

第2章 鉍化作用

地区内にみられる変質作用は、玄武岩溶岩中のスピライト化作用、カンラン岩の蛇紋岩化作用及び地区西部に分布するホルンフェルス中の珪化作用である。

スピライト化作用は、玄武岩溶岩に普通に見られる。この玄武岩溶岩は、初生的には非アルカリ玄武岩に属するソレアイト系列の岩石と推定され、石灰質斜長石の曹長石化作用により特徴づけられる。顕微鏡下の観察では、カンラン石の蛇紋石化、輝石の緑レン石化、さらにその他の二次鉍物として沸石、方解石、緑泥石等の存在が認められる。

蛇紋岩化作用はカンラン岩に普遍的に認められる。蛇紋石はアンチゴライト及びクリソタイルを主成分とするもので、淡緑色～暗緑色を呈する。また局所的に多量の滑石の存在も認められる。

珪化作用は、地区西部のホルンフェルス中で顕著であるが、ホルンフェルスの上位に位置するカンラン岩中にも認められる。

鉍化作用としては、第1年次の Lingangaa 沢に散在する塊状硫化銅鉍の転石群、同沢最上流に分布するクロム鉄鉍転石群、及び第2年次新たに確認した地区西部のホルンフェルス中の黄鉄鉍鉍染帯、地区東部の Paranchangan 北東に位置するクロム鉄鉍小鉍床などがある。

(1) 塊状硫化銅鉍

堆積岩類とカンラン岩の境界をなす断層沿いの Lingangaa 沢に散在する転石群である。転石の分布は、Fig. III-1 及び Fig. III-3 に示すとおり、Lingangaa 沢だけに限られている。

本塊状硫化銅鉍転石を構成する鉍石鉍物は、輝銅鉍、斑銅鉍、銅藍、黄銅鉍及び黄鉄鉍である。脈石鉍物として鉄石英を伴う。一般にこれらの鉍物は不規則に集合し塊状を示すが、黄銅鉍—黄鉄鉍の組合せ部分では縞状の構造も認められる。また部分的に孔雀石も観察される。

本塊状硫化銅鉍の分析結果は Table III-1 に示すとおりで、いずれの試料も極めて高い銅品位を示している。なお、これら転石群の存在は以前から知られており、それぞれ参考分析がなされている。例えば、Soriano y Cia. (1962) によると、45.2%の銅の含有量が報告されており、さらに Lim Peng Siong (1982) による38.0%あるいは34.0%の分析値の報告があり、いずれも極めて高い数値を示している。このほか金の含有量も一般に1~2 g/t と高い。特に、Y-50(2)では Au31g/t の高い値を示すが、鏡下の観察では金の鉍物は認められず、金は塊状硫化鉍中に局在する可能性がある。

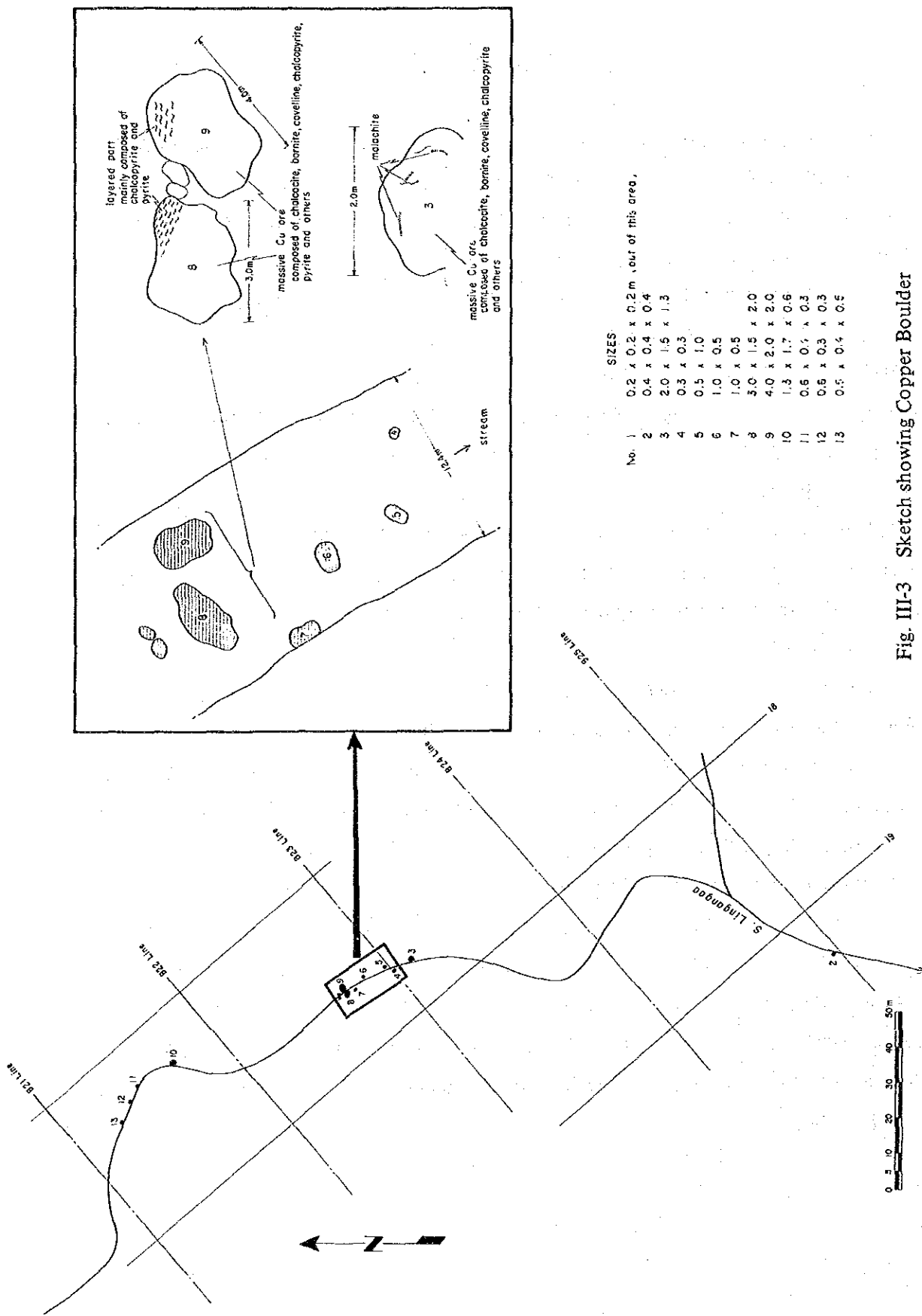


Fig. III-3 Sketch showing Copper Boulder

Table III-1 Chemical Composition of Copper Boulder of Mankadau (bI) Area

Sample No.	Location	Specimen	Au (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mo (%)	Hg (%)
Y-50 (1)	B23-19	massive sulfide ore	1.16	48.28	0.03	0.02	0.034	<0.001
Y-50 (2)	B23-19	massive sulfide ore	31.00	41.12	0.25	0.19	0.060	<0.001
Y-31	B23-19	massive sulfide ore	1.85	24.61	0.08	0.14	0.012	<0.001
Y-51	B23-19	massive sulfide ore	1.37	64.88	0.10	0.02	0.096	<0.001

塊状硫化銅転石群について実施した調査の結果を要約すると次のとおりである。

- ①塊状硫化銅の分布は Lingangaa 沢に限られる。
- ②銅の高品位は二次富化作用によってもたらされ、初生の銅石銅物の組合せは黄鉄銅—黄銅銅と考えられる。
- ③塊状硫化銅の一部には縞状構造が認められ、脈石として鉄石英を伴う。
- ④この鉄石英の転石の分布は Lingangaa 沢だけでなく、南東側の PompuDEM 沢にも及ぶが、堆積岩と超塩基性岩の境界付近に限られる。
- ⑤鉄石英は稀に硫化物を伴う。
- ⑥超塩基性岩中では硫化物は認められなかった。

(2) クロム鉄銅転石群

第1年次調査によって新たに発見されたクロム鉄銅の転石群で、Lingangaa 沢本流の最上流部に分布する (Fig. III-1)。転石群はカンラン岩分布地域中にあり、その分布及び形状は Lingangaa 沢に沿って N-S 方向に総延長約200m の間に及び、そのうち最大の転石は 5 × 2 × 5 m に達する (Fig. III-4)。

肉眼的には黒色・塊状・堅固であり、しばしば緑泥石が小さな割れ目 (1 mm ±) を充填している。銅石銅物はクロム鉄銅で、脈石銅物として蛇紋石及び緑泥石が普通である。本銅石はハルツバージャイト分布地域内の転石であるが、他のサバ州のクロム銅床と同様、ハルツバージャイト

