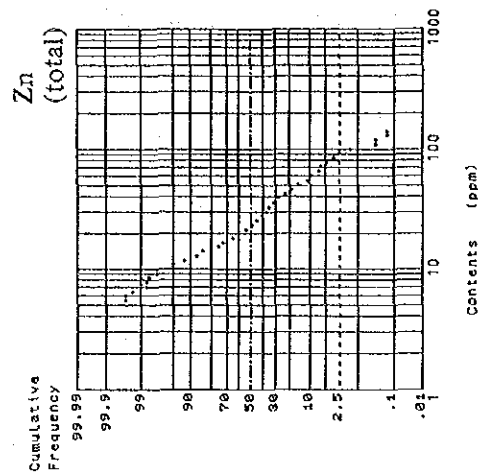
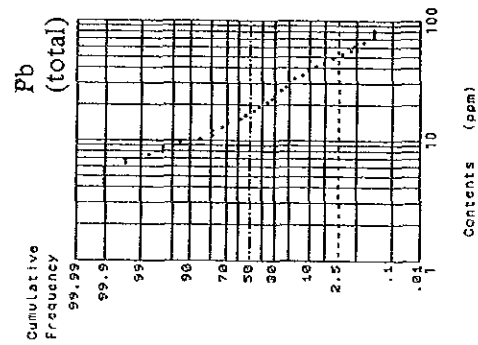
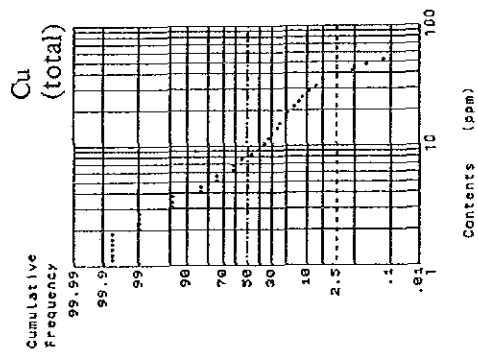
LEGEND

 sample location with serial number

第93图 c地区川砂試料採取位置図



第 9 4 図 C 地区川砂データ用ヒストグラム



第 9 5 図 C 地区川砂データ用累積頻度分布図

一方、多変量解析としては、スコア・サムによる手法のみを用いて検討を行った。分析された4元素のうち、Moは99%以上が検出限界以下の値であったため、解析の対象から除外した。

2-2-4 調査結果

(i) 各元素の分布

(i) 銅 (Cu)

銅の分布はMap-75に示す。

分析値は最大58ppm、最小1ppmで、平均値は19.4ppmである。平均値を比較すると、土壌試料の分析値の50%程度となっている。

$\bar{X}+2t$ 以上の値は次のように分布する。

- ・地区北東部の貫入岩内(試料No 461~469付近)
- ・地区北東部の貫入岩周辺地域(試料No 82, 146, 367, 335, 356)
- ・地区北西部NE-SWの沢中流(試料No 53, 55)
- ・地区南西部NNE-SSWの沢上流(試料No 578, 582)

これらは、主として調査地区の中央部から北東部の支沢の上流に位置し、地区南部及び西部では一般に低い値となっている。

(ii) 鉛 (Pb)

鉛の分布はMap-76に示す。

分析値の最大・最小はそれぞれ90ppm、4ppmで平均は17.6ppmで銅と同様に土壌の分析値の50%程度の値を示している。

$\bar{X}+2t$ 以上の値は次のように分布する。

- ・地区北東部の貫入岩内(試料No 42~46)
- ・地区北西部のNE-SW沢の支沢(試料No 62~66, 73~75, 79, 93~94)
- ・地区中央部のN-S沢上流(試料No 376, 386~389)
- ・地区南西部のNNE-SSW沢最上流(試料No 582)

これらの地域のうち、試料No 68, 389は $\bar{X}+3t$ 以上の値を示している。一般にPbの分布地域はCuと異なる分布傾向を示す。

(iii) 亜鉛 (Zn)

亜鉛の分布はMap-77に表示されている。

分析値の最大・最小はそれぞれ154ppm、5ppmであり、平均値はほぼ土壌試料の場合と同じ24.0ppmである。

$\bar{X}+2t$ 以上の値は次のように分布する。

- ・地区北東部の貫入岩内(試料No 42~46)
- ・地区北西部のNE-SW沢の中流及びその支沢(試料No 47, 66, 68, 70, 82, 93)

- ・地区中央部のN-S沢上流(試料№385~390, 372~376)

上述の地域は、鉛の分布と良く一致し、 $\bar{X}+2t$ 以上の値について相関が高いことが推察される。

(2) スコア・サムによる解析結果

スコア・サムによる解析結果を第96図(Map-78)に示す。

各元素の分析値の分布を踏まえ、スコア・サム図より次の事柄が認められる。

まず、スコア6を有する試料は、地区中央部のN-S沢の最上流で採取された№389及び地区南西のNNE-SSW沢最上流の№582である。これらは調査地区内の最も高いポテンシャルを持つ地域と判断される。次にスコア4(少なくとも $\bar{X}+2t$ 以上の値の元素を1つは含む)以上の値についてみると、その分布は次のようである。

- ・地区北東部の貫入岩内(試料№42~46)
- ・地区北西部のNE-SW沢の支流(試料№66, 68, 74, 75, 79, 82, 93)
- ・地区中央部のN-S沢最上流(試料№386~389, 372~374)
- ・地区南西部のNNE-SSW沢最上流(試料№578, 582)

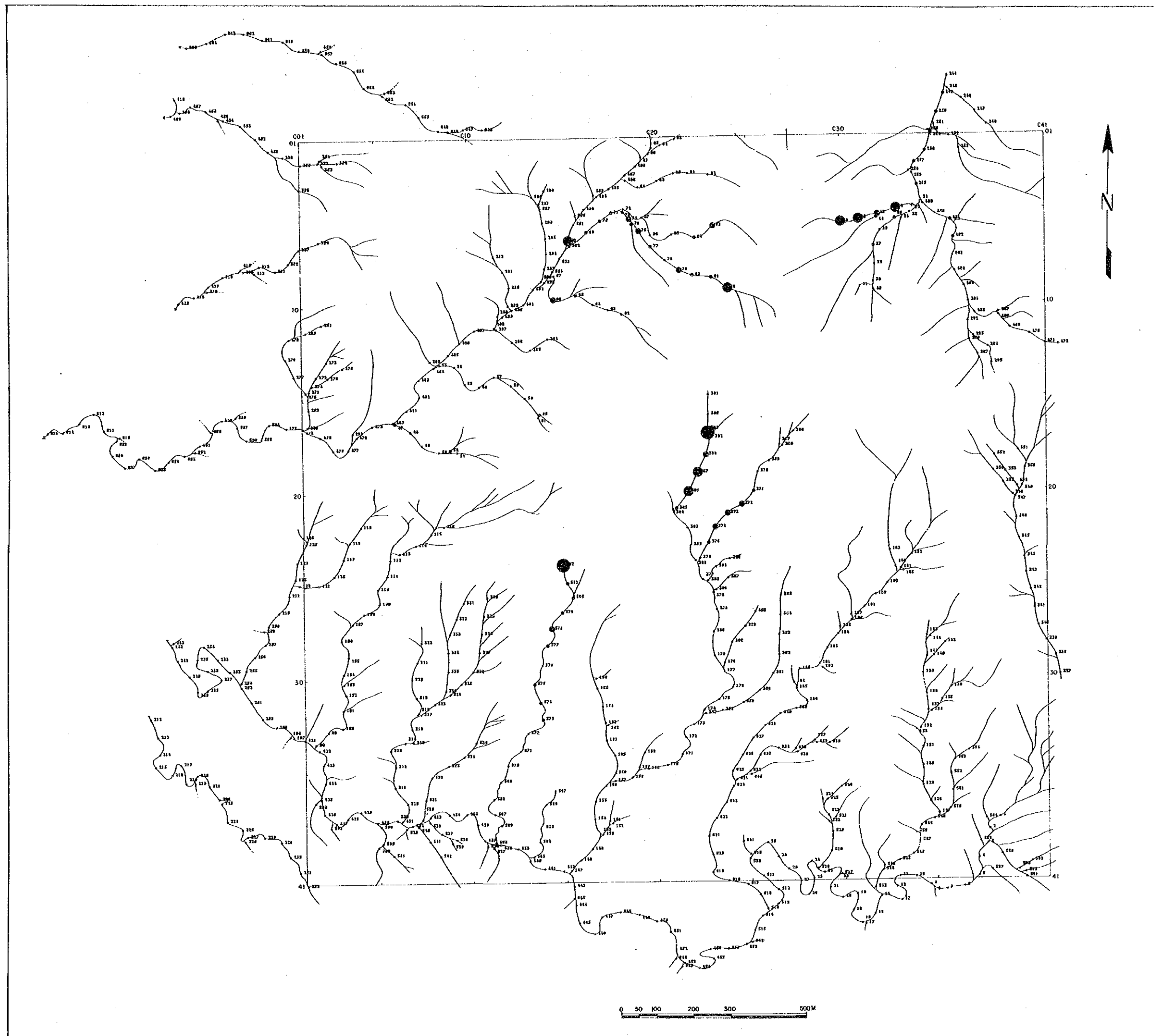
これらの地域は、単成分解析において判明した鉛、亜鉛の分布に極めて良く一致し、これら2元素の異常を反映したものと考えられる。

次に地質調査の結果と比較してみると、高いスコア値は花崗閃緑斑岩の岩体内又は堆積岩中に貫入した同質の小岩株脈群の分布地域に対応している。一方、地質調査によって認められた鉍化・変質帯の分布は、上記と極めて良好な整合性を示している。

2-2-5 考 察

前述の解析結果を、土壤地化学探査の結果と比較すると沢砂による地化学探査によって抽出された地域は、4地域で、これらの分布は、土壤地化学探査の結果と極めて良く一致する。次にその内容を列挙する。

- ① 地区内で最も高いスコアを有する地域は、地区南東部のNNE-SSW沢の最上流で、土壤地化学探査のC15-21の異常帯に一致する。
- ② 地区中央部で認められる異常は、土壤地化学探査の結果と一致し、地区北東部の花崗閃緑斑岩の岩株の周辺地域に広がる鉍化・珪化帯の分布に一致する。
- ③ 一般に土壤と沢砂では、その異常帯の位置は概して100m程度ずれる。
- ④ 本地区では、鉛と亜鉛の相関が高く、沢砂及び土壤による両地化学探査で確認された。



LEGEND

- Score = 6
- Score = 5
- Score = 4
- Score = 3
- Score = 2
- sample location with serial number

第96図 c地区川砂データ用スコア・サム図

第3章 総合検討

本地区については、地質精査および土壌・河床堆積物による地化学探査を実施した。

当初、本地区を調査対象として選定するに当っては、1982年のマレーシア-西独協同探鉱の際の成果としてのランドサット画像と5万分の1および2万5千分の1による写真地質の解析と、同探査チームによるUNDPプロジェクト時採取されている沢砂の再分析による異常帯の再抽出が、資料として活用された。

写真地質の解析によって、本地区には環状のリニアメントが存在すること、そしてそれと同様の形状を示すリニアメントが、マムート鉱床地区にも存在するため、本地区に進入岩体の潜在と、それに関連する斑岩銅鉱鉱床の賦存の可能性を期待したものである。一方、前記地化学探査による異常帯が高い値ではないが、本地区内に2箇所、抽出されている。

第一年次の調査結果では、前記2資料につき、写真解析の結果の環状リニアメントは、地表調査の結果、地区内の北東部から中央部にかけて分布する花崗閃緑斑岩の比較的大きな岩株およびそれを取囲むような分布を示す小岩株・岩脈群の進入形状を示しているもの、と判断された。

一方、沢砂の異常帯は、花崗閃緑斑岩の進入にともなう周辺堆積岩類の境界付近の変質及び弱鉱化作用によるものと判断される。

地質と鉱化作用については、既述のとおりであるが、地区内に広く分布する堆積岩類は、従来Trusmadi累層として対比されている。しかし岩相は、むしろCrocker累層としての特徴をよく表わしている箇所が多く見られるので、本地区の周辺を含む、広域的な地質についての再検討が望まれる。

地表鉱化帯の分布と規模は、いずれも局部的、かつ微弱であり、今後引き続き探鉱するには値しない地域であると考えられる。

地化学探査の結果についても、土壌及び沢砂ともに、低い値を示し、地区中央部の、やや中程度の異常帯(試料6点、約1,500 m²の範囲)以外、注目されるものは見当たらない。

一応、鉱化帯として抽出されるものは、次の二カ所である。

- 1) 本地区の東側縁辺部に存在する、極く微量の黄銅鉱を含む(化探異常値としては低い値ではあるが)脱色、変質帯(これは地区の東側、区域外にまで拡がっている可能性が大きい)
- 2) 土壌化探で検出された、地区中央部付近(調査グリッド、C15-21地点を中心とする。)の小異常帯(Cu:383ppm, Pb:406ppm, Zn:282ppm, Mo:3ppm, Au:0.14ppm)

本地区の北東部に分布する比較的大きな花崗閃緑斑岩岩株の南西部にみられる土壌地化学探査の微弱な異常帯は、進入岩株に関係する鉱化帯と考えられるが、探鉱価値は低いと思われる。

第V部 結論及び提言

1. 結 論

マレーシア国サバ地域において第1年次に実施した、地質調査・地化学探査、物理探査（CSAMT法、IP法、SIP法）及びボーリング調査（MJM-1～MJM-10）から、次の結論が得られた。

(1) Bambangan 地区

(i) CSAMT法電気探査により、50～30Ωmの範囲の比抵抗帯が3箇所（A-1、A-2、A-3）検出された。このうち鉱化変質に起因すると考えられるPinosuk礫層下部の50Ωm前後のA-1比抵抗帯につき、更にIP・SIP法電気探査を行ったところ、Bambangan沢西側（測線E、Fの500W付近）において、顕著なIP異常が得られた。

ボーリング調査（MJM-8孔）の結果、Bambangan沢の直下120mの位置において、この異常に対応する、ポーフイリーカップー型の黄銅鉱-黄鉄鉱鉱染帯（錐進長83.80m、見込品位Au 0.2 g/t, Cu 0.4%, Mo 30 ppm, 良好部20.60m間 Cu 0.7%）を捕捉した。この鉱化帯はIP異常の広がりからN-S方向に伸びると推定される。

(ii) 上記MJM-8孔を始め、MJM-2孔、-4孔、-6孔及びMJM-7孔で、アダメロ斑岩に伴うポーフイリーカップー型の弱い鉱染帯を捕捉した。

各孔の蛇紋岩に鉱化作用を示唆する透角閃石、黒雲母の変質鉱物が認められ、その変質強度は西側に向かって強くなる傾向があるので、MJM-2孔、-4孔、-8孔付近に鉱化作用の中心が存在する可能性がある。

(iii) pinosuk 礫層は、マムート鉱山とBambangan沢との中間で、予想よりはるかに厚いことが判明した。

すなわち、ボーリング調査結果からPinosuk礫層の基盤はBambangan沢より東に向かって急激に深くなり、礫層の厚さはBambangan沢より東へ400m離れた地点（MJM-9孔）で270mに及んでいる。

又、ボーリング調査区域最北端に当たるMJM-10孔の東方においては、地表からの礫層の厚さが450m以上に達すると思われ、南側のMJM-9孔、MJM-6孔に向かって厚さを減じている。

(2) Mankadau 地区

(i) 本地区の地質・鉱床はオフィオライトの一連の活動に伴うもので、Lingangaa 沢上流に散在する塊状硫化銅鉱の転石は、キプロス型鉱床のものに由来すると考えられる。

(ii) b地区における地質調査及び土壌による地化学精査では、転石の根源である露頭を発見することができず又地化学異常帯も得られなかった。

(iii) B地区におけるCSAMT法電気探査によれば、高比抵抗帯のカンラン岩の周縁部に強い粘土化変質を暗示する低比抵抗帯がある。

(3) Paliu 地区

(i) 本地区の鉍化作用は、花崗閃緑斑岩の貫入に伴うもので、黄銅鉍・黄鉄鉍・磁硫鉄鉍の鉍染又は硫砒鉄鉍・(黄銅鉍)鉍脈から成る。

(ii) 地質調査及び地化学探査により、東縁部の変質帯と中央部付近の土壤地化学異常帯を確認した。

前者は黄鉄鉍鉍染を伴う珪化帯で、東側の区域外にも広がっているが地化学異常をほとんど伴っていない。後者は小範囲ながら、Cu : 383 ppm, Pb : 406 ppm, Zn : 282 ppm, と幾分高い値を示している。