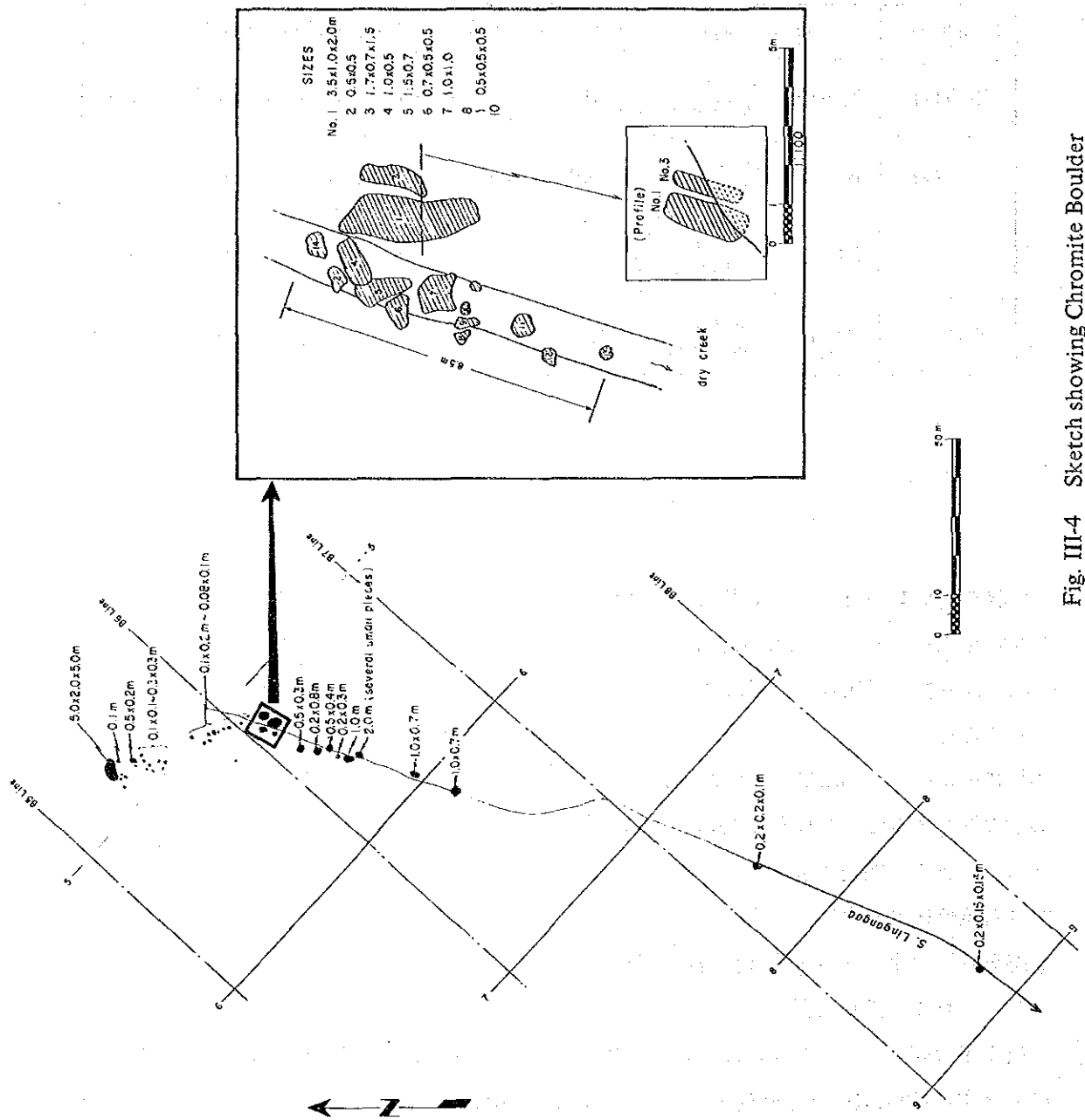


Fig. III-4 Sketch showing Chromite Boulder

に挟在するダナイト中に賦存しているものと考えられる。

クロム鉄鉱石の3試料の分析結果を Table III-2 に示す。

Table III-2 Chemical Composition of Chromite Boulder of Mankadau (bI) Area

Sample No.	Location	Specimen	Cr ₂ O ₃ (%)	Total FeO(%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	Ni (ppm)	Co (ppm)
Y-52 (1)	B06-05	chromite ore	32.66	13.11	6.13	22.87	17.19	1,809	174
Y-52 (2)	B06-05	chromite ore	31.28	12.00	7.84	23.07	16.90	1,709	160
T-34	B05-05	chromite ore	29.73	11.29	10.79	19.85	15.63	1,629	156

この分析結果から、本試料は30wt%程度のCr₂O₃を含み、ピコタイト系に属するクロム鉱石であることが判明した。また、これに伴われるニッケル及びコバルトについても、その含有量が高い。

(3) Paranchangan クロム鉄鉱石床

鉱床の位置は Paranchangan 部落より、北北東へ直距約1.5kmの地点にある (Fig. III-1 参照)。

1910年に R. R. Pilz によって発見され、1957年に Collente P. がピット、トレンチ及び地化学探査を実施した。これによると、鉱床は不規則であるが小さなレンズ状の形状を示し、地表から深さ約7フィート (2.1m) までで150立方ヤード (114.5m³) の容積を占め、さらに深部へ連続する。(Fig. III-5 参照)。

第2年次には、本鉱床を中心に100m×60mの範囲で地質精査を実施した。調査結果を Fig. III-6 に示す。

鉱体は前記資料によると、Fig. III-6 に示す区域の南方に分布すると思われるが、現場には上述のピットあるいはトレンチ調査によって採取されたクロム鉄鉱の鉱石片が一部に散在しているだけで露頭は発見できなかった。この鉱石は、数cm~数10cm大で、図中の南部地区及び隣接するその南側の地区で発見された。その周囲には、風化した脱色・塊状の低品位鉱染帯が、南北100m東西40mの範囲内に分布している。

鉱石は、黒色・ち密・堅硬で、ほぼクロム鉄鉱からなり、少量の蛇紋石及び緑泥石を含んでいる。組織はカタクラスティックで、一般に粗粒、最大5mmに達する。一方、周辺に分布する低