2. 第2年次調査への提言

本年次調査結果から第2年次調査につき次のように提言する。

(1) Bambangan 地区

(i) MJM-2号, 6号及び8号ボーリングにより、捕捉されたBambangan沢のポーフイリー銅型鉍化帯につき、その広がりを確認するためのボーリング調査。

(ii) CSAMT法電気探査で検出したA-3比抵抗帯は、A-1同様、鉍化変質帯の可能性があり、ポーフイリー銅型鉍床把握のためIP法又はSIP法による電気探査。

(2) Mankadau 地区

超塩基性岩類の分布する広い範囲につき、硫化銅鉍床及びクロム・ニッケル鉍床賦存の可能性を明らかにするための地質・地化学準精査。

(3) Paliu 地区

c地区のほぼ中央で検出されたCu, Pb, Zn 地化学異常帯の下部の性質を解明するためのトレンチ。

参 考 文 献

参 考 文 献

- 海外鉍物資源開発㈱
マレーシア国サバ州銅鉍資源調査報告書 海外鉍発試料〔4〕, 1966
- 大手開発㈱
マレーシア国サバ州マムート鉍山電気探鉍報告書 1969
- 金属鉍物探鉍促進事業団
昭和44年度海外地質構造調査報告書, マレーシア国サバ地域 1970
- 中村哲郎・三宅輝海・金尾直啓・富沢尚明
マムート鉍山の探鉍経緯, 鉍山地質20 (100) 1970
- 大手開発㈱
マレーシア国サバ州マムート鉍山電気探鉍(P/L内Bangbangan)報告書 1970
- 海外鉍物資源開発㈱
マレーシア国, サバ州マムートP/L鉍区調査報告書 1971
- 長谷川淳・高城元治・吉田秀隆
マレーシア国・マムート鉍山の物理探査, 鉍山地質21(106), 1971
- 木谷泰夫・並木幸一
マレーシア国・マムート鉍山の試錐について 鉍山地質21(106), 1971
- 大手開発㈱
マレーシア国サバ州マムート鉍山電気探鉍(P/L内Bangbangan)報告書 1971
- 三菱金属㈱中央研究所(高坂ユニット)
マムート鉍山の鉍石検鏡結果 試-7706 1972
- 高坂晴男・脇田健治
東マレーシア, マムート鉍山の地質および鉍床 鉍山地質25(4), 1975
- 高坂晴男・木沢庸二・脇田健治
東マレーシア, マムート鉍床の磁硫鉄鉍 鉍山地質学会, 第26回年会学術講演会要旨
A-05, 1976
- 正路徹也・中村一光
マムート鉍山産鉍石鉍物中の微量元素 鉍山地質学会, 第26回年会学術講演会要旨
A-06, 1976
- 大手開発㈱
マレーシア国サバ州マムート鉍山研堆積場地質調査(電気探査)(M/L Nabulau)
報告書, 1976

- 三菱金属㈱中央研究所(高坂ユニット)
マムート, サーペンティン鉱の構成鉱物 試-9380, 試-9444, 1976
- 脇田健治
東マレーシア・マムート鉱床の蛇紋岩鉱に見られる熱水変質と鉱化作用について,
鉱山地質31(5), 1981
- 秋山義夫
M-2 鉱床の母岩変質に関する考察(未発表) 1981
- 西山 孝
東マレーシア, マムート鉱山産, 黄鉄鉱, 黄銅鉱中の微量成分について
56年度三鉱学会講演要旨B-19, 1981
- 大手開発㈱
マムート鉱山, M-1地区地質調査報告, 1981
- 西脇親雄
西南太平洋の斑岩銅鉱床のテクトニクス規制 鉱山地質31(3), 1981
- 西脇親雄
テクトニック応力と鉱化作用の関係-特に斑岩銅鉱の生成について-
鉱山地質32(4), 1982
- 秋山義夫
マムート鉱床の金銀鉱化作用について 鉱山地質34(2), 1984

- Fitch F. H. (1958) : The Geology and Mineral Resources of the Sandakan Area, North Borneo. Borneo Region, Malaysia Geological Survey Memoir 9, P115–152.
- Collenette P. (1958) : The Geology and Mineral Resources of the Jesselton–Kinabalu area. North Borneo Brit. Borneo Geol Survey Memoir 6, P1–194.
- Liechti P., Roe F. W. and Haile N. S. (1960) : The Geology of Sarawak, Brunei and the western part of North Borneo. Brit. Borneo Geol. Surv., Bull. 3, 360P.
- Walker P. B. et al. (1961) : Secondary Dispersion on Copper from the Karang Lode, North Borneo. Borneo Region, Malaysia Geological Survey Bull. 4, P91–118.
- Kirk H. J. C. (1963) : Igneous Rocks of North Borneo and Sarawaku Borneo Geol, Surv. Ann Report for 1962, P20–29.
- Kirk H. J. C. (1963) : Cinnabar near Rabau. North Borneo Geol, Surv. Ann Report for 1962 P155–157.
- Fitch F. H. (1958) : The Geology and Mineral Resources of the Sandakan Area, North Borneo. Region, Malaysia Geological Survey Memoir 9, P115–152.
- Collenette P. (1958) : The Geology and Mineral Resources of the Jesselton – Kinabalu area. North Borneo Brit. Borneo Geol Survey Memoir 6, P1–194.
- Liechti P., Roe F. W. and Haile N. S. (1960) : The Geology of Sarawak, Brunei and the western part of North Borneo. Brit. Borneo Geol. Surv., Bull. 3, P360.
- Walker P. B. et al. (1961) : Secondary Dispersion on Copper from the Karang Lode, North Borneo. Borneo Region, Malaysia Geological Survey Bull. 4, P91–118.
- Kirk H. J. C. (1963) : Igneous Rocks of North Borneo and Sarawaku Borneo Geol, Surv. Ann Report for 1962, P20–29.

- Kirk H. J. C. (1963) : Cinnabar near Rabau. North Borneo Geol, Surv. Ann Report for 1962, P155–157.
- Kirk H. J. C. (1964) : Igneous Rocks of North Borneo and Sarawaku Borneo Geol, Surv. Ann Report for 1962, P29–31, for 1963, P82–89.
- Cooper R. A., Woolf D. L. and Tooms J. S., (1964) : A geochemical reconnaissance survey of part of the Labuk Valley, Sabah Borneo Region Malaysia Geol Survey Ann Report for 1963, P176–185.
- Kirk H. J. C. (1964) : Igneous Rocks of North Borneo and Sarawak Borneo Geol, Surv. Ann Report for 1962, P31–36, for 1963, P89–94, P176–185.
- Collenette P. (1965) : The geology and mineral resources of Pensiangan and upper Kinabatangan area, Sabah, Malaysia. Borneo Reg. Malaysia Geol. Surv. Mem., 12, P1 ~ 150.
- Collenette P. (1965) : Prospecting in Sabah by Borneo Mining Limited 1959–1963. Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1964, P57–61.
- Kirk H. J. C. (1965) : Igneous Rocks of North Borneo and Sarawak Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1964, P87–91.
- Collenette P. (1965) : Geochemical Survey Labuk Area 1963–4, Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1964, P50–51.
- Newton – Smith J. (1965) : The Bidu – Bidu Hills, Sabah (Report 4), Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1964, P114–121.
- Lewis D. E. (1965) : Case History of a Geochemical Anomalous Copper Zone and Pinanduan, Sabah, Malaysia, Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann Report for 1964, P163–175.
- Collenette P. (1965) : The geology and mineral resources of Pensiangan and upper Kinabatangan area, Sabah, Malaysia. Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Mem. 12, P1 ~ 150.

- Newton – Smith J. (1966) : Geology and copper mineralization in the Mamut River area, Kinabalu. Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1965, P40–68, 88–96.
- Woolf D. L., Tooms J. S. and Kirk H. J. C. (1966) : Geochemical Survey in the Labuk Valley, Sabah. Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1965, P212–226.
- Kirk H. J. C. (1966) : The Mineralogy of Pinanduan Copper deposit, Sabah, Malaysia. Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1965, P196–204.
- Winkler H. A. (1966) : Geophysical Prospecting in the Kinabalu and River Sualong Area, Labuk Valley, Sabah. Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1965, P205–211.
- Wilford G. E. (1967) : Geological map of Sabah, East Malaysia, 2nd ed., Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv.
- Wong N. P. Y. (1967) : Geology and copper mineralization of the Bambang valley, Kinabalu, Sabah. Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Bull. 8, P81–88.
- Stauffer P. H. (1967) : Studies in the Crocker Formation, Sabah, Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv., Papers 1966, Bull 8, P1–13.
- Wong N. P. Y. (1967) : Geology and copper mineralization of the Bambang valley, Kinabalu, Sabah. Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv., Geol. Papers 1966, Bull. 8, P81–88.
- Koopmans B. N. and Stauffer P. H. (1967) : Glacial Phenomena on Mount Kinabalu, Sabah. Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv., Geol. Papers 1966, Bull 8, P25–35.
- Kirk H. J. C. (1966) : Hydrothermal mineralization and igneous rocks in East Malaysia. Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv., Geol. Papers. Bull 8, P53–61, 1967
- Kirk H. J. C. (1967) : The Mamut Copper Prospect, Kinabalu, Sabah Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv., Geol. Papers 1966, Bull 8, P68–80.

- Collenette P. (1967) : Labuk Valley, Mineral Investigation and Consequent Development, Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1966, P68–71.
- Kirk H. J. C. (1967) : Diamond Drilling Costs at the Mamut Prospect, Kinabalu, Kinabalu, Sabah, Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1966.
- Kirk H. J. C. (1967) : Porphyry Copper Deposit in Northern Sabah, Malaysia Trans. Inst. Mining Metal (Section B : Appl. Earth Sci) Vol. 6. PB212–3.
- Newton – Smith J. (1967) : Bidu – Bidu Hills Area, Sabah, East Malaysia Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Report 4.
- Lewis D. E. (1967) : The Karang Copper Prospect, Karamuak Valley, Sabah Malaysia Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv., Geol. Papers Bull 8, P62–67.
- Wong N. P. Y. (1967) : Mount Silam Area, Sabah (Report 7) Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1966, P62–68.
- Stauffer P. H. (1968) : Glaciation of Mount Kinabalu Geol. Soc. Malaysia, Bull 1, P63.
- Wilfred G. E. (1968) : Notes on the geomorphology of Sabah, Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv., Geol. Papers 1967, Bull 9, P1–22.
- Wilfred G. E. (1968) : Iron and Nickel prospecting at Tavai Plateau 1962–64, Sabah Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv., Geol. Papers 1967, Bull 9, P80–87.
- Haile N. S. (1968) : The northwest Borneo geosyncline in its geotectonic setting. Geol. Soc. Malaysia Bull. 1, P59.
- Hutchison C. S. (1968) : Tectogene hypothesis applied to the pre-tertiary of Sabah and the Philippines Geol. Soc. Malaysia Bull. 1, P65–79.
- Wong N. P. Y. (1968) : Segama – Darvel Bay Area, Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1967, P48–52.