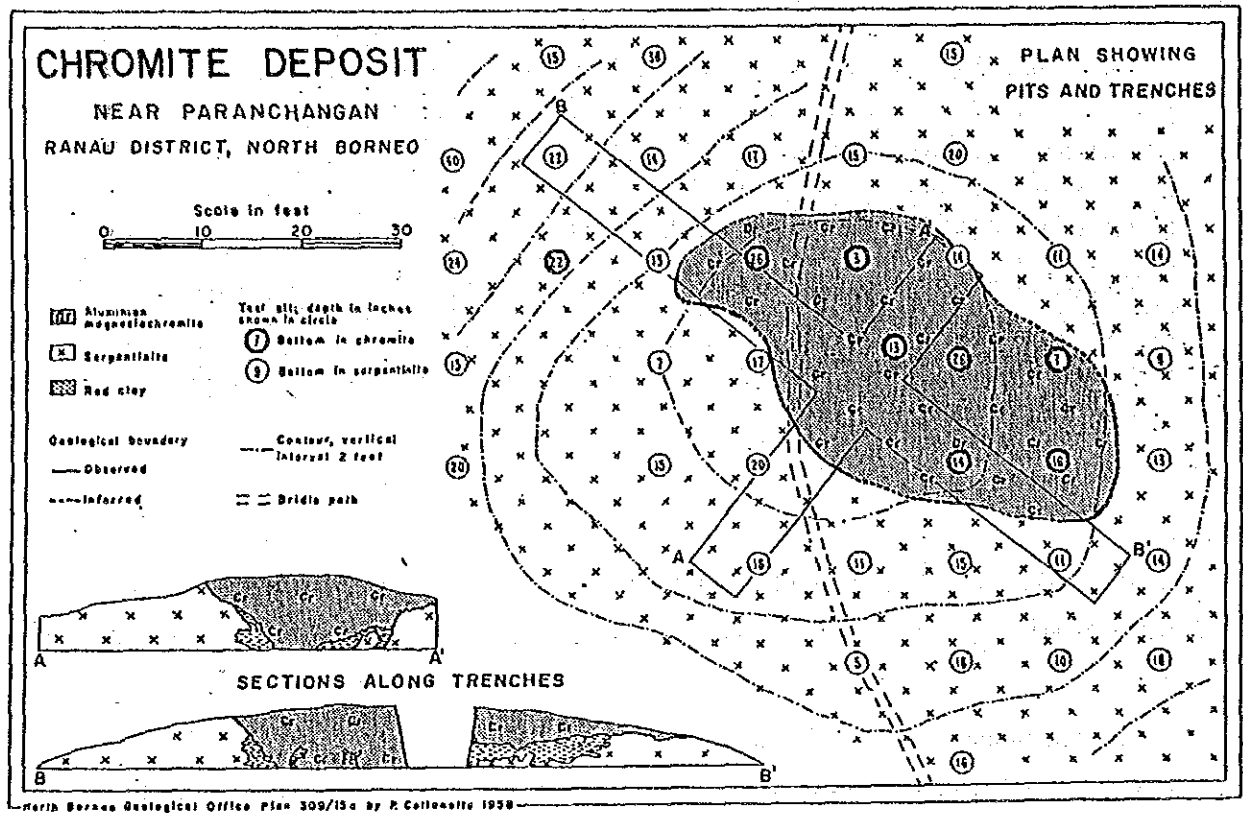


Fig. III-5 Map showing Chromite Ore Distribution in Paranchangan (B) Area

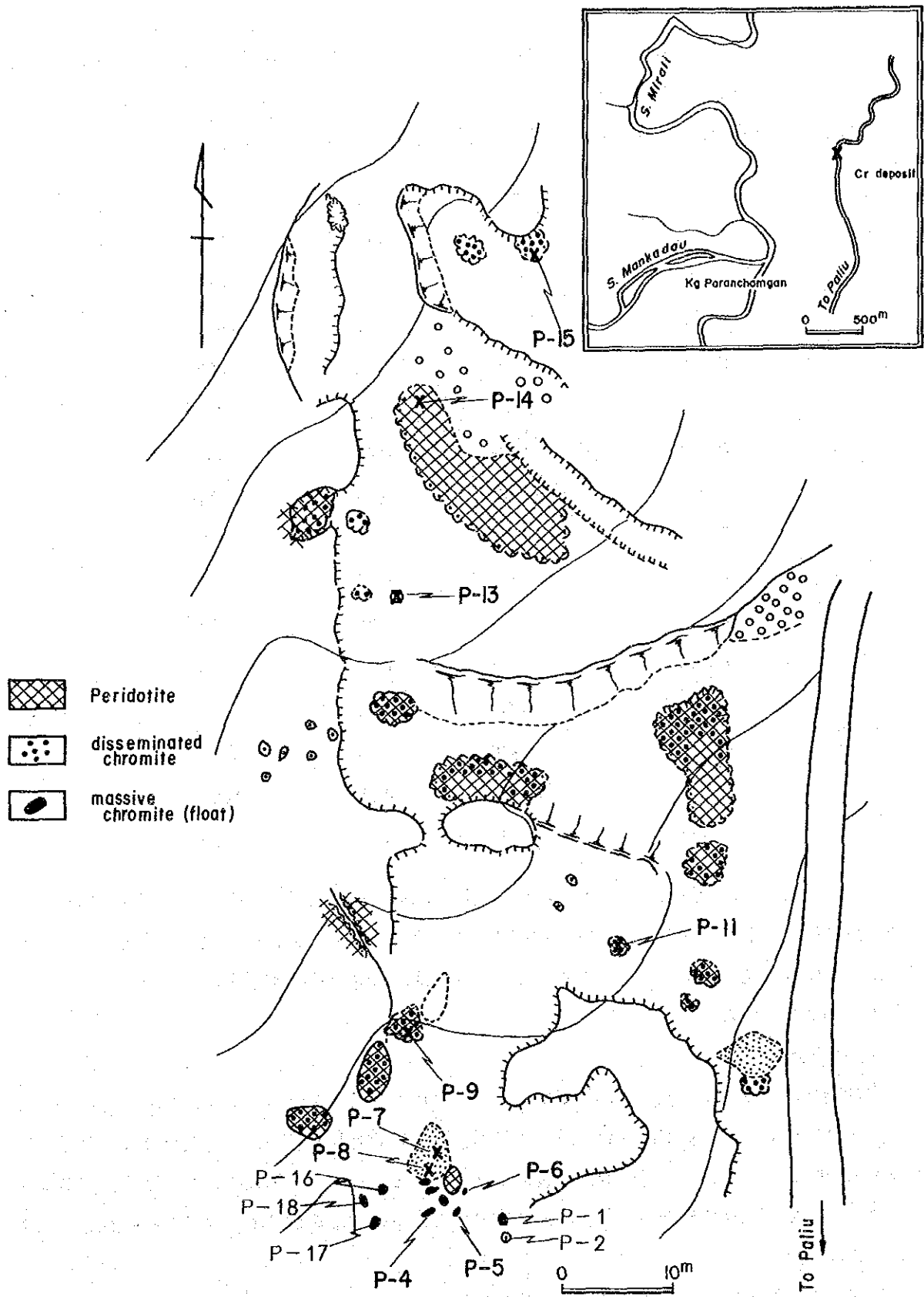


Fig. III-6 Sketch Shwoing Chromite Mineralization in Paranchangan (B) Area

品位鉍は、カンラン岩に少量のクロム鉄鉍を鉍染状に含み、ほかに初生のクロム鉄鉍が再移動したと思われるクロム鉄鉍微細脈が認められる。

採取した、鉍石の分析結果は次のとおりである。試料採取位置を Fig. III-6 に示す。

試料番号	C ₂ O ₃ (%)	Ni(%)	Co(%)
P-01	28.80	0.12	0.016
P-02	0.86	0.22	0.012
P-04	28.20	0.12	0.014
P-05	29.40	0.14	0.020
P-06	30.20	0.12	0.017
P-07	2.63	0.91	0.083
P-08	2.87	0.89	0.071
P-09	1.66	0.22	0.013
P-11	1.63	0.25	0.013
P-13	0.64	0.23	0.013
P-14	0.51	0.28	0.013
P-15	0.45	0.22	0.012
P-16	31.40	0.16	0.019
P-17	31.90	0.15	0.020
P-18	29.80	0.15	0.025

以上の結果から、本鉍床はカンラン岩体中に挟在するダナイトに関連するものと判断されるが、その形態は明らかではない。また低品位鉍は、このダナイトの下盤側に不規則に分布し、その厚さは、数10mに達するものとみられる。鉍石の性質は、Lingangaa 沢最上流で発見された転石のものに酷似している。

(4) 黄鉄鉍鉍染帯

本鉍染帯は、カンラン岩岩体の下部にスラストを境として接するホルンフェルス中に認められる。その分布位置を Fig. III-1 に示す。鉍染帯は強い珪化作用を伴い、また大小種々のサイズの石英脈を胚胎する。さらに局所的に脱色化が進んでいる。しかし、鉍染の程度は弱く、石英脈中には鉍石鉍物は確認されなかった。本鉍染帯の主な鉍石鉍物は黄鉄鉍で、少量の磁硫鉄鉍、閃亜鉛鉍を伴う。

代表的な試料のまた分析結果は次の通りである。

試料番号	Au(g/t)	Cu (%)	Pb(%)	Zn(%)	Mo (%)	Hg(%)
N-16	<0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001
N-18	<0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.001

第3章 土壤による地化学探査

3-1 調査概要

第1年次にb I地区 (4km²) において、第2年次にはb II地区 (50km²) について、土壤による地化学探査を実施した。

試料の採取は、第1年次では、既存の縮尺50,000分の1の地形図を参考にし、簡易測量により設定した50m×50mのグリッド・サンプリングにより、第2年次では鉱床賦存が期待される地点でのスポット・サンプリングにより、それぞれ実施された。採取個数は第1年次が1681個、第2年次が235個である。

現地で調整した試料はマレイシア地質調査所サバ支所にて、原子吸光法による化学分析を実施した。分析成分はAu, Cu, Pb, Zn, Moの5成分であるが、Auの分析は限定された試料についてのみ行った。

各成分の検出限界は、Au : 0.03ppm, Cu・Pb・Zn・Mo : 各1ppm である。

3-2 調査結果

1) 第1年次の調査結果は次のとおりである。

単一変量解析 対象地区に分布する岩石は、岩相ごとにその化学組成が異なることから、分析した5元素のバックグラウンドも異なることが予想されたので、各元素について岩相ごとにヒストグラムを作成した (Fig. III-7)。その結果、分析値はほぼ正規分布を示すことが明らかとなった。

各元素ごとの累積頻度曲線を Fig. III-8) に示す。これらの図より明らかのように、各曲線はほぼ一直線を示すので、しきい値として全体の約2.5%を占める $\bar{X} + 2t$ 値をとり、このほか補助しきい値とし $\bar{X} + t$ 及び $\bar{X} + 3t$ を用いて異常帯の抽出を行った。これらの値を Table III-3 に示す。

各元素毎の分布は、次のとおりである。

Cu : 5 ~ 75ppm と全般に低い値を示す。 $\bar{X} + 2t$ 以上の値は玄武岩の分布する地区に対応しているが北東部のカンラン岩分布地区にも散在している。

Pb : 7 ~ 63ppm の含有量を示す。カンラン岩内では岩体に直交する $\bar{X} + t$ 以上の異常帯が伸びている。調査地区西端の $\bar{X} + 2t$ 以上の異常帯は、地区外北方へ広がる傾向がある。

Zn : 11 ~ 186ppm の値を示す。 $\bar{X} + t$ 値は地区全域に散在し、 $\bar{X} + 2t$ 値は玄武岩の分布地区及び調査地区西部に分布する。これらの一部はCuの異常帯とも重複している。

多変量解析 試料の分析結果は比較的低い値 (各元素の最大値はCu : 79. ppm, Pb : 63ppm, Zn : 186ppm) であるため、本質的な地化学異常帯を抽出するのは困難であるが、可能性を吟味する上で、スコア・サムによる手法が有力と考えられるため、多変量の解析方法としてスコア・サ