- Wong N. P. Y. (1968) : Geochemical Prospecting, Segama Area. Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1967.
- G. S. (1968) : Geochemical Prospecting in the Semporna Peninsula, Borneo Reg., Malaysia Geol. Surv. Ann. Report for 1967, P66–70.
- Haile N. S. (1969) : Geosynclinal theory and the organizational pattern of the northwest Borneo geosyncline. Geol. Soc. London Quart. Jour., 124, P171–194.
- Kasama T., Akimoto H., Sada S. and Jacobson G. (1970) : Geology of the Mt. Kinabalu area, Sabah, Malaysia Jour. Geoscience, Osaka City Univ., 13 (6), P113–148.
- Jacobson G. (1970) : Gunong Kinabalu area, Sabah, Malaysia. Geol. Surv. Malaysia Reprt, 8, P1–111.
- Leong T. K. (1970) : Bouldery mudflow deposit at Ranau, Sabah, East Malaysia. Geol. Soc. Malaysia Bull. 3, P139–146.
- Leong Khee Meng (1970) : Introduction to the Geology of the Ranau – Paranchangan Area, Sabah, Malaysia Geol. Surv. Ann. Report, P148–150.
- Leong Khee Meng (1972) : Ranau – Paranchangan Area. (Report 12). Malaysia Geol. Surv. Ann. Report.
- Jacobson G. and Kim P. (1972) : Some engineering properties of Sabah rocks. Malaysia Geol. Surv., Geol. Papers, Vol. 1, P18–27.
- Lim P. S. (1974) : Geology and copper mineralization of the Mamut area, Sabah, East Malaysia. B. Sc. thesis, Univ. Malaya, P1–117.
- Stauffer P. H. (1974) : Malaya and Southeast Asia in the pattern of continental drift. Geol. Soc. Malaysia Bull. 7, P89–138.

- Tokuyama A. and Yoshida S. (1974) : Kinabalu Fault, a large strike-slip fault in Sabah, East Malaysia. In *Geology and palaeontology of southeast Asia* (Kobayashi T. and Toriyama R. eds) Univ. Tokyo Press. 14, P175–188.
- Hutchison C. S. (1975) : Ophiolites in Southeast Asia. *Geol. Soc. Am. Bull.* 86, P797–806.
- Creasey S. C. (1977) : Intrusives associated with porphyry copper deposits. *Geol. Soc. Malaysia Bull.* 9, P51–66.
- Leong K. M. (1977) : New ages from radiolarian cherts of the Chert–Spilite Formation, Sabah. *Geol. Soc. Malaysia Bull.* 8, P109–111.
- Myers L. C. (1977) : A weathering profile developed on ultrabasic rocks at Telupid, Sabah. *Malaysia Geol. Surv., Geol. Papers Vol. 2*, P66–71.
- Nagano K., Takenouchi S., Imai H. and Shoji T. (1977) : Fluid inclusion study of the Mamut porphyry copper deposit, *Mining Geology (Japan) Vol. 27*, P201–212.
- Shoji T., Imai H. and Takenouchi S. (1977) : Study on microprobe microanalysis of the ore minerals from the Mamut mine, Sabah, Malaysia. *Mining Geology (Japan) Vol. 27*, P323–330.
- Newton – Smith J. (1977) : Geology and mineralization at the Mamut Copper Prospect, Sabah. *Malaysia Geol. Surv., Geol. Papers Vol. 2*, P55–65.
- Singh D. S. and Khoo T. T. (1977) : A review of the progress in knowledge of the geology and mineral resources of Malaysia from 1972 to early 1975. *Geol. Soc. Malaysia Bull.* 8, P95–107.
- Hutchison C.S. (1978) : Ophiolites metamorphism in northeast Borneo. *Lithos* 11, P195–208.
- Titley S. R. (1978) : Copper, molybdenum, and gold content of some porphyry copper systems of the southwestern and western Pacific. *Econ. Geol.* 73, P977–981.
- Chung S. K. (1978) : Geological Survey of Malaysia, Ann Report for 1978. *Malaysia Geol. Surv.*, P67–77, P95–109.

- Kosaka H. and Wakita K. (1978) : Some geologic features of the Mamut porphyry copper deposit. *Econ. Geol.* 73, P618–627.
- Lee D. (Chung S. K.) (1979) : Geological Survey of Malaysia Ann. Report for 1979, Copper. *Malaysia Geol. Surv.* P68–79, P119–129.
- Bol, A. J. and Hoorn, B. (1980) : Structural styles in Western Sabah offshore. *Geol. Soc. Malaysia, Bull.* 12, P1–16.
- O. M. R. D. Sabah (1981) : Introducing Mamut Copper Mine, Sabah, *Malaysia Sarawak Mining Industries Ass.* Vol. 1, P59–61.
- Lim P. S. (1982) : Geology of the Mankadau area, Merungin. *Geol. Surv. of Malaysia Ann. Report*, P251–254.
- Nishiyama T. (1983) : Minor elements in pyrite and chalcopyrite from the Mamut mine, Malaysia. *Mining Geol. (Japan)* 33, P1–7.
- Walker P. B. (1961) : Report on Geochemical Surveys in Karang and Tambuyukon Concession. *GSJL 007/61* (Unpublished).
- Hillebrand J. R. (1962) : First quarter progress report Borneo Exploration Programme, *GSJL 007/62* (Unpublished).
- Hillebrand J. R. (1963) : Report on Investigation of the Mankadau Mineral District, West Coast Residency, North Borneo, *GSJL 007/65* (Unpublished).
- Woolf D. L. (1965) : Report on the Labuk Valley Natural Resources Survey : Geochemical Investigations 1963–1965. *GSJL 210/13 P80* (Unpublished).
- Kirk H. J. C. (1968) : The igneous rocks of Sabah and Sarawak, Borneo Reg., *Malaysia Geol. Surv. Bull.* 5, P201 Kuching.

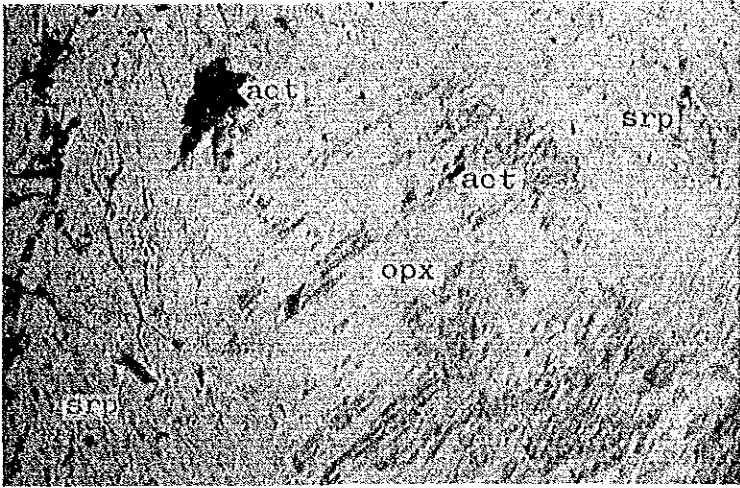
- Leong T. K. (1969) : Clastic Sediments and Sedimentary rocks of the Ranau area, Sabah, East Malaysia. B. Sc. (Hons) thesis, University of Malaya Kuala Lumpur (Unpubl.).
- Bull P. F. (1976) : The Gunung Nungkok Copper Prospect. M. Sc thesis, University of London (Unpubl.).
- Hoppe P., Weber H. S. & Yan A. (1981) : Geochemical prospecting in Kinabalu – Ranau Paranchangan area, M. G. M. & J. K. B. S. 81/4.
- Hoppe P. (1982) : Report on photogeology of the Paranchangan Sungai Paliu Area. M. G. M. & J. K. B. S. 82/2.
- Hoppe P. (1982) : Report on field check in Sungai Paliu Area, M. G. M. & J. K. B. S. 82/4 (Unpublished).
- Akiyama Y. (1984) : A case history – exploration, evaluation and development of the Mamut porphyry copper deposit, Geol. Soc. Malaysia., Bull. 17 P. 237–255.
- MMAJ (1970) : Aeromagnetic Survey of the Kinabalu – Tambuyukon Area, Saba, Malaysia. Hunting Geology and Geophysics Ltd.
- Leong K. M. (1974) : The Geology and Mineral Resources of the upper Segama Valley and Darvel Bay Area Sabah, Malaysia Geol. Sur. Memoir 4.

付 録 一 覧

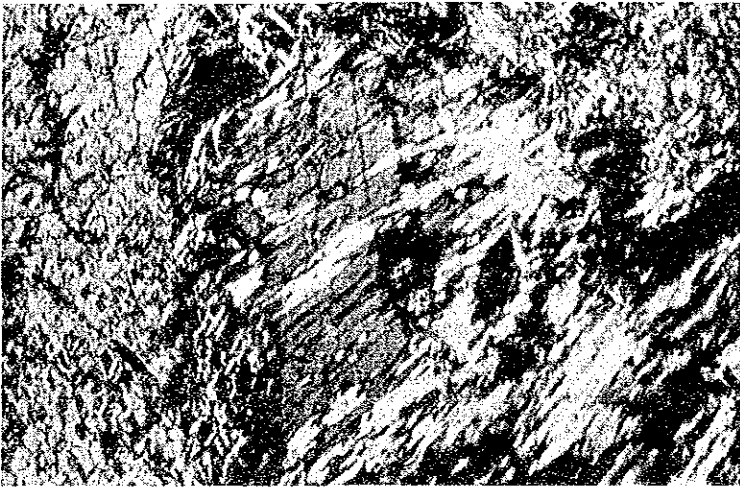
A - 1 岩石薄片顯微鏡写真

Abbreviation

q	:	quartz
kf	:	k-feldspar
pl	:	plagioclase
bi	:	biotite
hb	:	hornblende
au	:	augite
opx	:	orthopyroxene
cpx	:	clinopyroxene
ol	:	olivine
chr	:	chromite
gl	:	glass
cal	:	calcite
ser	:	sericite
chl	:	chlorite
srp	:	serpentine
act	:	actinolite
zeo	:	zeolite
ht	:	hematite
op	:	opaque mineral
()	:	pseudomorph



Only lower polar



Crossed polars

0 1.0 mm

Sample No. : S-31
Location : B07-10 ("b" Area)
Rock name : harzburgite



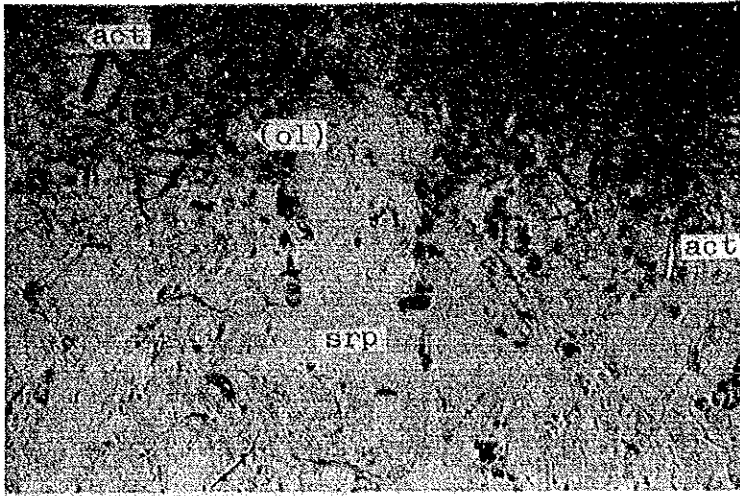
Only lower polar



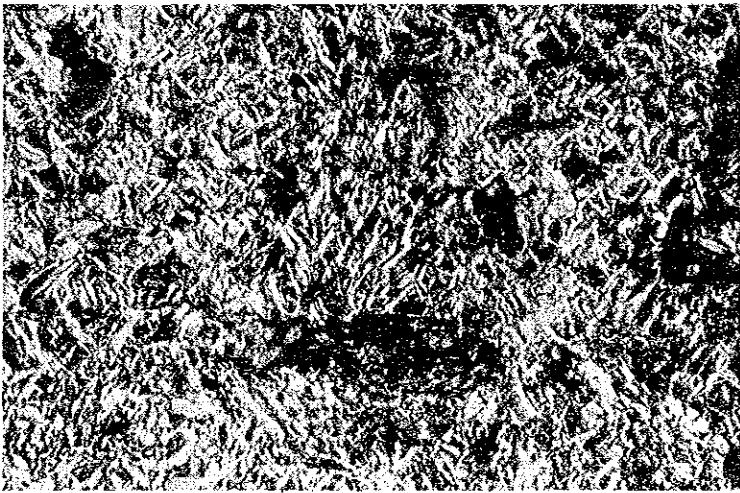
Crossed polars

0 10mm

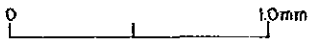
Sample No. : S-29
Location : B08-09 ("b" Area)
Rock name : harzburgite