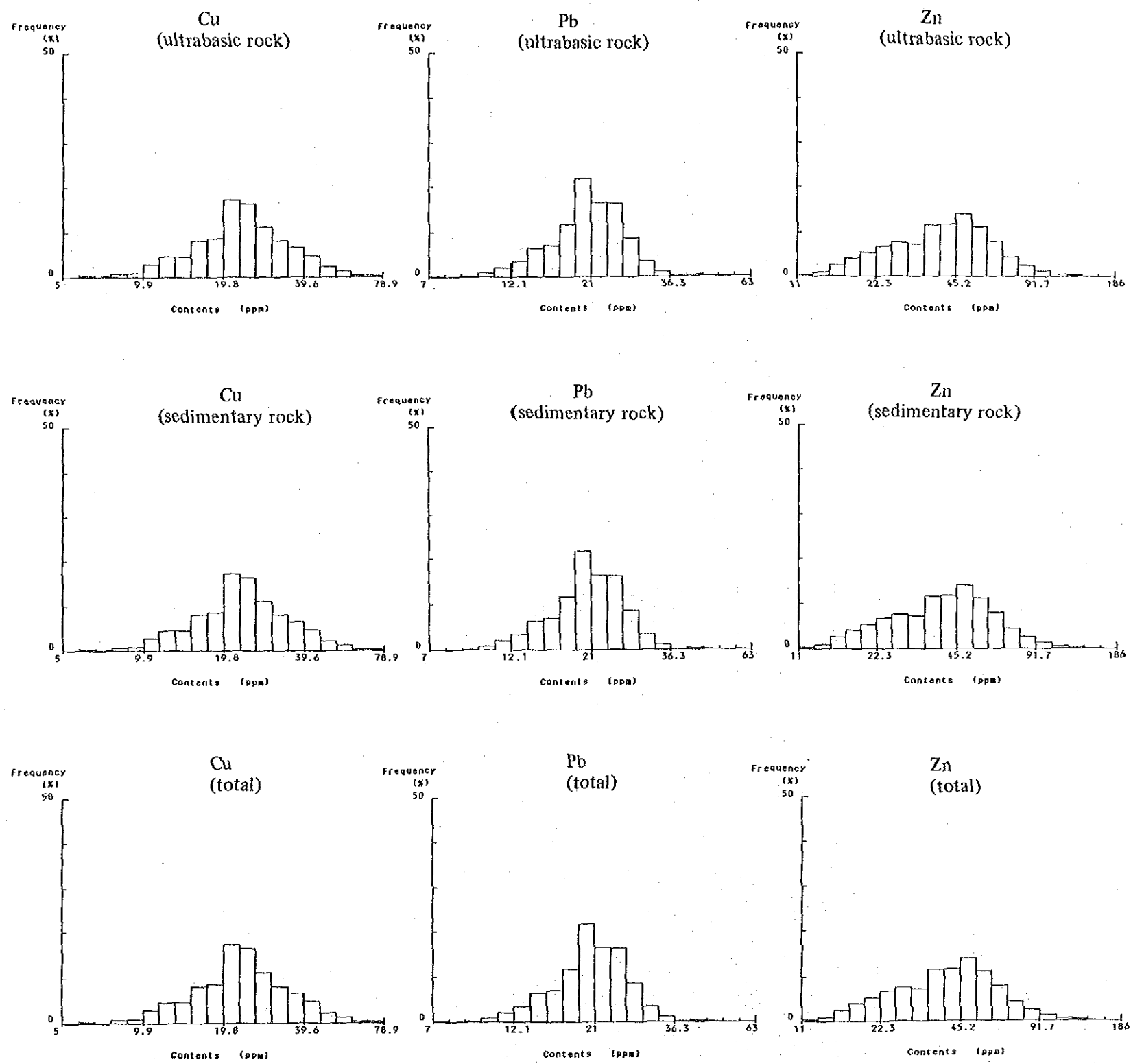


Fig. III-7 Histogram for Soil Samples in Mankadau (b1) Area

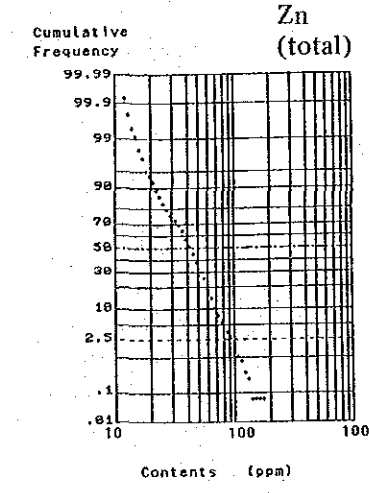
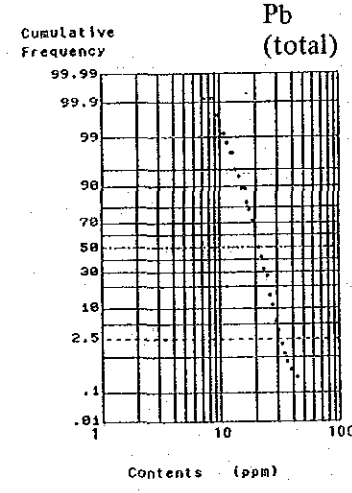
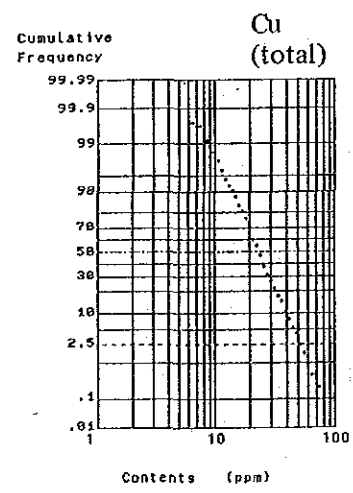
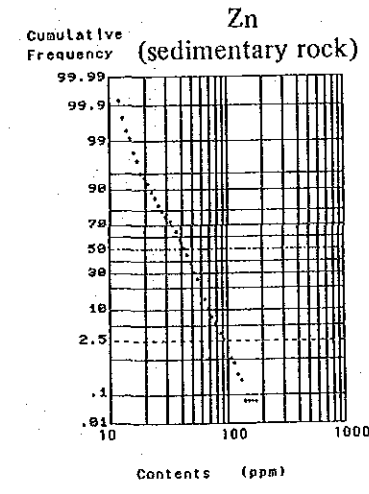
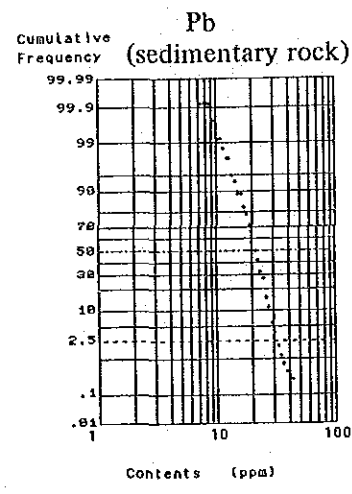
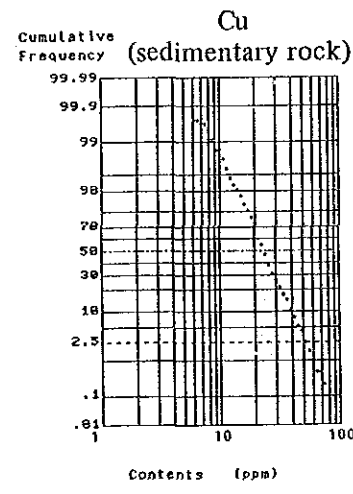
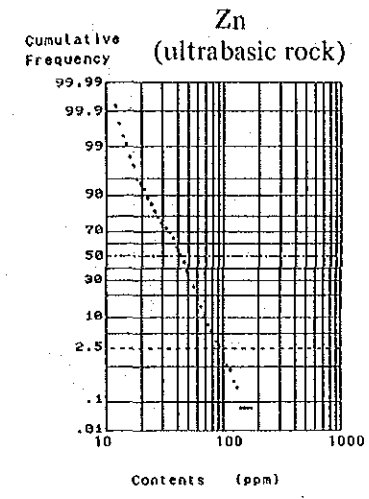
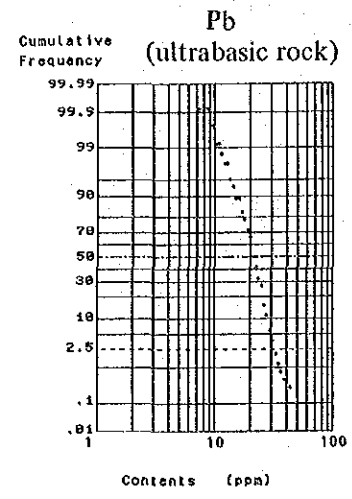
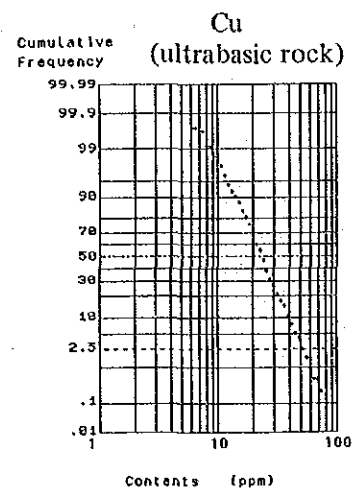


Fig. III-8 Cumulative Frequency Curve for Solid Samples in Mankadau (b1) Area

Table III-3 Statistic Values for Soil Samples in Mankadau (bl) Area

			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
			(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
			(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
			(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)		-	-	-
	$10^{\log \bar{x} + t}$		-	-	-
	$10^{\log \bar{x} + 2t}$		-	-	-
			-	-	-
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
			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

ム (SCORE-SUM) を採用した。

本手法の特徴は次の通りである。

- ・地化学探査のデータの種別を問わない。
- ・分析元素数、試料数に限定がない。
- ・岩相の区分を容易に反映しうる。
- ・低い異常でも強調できる。
- ・異常帯の輪郭とランク付けが可能である。
- ・多くのデータを1枚もしくは数枚の図面上に集約できる。

上記のうち、特に単元素の低い異常値でも、複数個集合することにより、異常帯の抽出が可能であること、また岩相も考慮できる点で、本地区の解析には有効と判断された。

(i) 解析方法：

- ①単一変量解析で用いた岩相毎の $\bar{x}+t$, $\bar{x}+2t$, $\bar{x}+3t$ の値を算出する。
- ②この値を基準に次の区分を設け、スコア (得点) を考える。

区 分	スコア
$\bar{x}+t$ 以下	0
$\bar{x}+t \sim \bar{x}+2t$	1
$\bar{x}+2t \sim \bar{x}+3t$	2
$\bar{x}+3t$ 以上	3

- ③試料毎に各元素のスコアを統計し、その試料のスコアとする。
- ④この結果、3成分の分析の場合はスコア9 (3成分共に $\bar{x}+3t$ 以上の値) を最高としこのスコアによりランク付けする。
- ⑤この結果を地質図上に表示し、地質調査の結果とこの関係を吟味した後に、地化学異常帯として抽出する。

(ii) 各元素の分布

分析された5元素のうち、Cu, Pb, Znの3元素の分布状況は次のとおりである。Moは全分析値が検出限界値(1ppm)以下であったため、解析の対象とはなり得なかった。またAuの分析は限られた試料についてのみ実施しているため、今回の解析の対象から除外した。

Cu：分析値は最大75ppm、最少5ppmであり、全般に低い値である。 $\bar{x}+2t$ 以上の値を示すもので最も広い分布を示すのはB23-02周辺地域で、玄武岩の分布する地域に対応し、調査地区外に広がる傾向を有する。

Pb：分析値は最大63ppm，最小7ppmであり，平均値はカンラン岩よりも堆積岩の方が高い値を示す。

分布は調査地区の北西部及び中央部においてNE—SW方向の伸びを示す傾向がある。

$\bar{x} + 2t$ 以上の値を示すものでB02—03周辺地域はカンラン岩中に分布し，2,250m²の広がりを持ち，調査地区外北方へ広がる傾向を示している。

Zn：分析値は最大186ppm，最小11ppmで，岩相別の平均値はカンラン岩が49.7ppmに対して，堆積岩では29.7ppmと低い値である。

分布状況は $\bar{x} + t$ の値についてみると，ほぼ調査地区全域に一様に分布地域に存在するが

$\bar{x} + 2t$ 以上の値はB23—01周辺地域では玄武岩の分布に対応し，調査地区外東部に広がる傾向を示している。またB01—35，B02—04，B05—32，B23—01，B40—23周辺では，Cuの $\bar{x} + 2t$ 以上の値の分布地域と良く一致している。

(iii) 4) スコア・サムによる解析結果

最高得点は5である。得点5の意味は，Cu, Pb, Znの3元素のうち，少なくとも1元素に， $\bar{x} + 2t$ 以上の値が含まれていることで，このことは得点4についても同様である。従って，得点4までについてその分布状況を考察した。