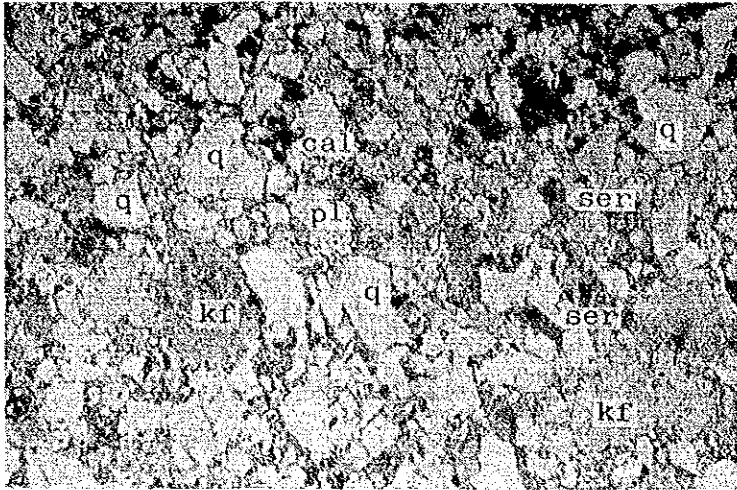
Only lower polar



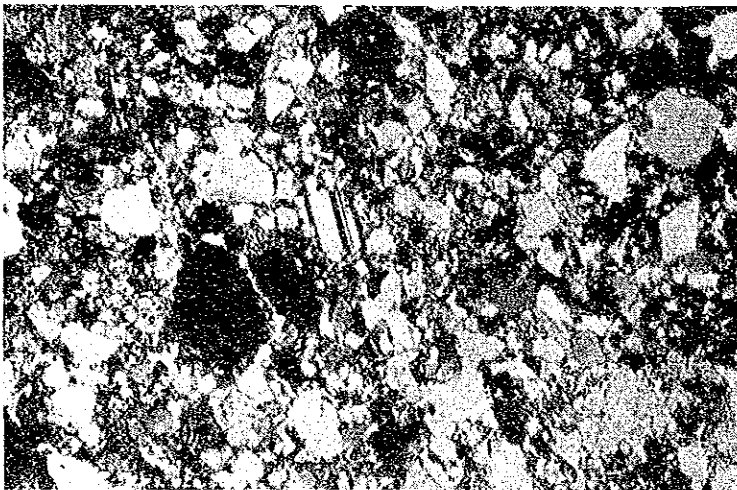
Crossed polars



Sample No. : Y-43
Location : B37-05 ("b" Area)
Rock name : harzburgite



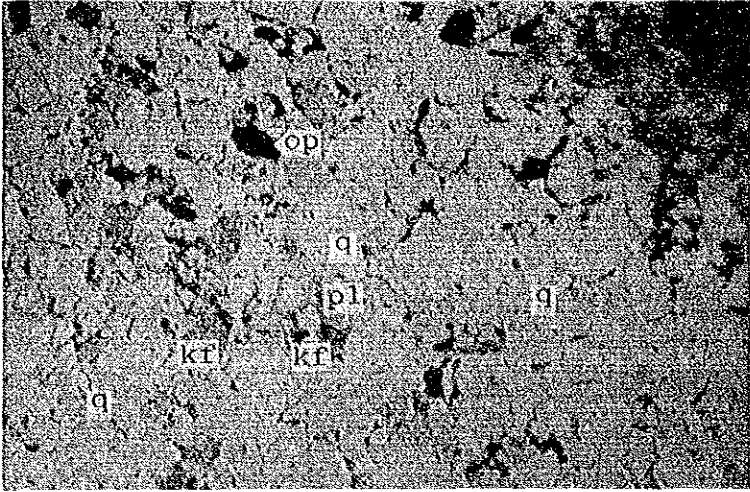
Only lower polar



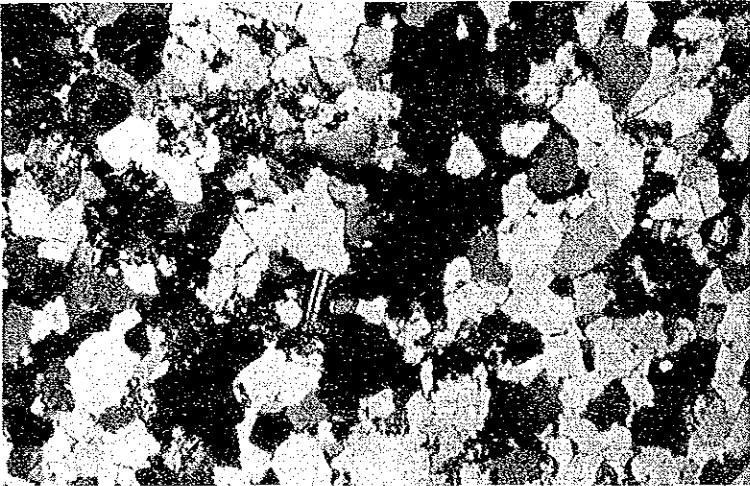
Crossed polars



Sample No. : Y-49
Location : B26-23 ("b" Area)
Rock name : sandstone



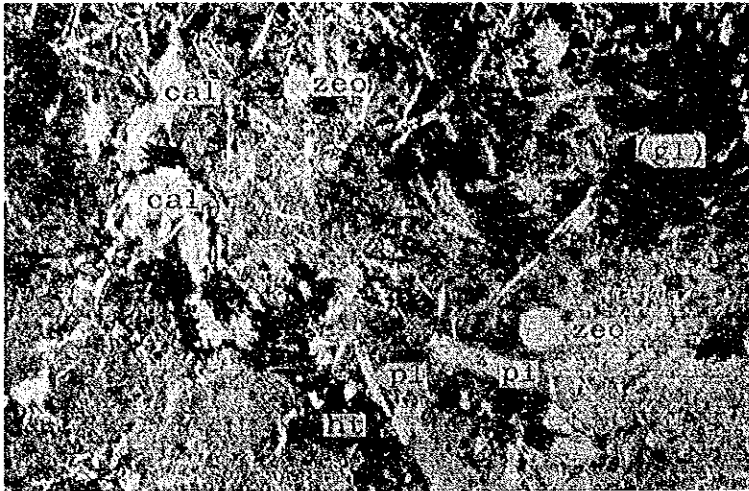
Only lower polar



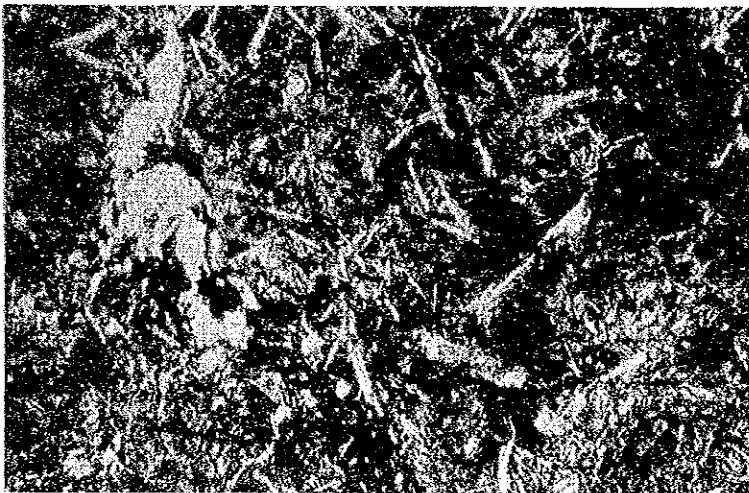
Crossed polars



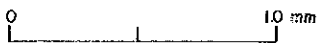
Sample No. : F-01
Location : B28-23 ("b" Area)
Rock name : sandstone



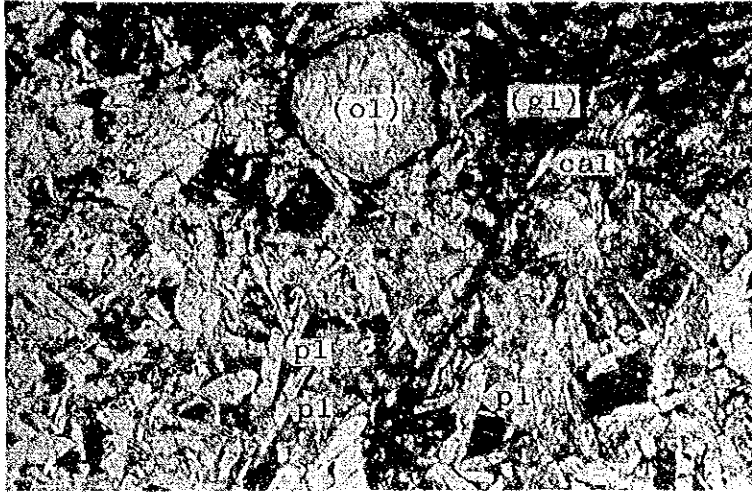
Only lower polar



Crossed polars



Sample No. : Y-23
Location : 110m north of B19-01 ("b" Area)
Rock name : basalt



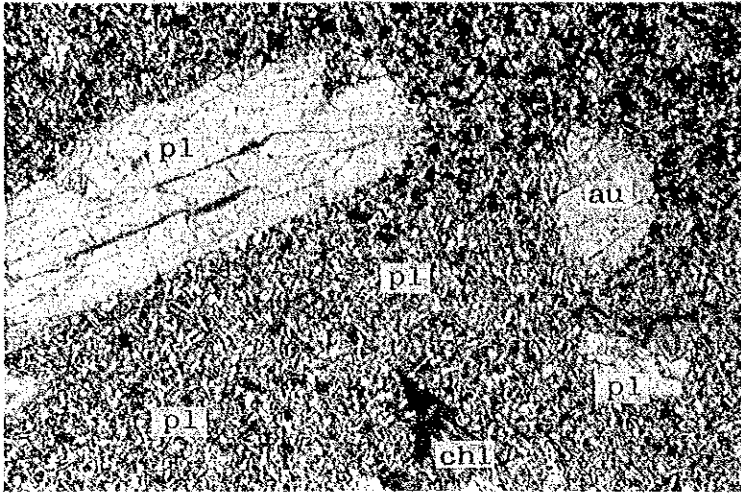
Only lower polar



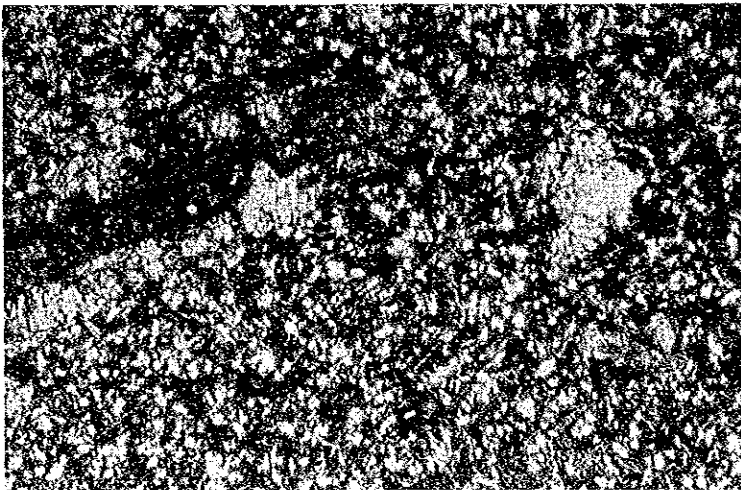
Crossed polars



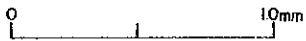
Sample No. : T-31
Location : 70m north of B36-01 ("b" Area)
Rock name : dolerite