本調査地区で，得点4あるいは5の試料採取位置は24箇所ある。このうち，カンラン岩が分布する地域では10箇所，堆積岩が分布する地域に14箇所である。さらに堆積岩のうち8箇所が砂岩中に，6箇所が玄武岩中に属する。これらの試料数が各岩相毎に分布する全試料数に対する比率はカンラン岩の場合，1.08%，堆積岩の場合1.86%である。さらに堆積岩を玄武岩と砂岩類に区別した場合，その比率はそれぞれ30.0%及び1.09%となる。岩相の観点からは玄武岩が最も優位にあることが判明した。しかしこの今回の解析では，玄武岩の分布する地域での試料数が少ないこと，また堆積岩と同一累層であることから，一括して堆積岩相として取り扱っている。

上述の高得点（得点4及び5）地域はFig. III—9中のI～Vの地区に分類される。

以上の事柄より，本地区の高得点地域の分布は，Zone IVに代表される岩相の影響，Zone IIあるいはZone IIIに代表される断層等の構造的要因が推察される。しかし，Zone IあるいはZone Vは，これらの地質条件とは必ずしも一致しない。

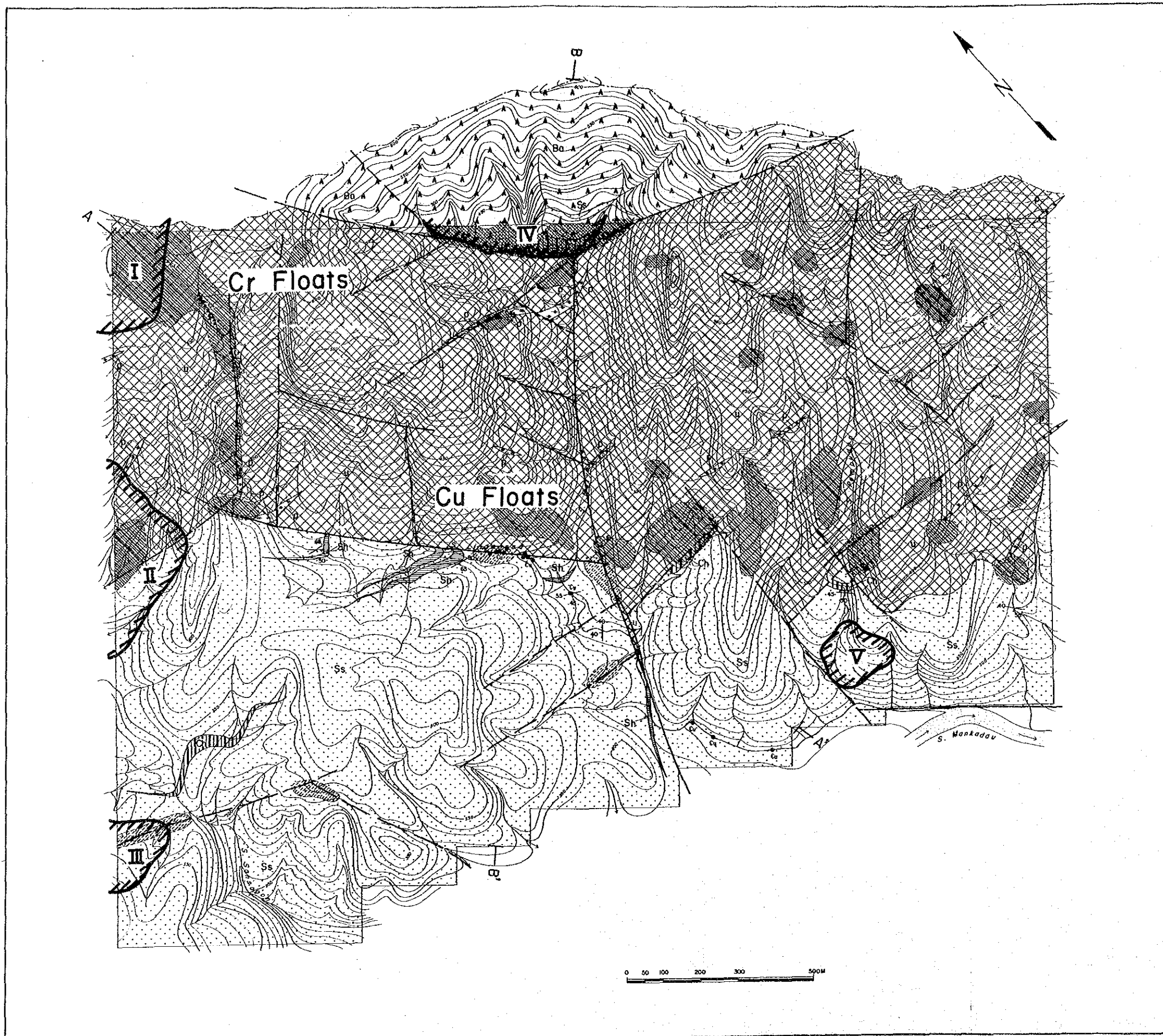
(iv) 考察

スコア・サムより抽出された5箇所のZoneについて，地質調査の結果得られた変質帯あるいは鉱化帯との関係から，地化学異常地区抽出の可能性の検討を行った。

Fig. III—9から各Zoneの特徴は次のとおりである。

Zone I；カンラン岩中のラテライト化土壌の分布と極めて良い一致を示す。地化学探査の統計処理により，Cu及びPbの異常が得られている。

Zone II；断層を境にカンラン岩と砂岩が接する地域に分布するラテライト化土壌の広がり



LEGEND

anomalous zone

Trusmadi Formation
 sandstone chert shale
 basalt

Intrusive Rocks
 pegmatite
 ultrabasic rock

Fault (certain) Fault (inferred)
 Strike and dip
 Geological Profile line

lateritic soil
 argillized soil
 lateritic and argillized soil
 float of copper boulder
 float of chromite boulder

Fig. III-9 Geochemical Interpretation Map of Mankadau (bI) Area

に一致する。地化学探査の結果、Cu, Pb, Znの3元素の異常が見られる。

Zone III ; 断層沿いに発達する砂岩中の弱い粘土化帯に一致する。地化学探査の結果、Cu, Pb, Znの異常があるが、その分析値はいずれも相対的に低い。

Zone IV ; 玄武岩の分布する地域で、ラテライト化土壌及び粘土化帯と一致する。地化学探査の結果としてCu及びZnの異常が認められているが、Pbに関する異常は認められない。

Zone V ; 砂岩中に分布し、変質及び鉱化との関連は不明である。また断層等の構造的要因も明らかでない。地化学探査の結果、Cu, Pb, Znの異常が認められる。

以上より地化学異常帯として、Zone I, II及びIVが抽出される。これらはいずれもラテライト化土壌と密接に関連するものと考えられる。しかし、これらの3つの異常帯は、岩相・地質構造上の特徴が異なること、また異常値を示した元素の組み合わせが異なることで、その性質にも相違があることを考慮しなければならない。一方、Zone IIIは地化学異常値が比較的低く、断層に沿う局部的異常とみられる。さらにZone Vと変質あるいは鉱化との関連は不明確で、現段階では判断し難い。

なお、地化学探査の結果では、Lingangaa 沢に分布する塊状硫化鉱周辺のCuの異常は認められなかった。

2) 第2年次の調査結果は次のとおりである。

単一変量解析

本調査地区に分布する岩石中の金属含有量については、第1年次の解析結果では有意差がでており、岩相に分けて検討するのが妥当であるが、第2年次の分析試料数は、第1年次の53個を含め289個と少数だったため岩相ごとに区分せず一括して解析を行った。

各元素ごとのヒストグラムをFig. III-10に示す。これらによるとCu, Znがほぼ正規分布をしているのに対し、Au, Pbは複峰型分布、Moは全く規則性を有しない。各元素ごとの累積頻度分布図(Fig. III-11)を見ると、Cu, Pb, Znがほぼ一直線、Auも多少散らばるものの直線に近い曲線上にある。ただMoは例外である。

従って、“しきい値”として地化学探査の解析手法で一般に用いられている全体の約2.5%に当る $\bar{X} + 2t$ 値を採用した。

解析に当っては、第1年次の分析データも必要であったが、53個のうち29個については分析されていないため、それらの値は含有量の分布傾向から推定した値で補間した。なお、異常帯の抽出に当っては、しきい値のほか $\bar{X} + 0.5t$, $\bar{X} + 1.0t$, $+1.5t$ 値も補助的に用られた。Table III-4にこれらの値及び元素間の相関係数を示す。

因子分析

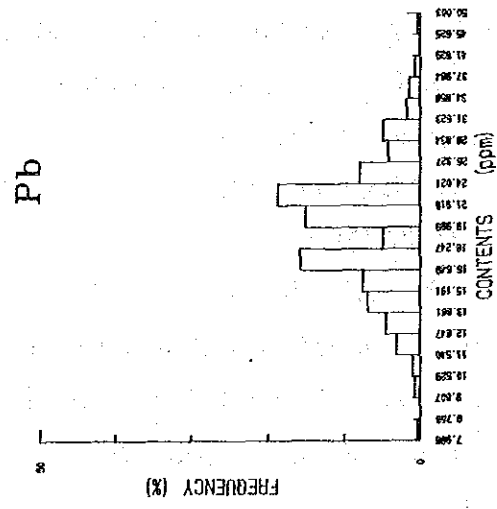
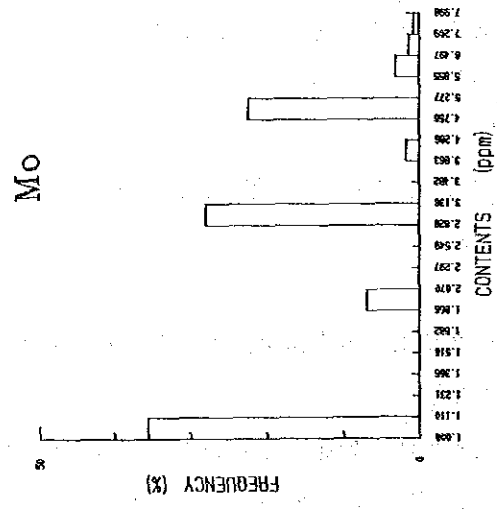
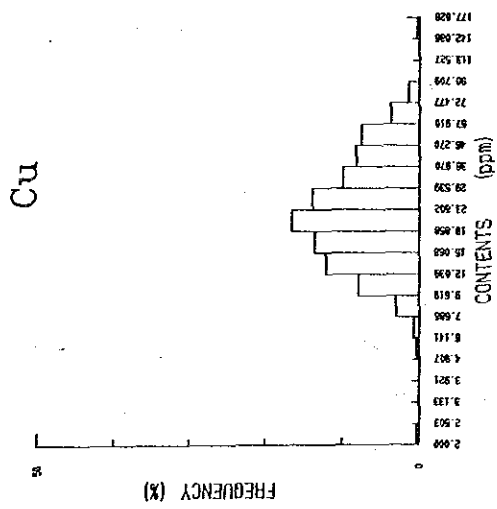
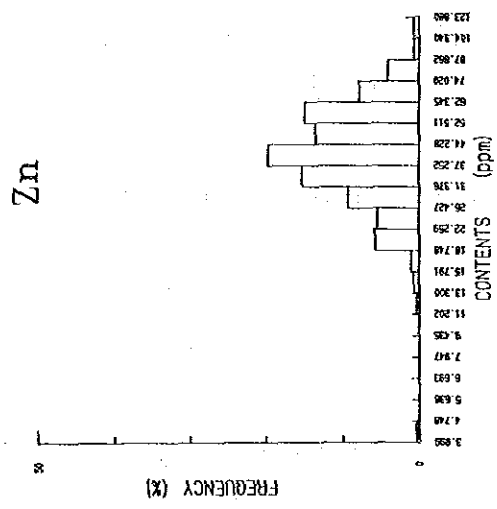
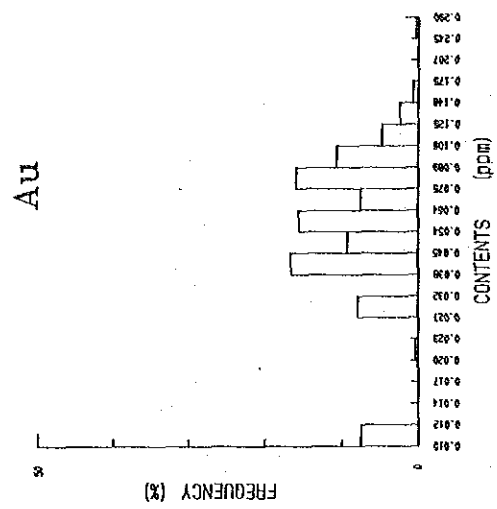


Fig. III-10 Histogram for Soil Samples in Mankadau (bID) Area

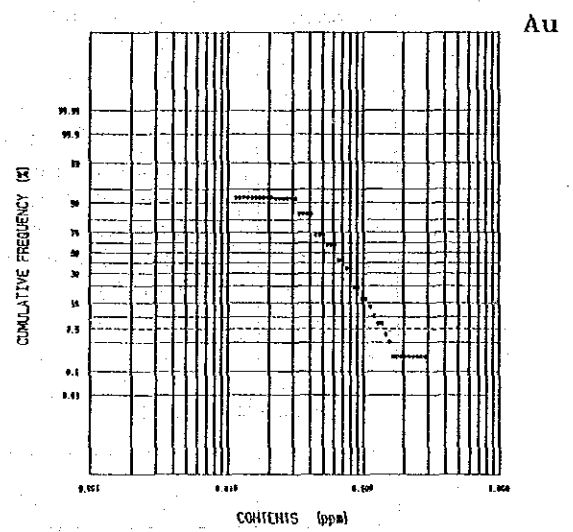
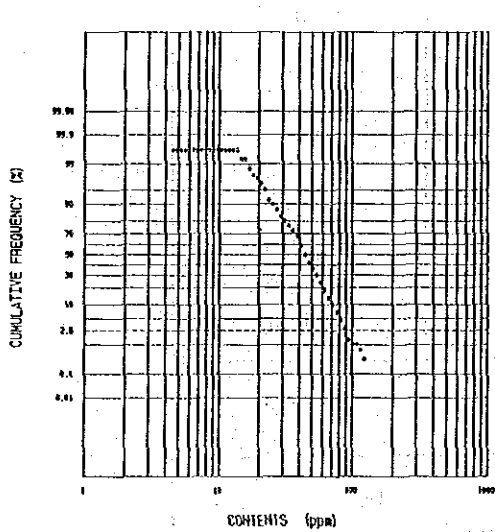
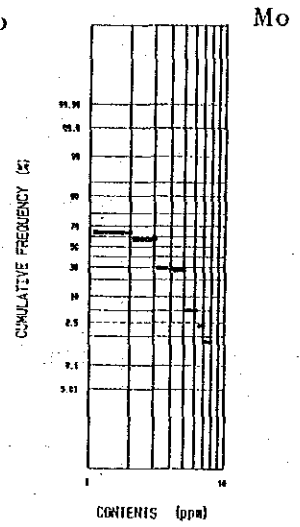
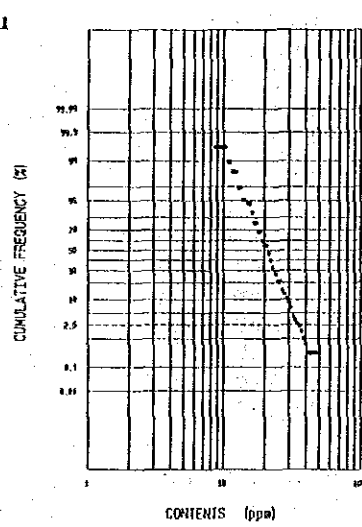
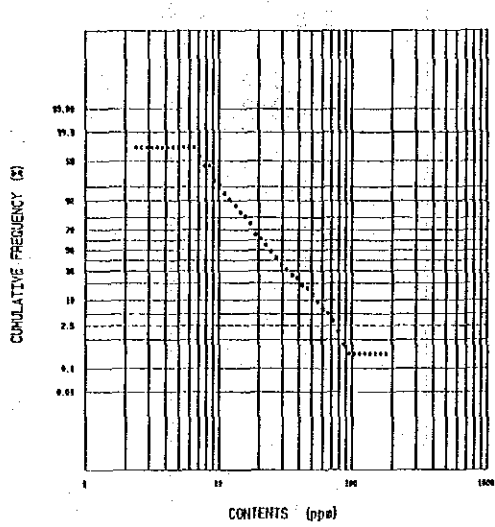


Fig. III-11 Cumulative Frequency Curve for Soil Samples in Mankadau (bII) Area

Table III-4 Statistic Values for Soil Samples in Mankadau (bII) Area

Cu (ppm)	Number of samples		289
	Maximum value	(Vmax)	178
	Minimum value	(Vmin)	2
	Geometric mean	(\bar{x})	23.0
	Standard deviation	(t)	0.249
	$10\log\bar{x}+t$		41
	$10\log\bar{x}+2t$		72
Pb (ppm)	Number of samples		289
	Maximum value	(Vmax)	50
	Minimum value	(Vmin)	8
	Geometric mean	(\bar{x})	19.9
	Standard deviation	(t)	0.119
	$10\log\bar{x}+t$		26
	$10\log\bar{x}+2t$		34
Zn (ppm)	Number of samples		289
	Maximum value	(Vmax)	124
	Minimum value	(Vmin)	4
	Geometric mean	(\bar{x})	40.8
	Standard deviation	(t)	0.179
	$10\log\bar{x}+t$		62
	$10\log\bar{x}+2t$		93
Mo (ppm)	Number of samples		289
	Maximum value	(Vmax)	8
	Minimum value	(Vmin)	1
	Geometric mean	(\bar{x})	2.3
	Standard deviation	(t)	0.297
	$10\log\bar{x}+t$		5
	$10\log\bar{x}+2t$		9
Au (ppm)	Number of samples		289
	Maximum value	(Vmax)	0.29
	Minimum value	(Vmin)	0.01
	Geometric mean	(\bar{x})	0.54
	Standard deviation	(t)	0.272
	$10\log\bar{x}+t$		0.10
	$10\log\bar{x}+2t$		0.19

Correlation Matrix

	Cu	Pb	Zn	Mo	Au
Cu	1.000				
Pb	.075	1.000			
Zn	.734	.021	1.000		
Mo	.037	.200	.047	1.000	
Au	.062	.178	.066	.074	1.000

因子分析法は、多数の変量から少数の仮説的変量（因子）を設定し、さらに各試料がこれらの因子をどの程度保有しているかを因子スコアによって表示する方法である。地化学データの場合、通常これらの因子のいくつかは、ある種の鉱化作用や岩相などを示すと予想され、したがってその因子スコアによって各試料の鉱化作用の程度が説明されうると考えられる。

以上の作業は、コンピューターによってバリマックス法で処理した。

(i) 各元素の分布

分析した Au, Cu, Pb, Zn, Mo 5 元素の分布状況は次のとおりである。

Au: Au の分布は地質と無関係のようで、明瞭な特徴を示さないが、地区東部でやや高い傾向にある。

Cu: 概してスピライト質玄武岩溶岩中で高い傾向があり、地区東部のカンラン岩中でも高い値が得られている。又地区西部のホルンフェルス中にも局所的な異常がある。第1年次の精査では、Lingangaa 沢上流の塊状硫化銅鉱の転石付近に何らの地化学異常も得られなかったが、今回も周辺地域でその根源を示すような異常は認められなかった。

Pb: 堆積岩中で比較的高く玄武岩溶岩やカンラン岩中で低い傾向にある。本地区西部のホルンフェルス中では $\bar{X} + 2t = 64\text{ppm}$ を上廻る高い値を示している。