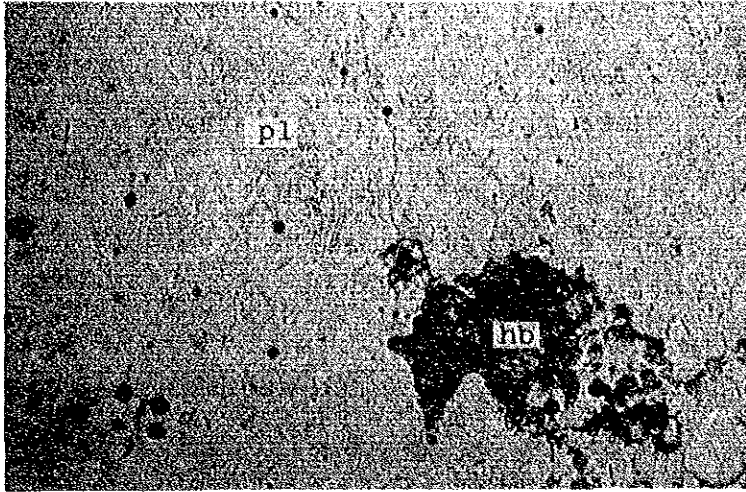
Only lower polar



Crossed polars



Sample No. : S-22
Location : B30-01 ("b" Area)
Rock name : basalt



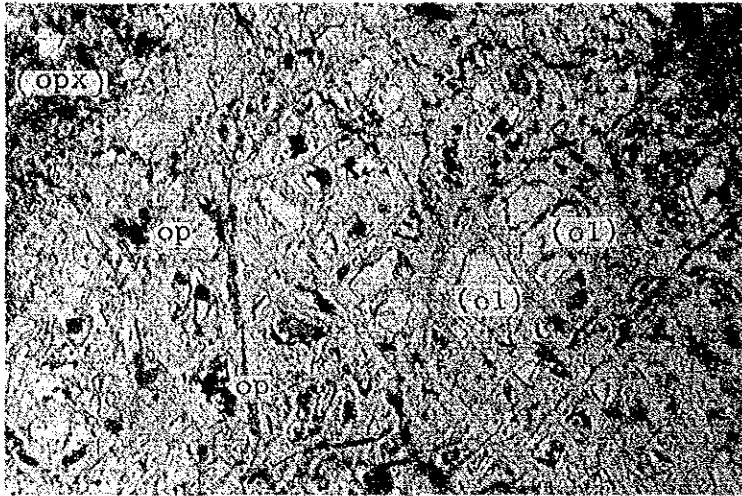
Only lower polar



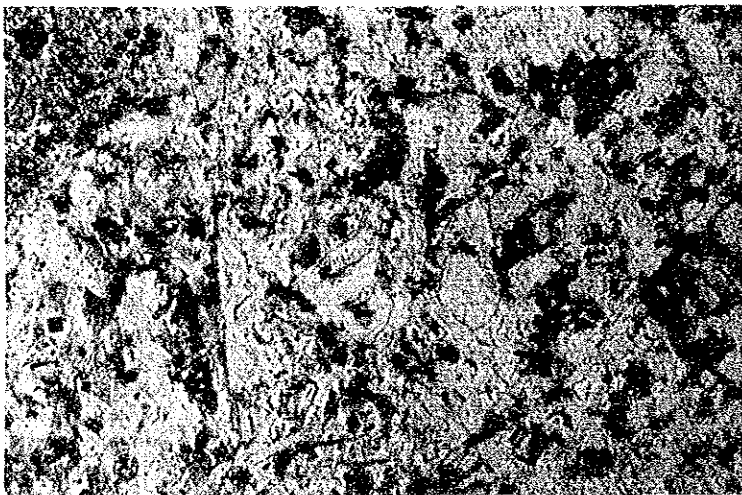
Crossed polars



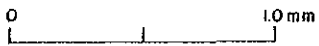
Sample No. : T-20
Location : B51-01 ("b" Area)
Rock name : pegmatite



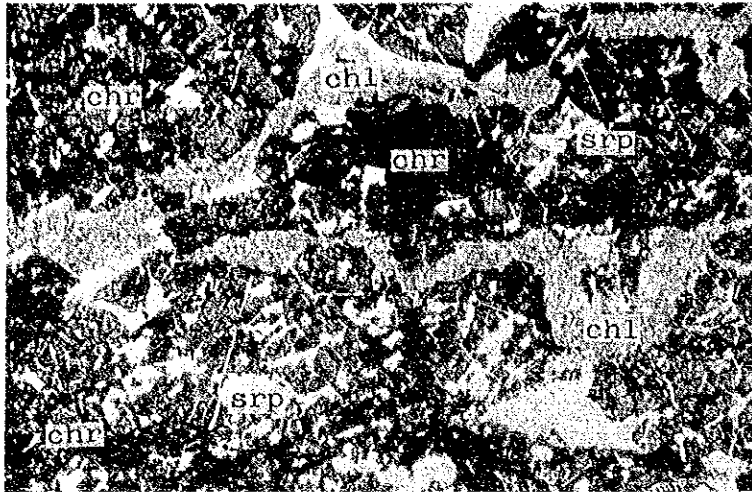
Only lower polar



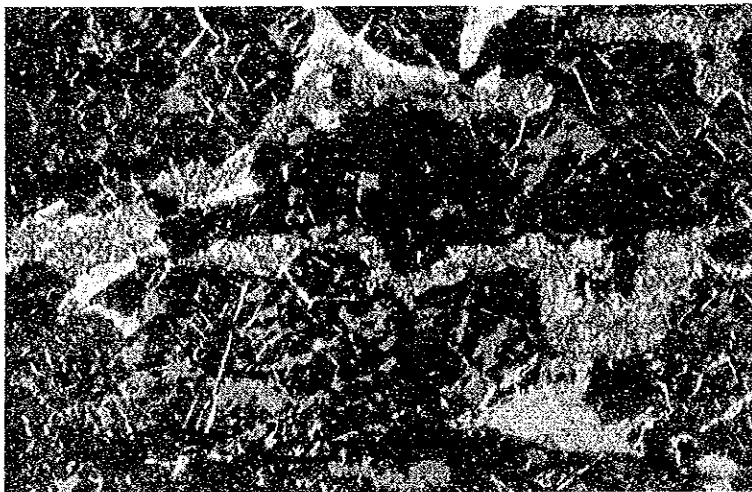
Crossed polars



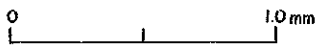
Sample No. : Y-28
Location : B29-25 ("b" Area)
Rock name : harzburgite



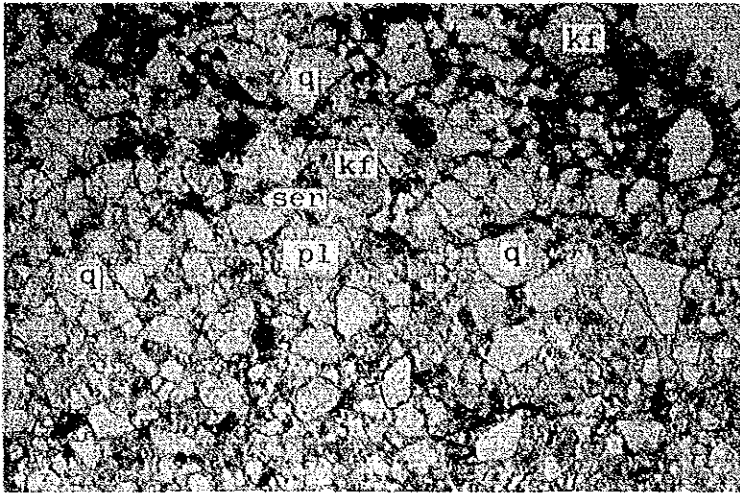
Only lower polar



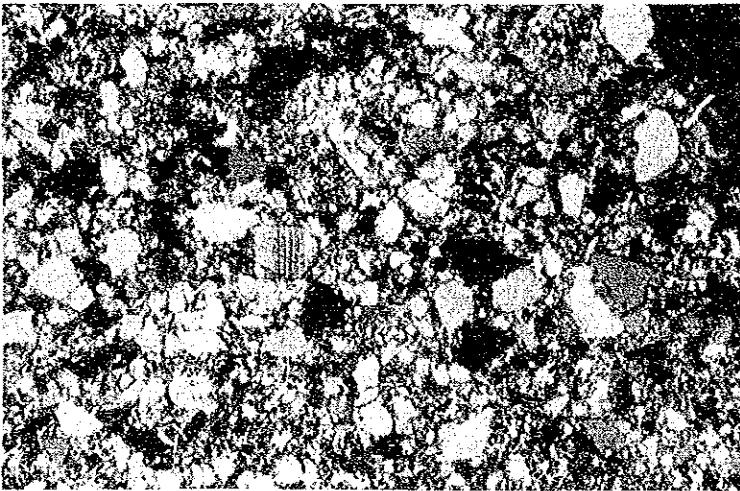
Crossed polars



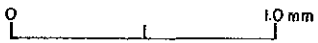
Sample No. : Y-52
Location : B06-05 ("b" Area)
Rock name : chromite ore



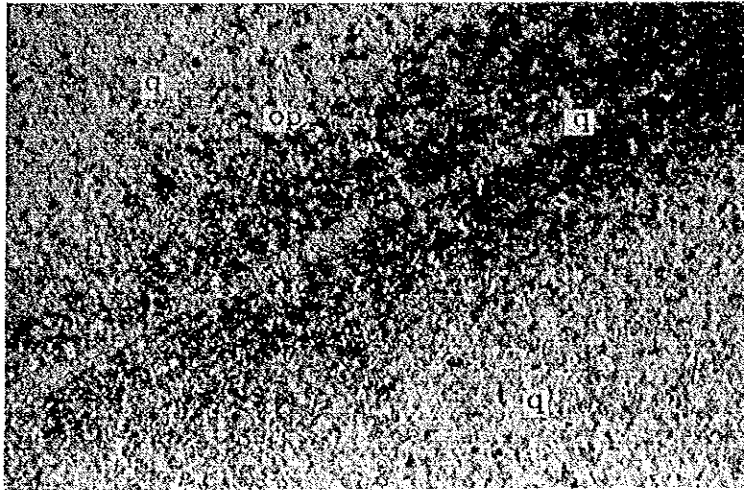
Only lower polar



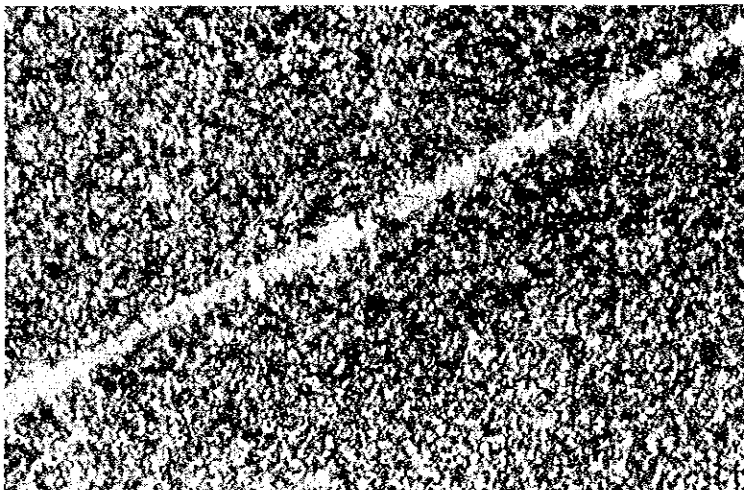
Crossed polars



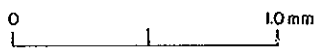
Sample No. : T-07
Location : C37-41 ("c" Area)
Rock name : sandstone