Zn: カンラン岩及び玄武岩中で高い値を示す傾向がある。この元素の分布パターンは Cu のパターンと類似している。堆積岩の分布地域では非常に低い値を示し、岩相による違いがよく表われている。

Mo: 含有量が低く、明瞭な傾向が認められないが、地区西部で僅かに高い値 (6 ppm) が得られており、地域的差異が予想される。一方地区西部に貫入するアダメロ斑岩の周辺では特に高い値を示さなかった。

(ii) 因子分析の結果

因子分析の結果、第1因子 (Cu—Zn)、第2因子 (Pb—Mo)、第3因子 (Au, Pb) が抽出された (Table III—5)。

(a) 第1因子

因子負荷量は Cu : 0.845, Zn : 0.852 と高い値を示す。また、Cu と Zn の相関が非常に高いので、因子はこの相関関係を説明する因子と解される。

Fig. III—12 において高い正の因子得点を有する試料は、本地区東部の玄武岩溶岩分布地区に多く、負の得点は西部のホルンフェルス分布地区に多い。上記の Cu と Zn の単一成分の解析でも明らかなように、主として玄武岩溶岩とホルンフェルスの特徴づける因子の可能性はある。一方、地区西部のカンラン岩及びホルンフェルスが分布する地区に集中する高い因子得点群は、国連の沢砂調査で Zn の地化学異常が検出されていることや、この調査で弱い黄鉄鉱の鉱染帯が認められたことから、アノマリーとして鉱化作用の影響も多少考えられる (Fig. III—13)。

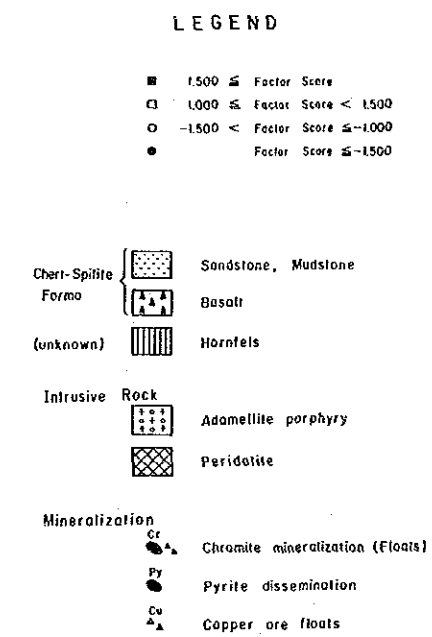
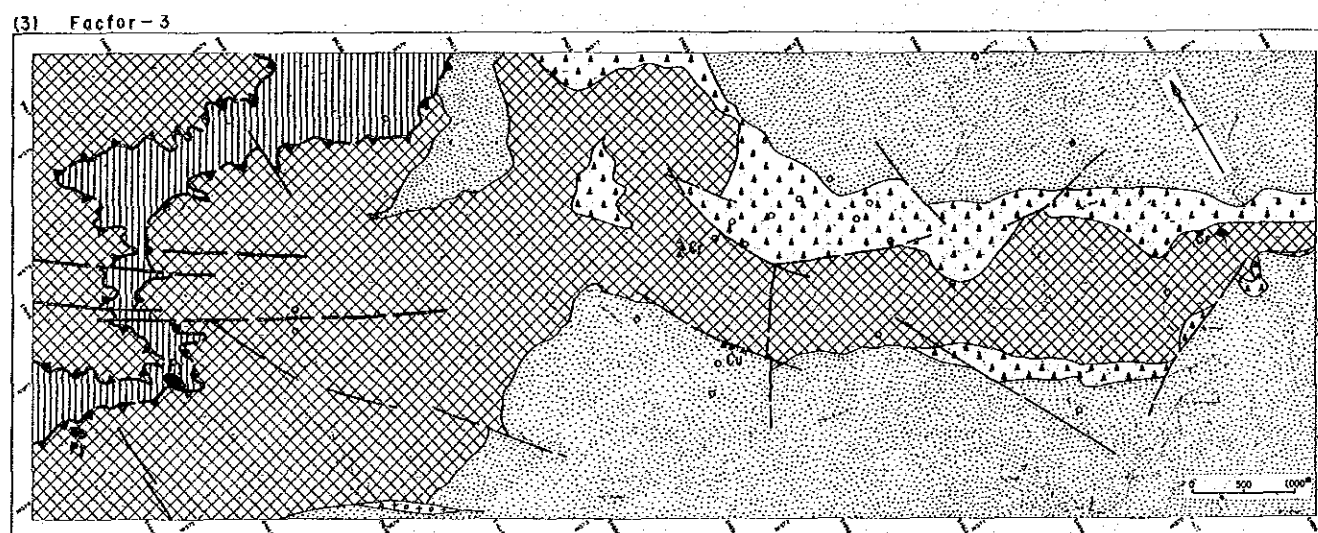
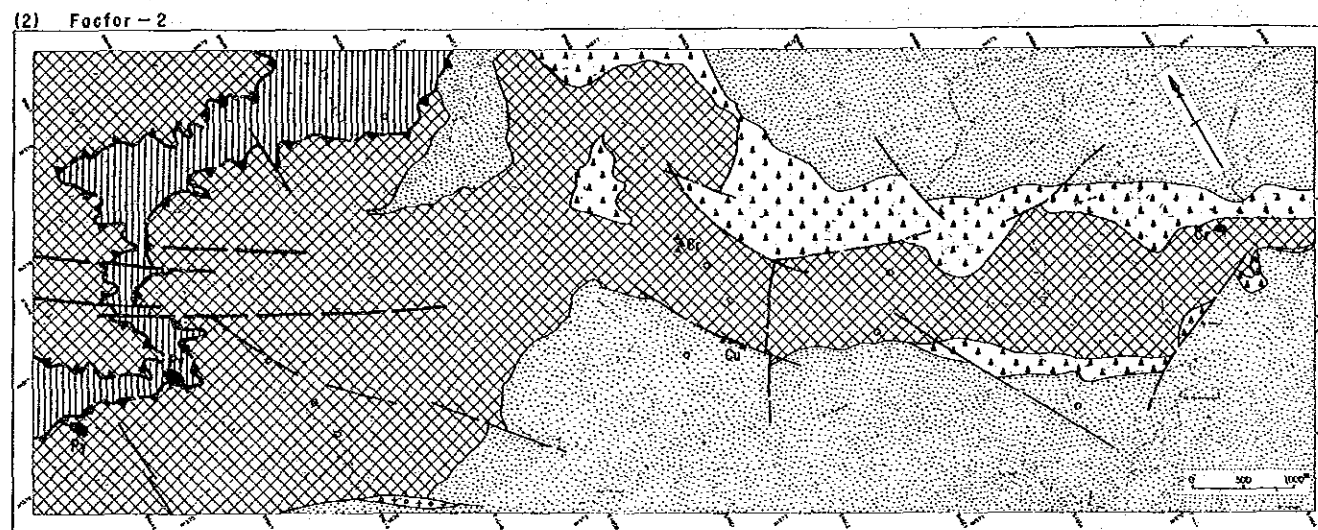
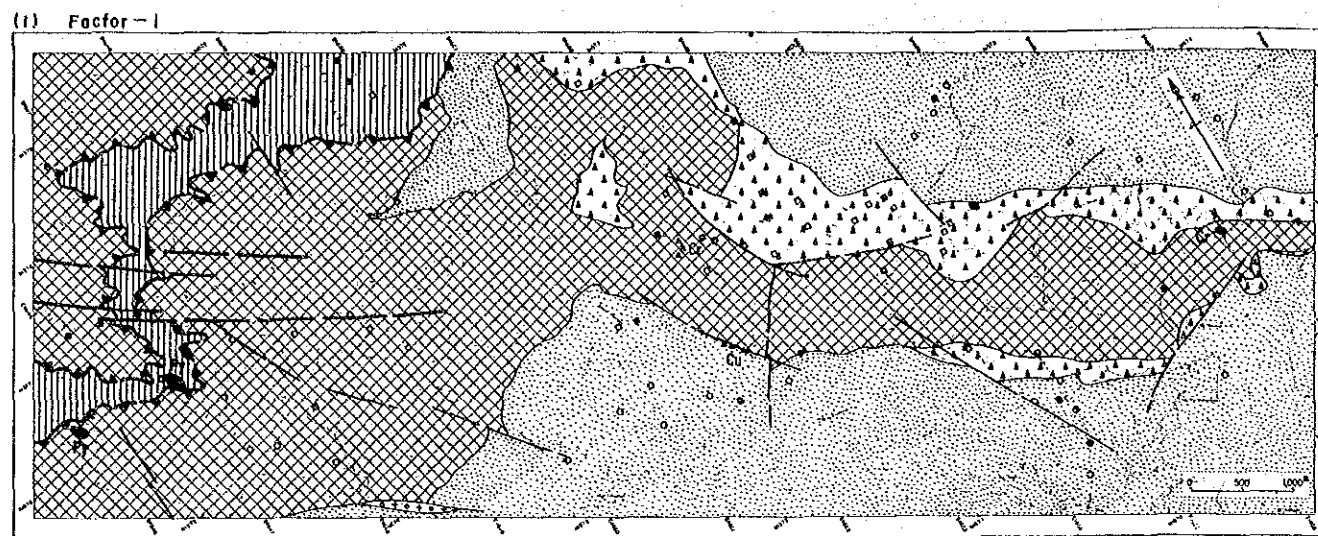
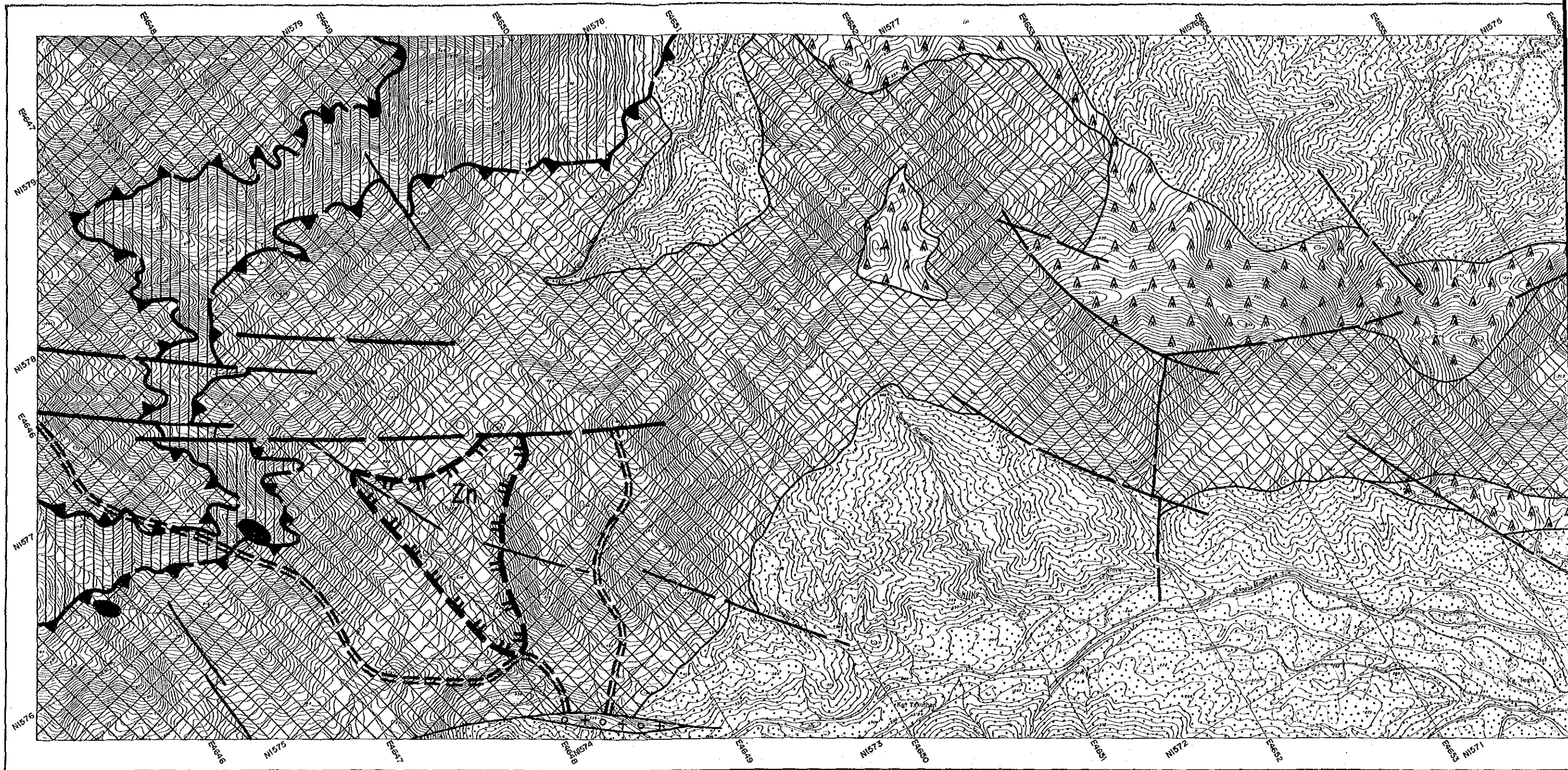