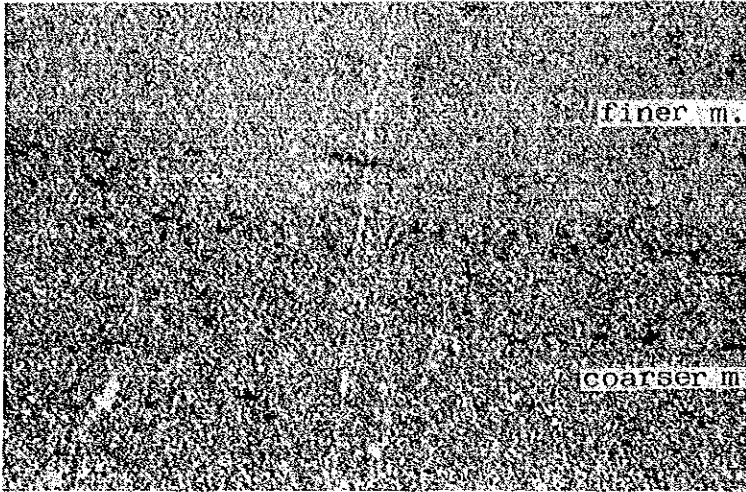
Only lower polar



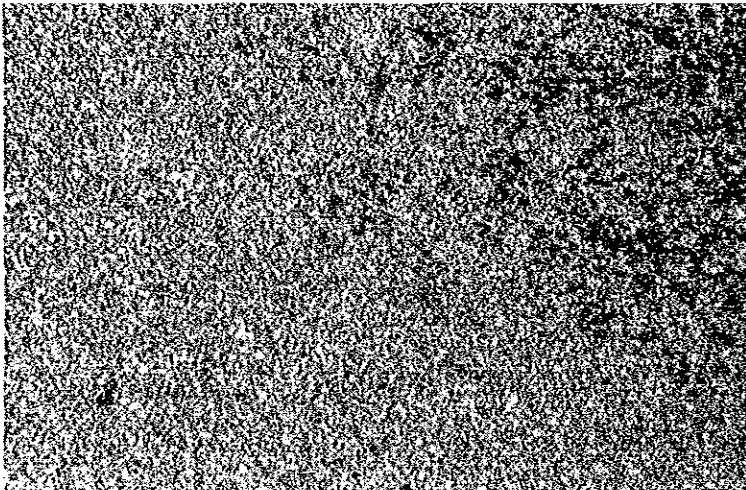
Crossed polars



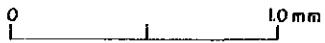
Sample No. : Y-18
Location : C39-22 ("c" Area)
Rock name : siltstone



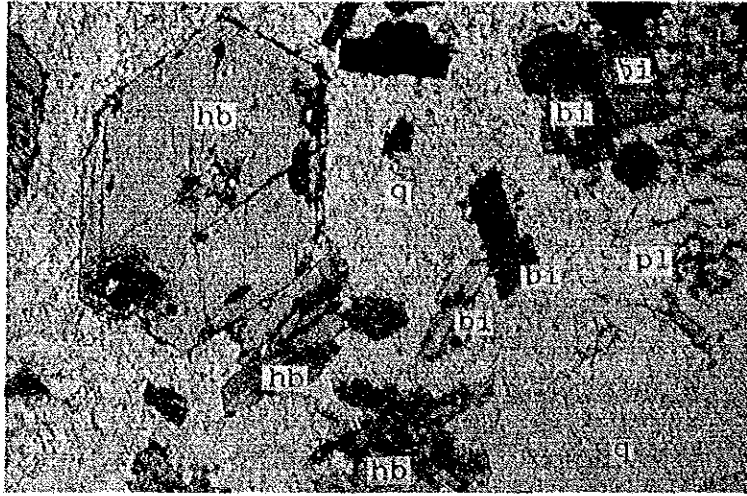
Only lower polar



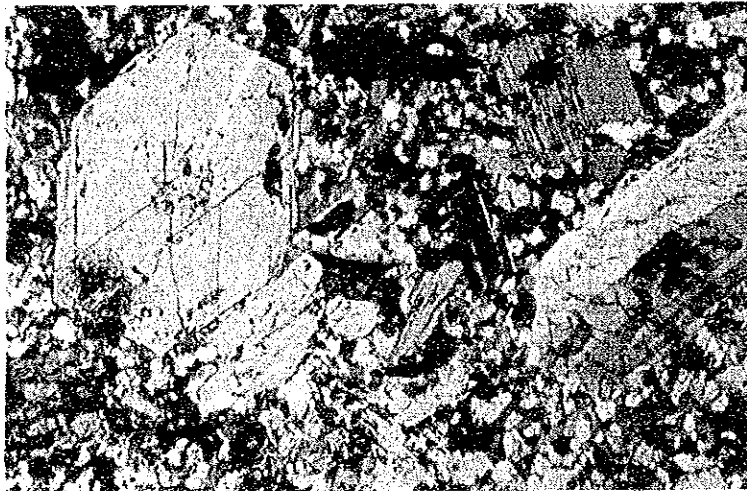
Crossed polars



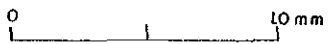
Sample No. : T-08
Location : C33-41 ("c" Area)
Rock name : mudstone



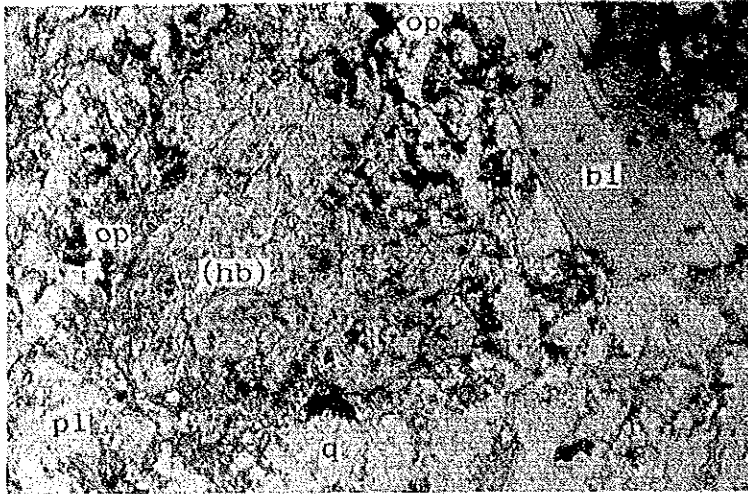
Only lower polar



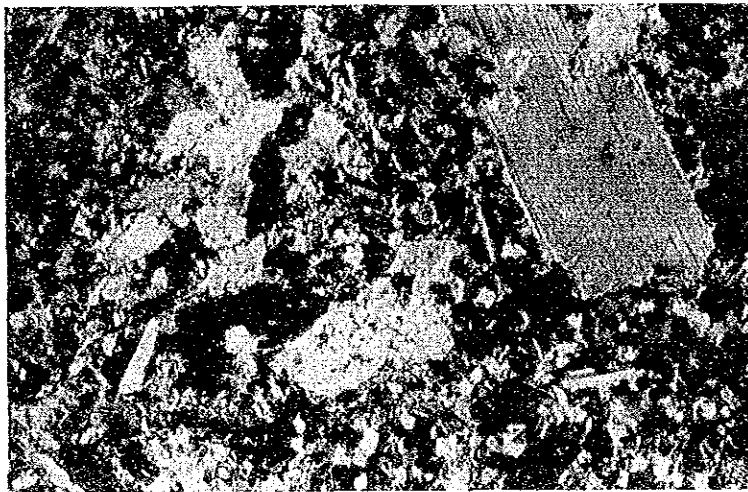
Crossed polars



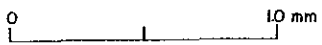
Sample No. : Y-17
Location : C40-25 ("c" Area)
Rock name : granodiorite porphyry



Only lower polar



Crossed polars



Sample No. : T-04
Location : C36-08 ("c" Area)
Rock name : granodiorite porphyry