Fig. III-12 Map showing Distribution of Factor Score in Mankadau (bII) Area



LEGEND

-  Sandstone
-  Basalt
-  Hornfels
-  Adamellite porphyry
-  Peridotite
-  Pyrite dissemination



- Geochemical anomalies**
-  West Germany anomalous zone
 -  anomalous zone

Fig. III-13 Geochemical Interpretation Map of Mankadau (bII) Area

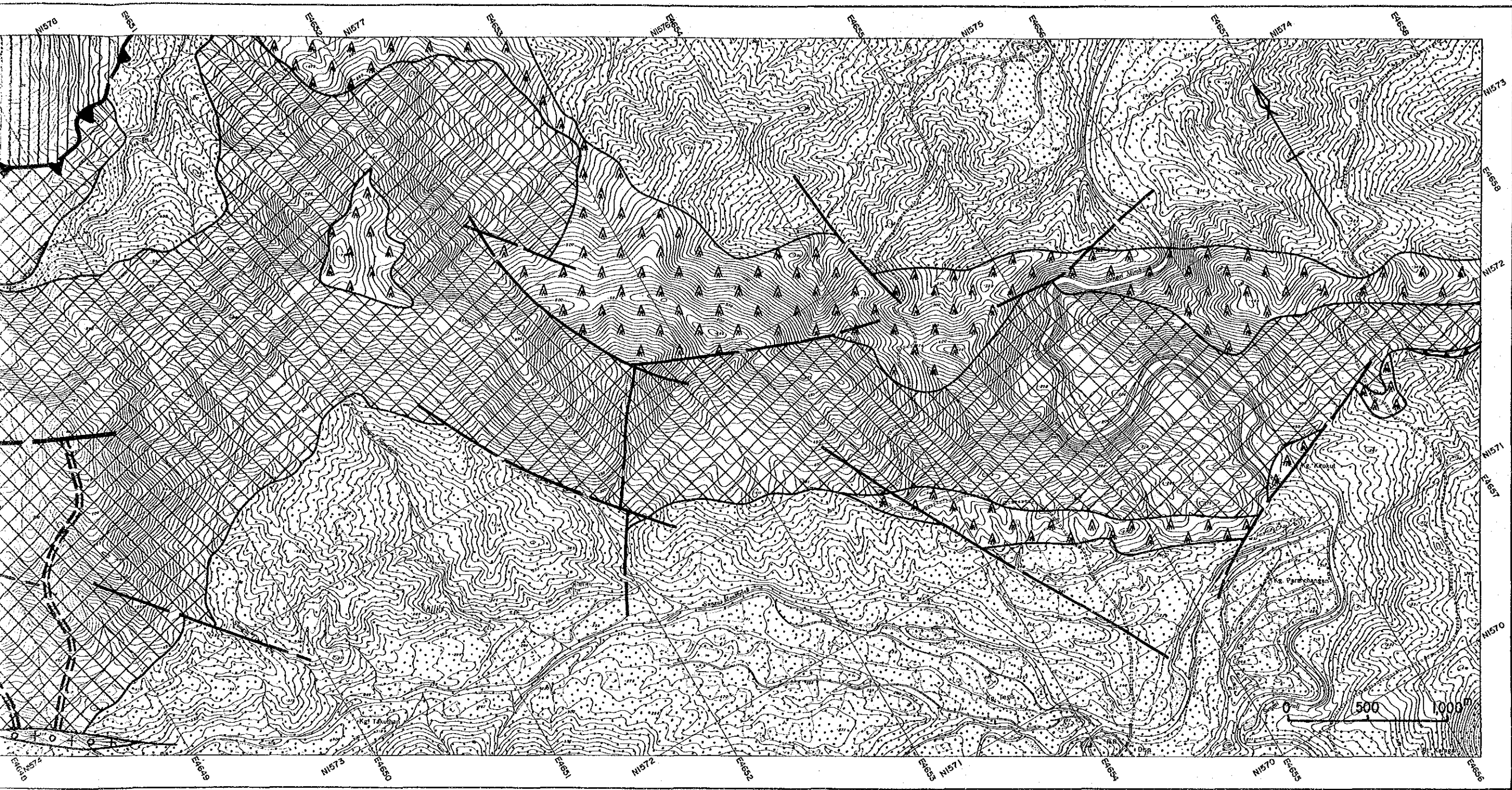


Fig. III-13 Geochemical Interpretation Map of Mankadau (bII) Area

Table III-5 Result of Factor Analysis in Mankadau (bII) Area

Factor loading

	factor-1	factor-2	factor-3
Cu	.845	.059	.128
Pb	.004	.345	.321
Zn	.852	.038	.091
Mo	.011	.446	.100
Au	.016	.089	.420

Factor contribution

factor	contribution
1	1.4398
2	.3308
3	.3143

Communarity

Cu	.7340
Pb	.2225
Zn	.7349
Mo	.2089
Au	.1847

なお東部の Paranchangan 地域周辺に集中する高い因子得点群は集落や農耕地であるため、汚染の可能性が高い。

(b) 第2因子

Pb, Mo の比較的高い負荷量を示す。単一成分の解析では Pb と Mo の間に僅かながら相関関係が認められている。この因子の寄与率は0.33で第1因子の1.44に比し、低い値である。因子得点は一般に低く、因子得点の高い試料は中央部及び西部のカンラン岩中に散在するに過ぎない。

(c) 第3因子

Au, Pb の挙動を特徴づける因子であり第2因子とほぼ同等の寄与率を示す。因子得点は一般に低く、高い値を示す試料は中央部の玄武岩溶岩中に散在している。

(iii) 考察

以上のように、因子分析では鉱化を特徴づける独立した因子は抽出されなかった。第1因子は主として岩相を反映した因子と考えられ、初生の含有量が明らかに異なるカンラン岩及びホルンフェルス中にも及んでいることから、その一部の鉱化作用を示す因子が含まれていると推定されるが、その程度は微弱と思われる。

Lingangaa 沢周辺では、どの元素の組合せについても高い因子得点が得られなかった。塊状の硫化銅鉱がほとんど Zn を含有しないことから、第1因子の Cu-Zn 因子得点の高い西部の微弱な黄鉄鉱鉱染は硫化銅鉱とは直接の関係はないものと考えられる (Fig. III-12, III-13)。

第4章 物理探査 (CSAMT 法電気探査)

4-1 調査概要

Mankadau 地区における CSAMT 法電気探査は、同地区の比抵抗構造を解明し、地質及び鉱床との総合的な検討から鉱床賦存の可能性の高い範囲を抽出し、今後の探査に指針を与えることを目的として、Bambangan 地区と同年度に実施した。

本調査地区も Bambangan 地区と同様、概査地区 (B I, 96km²) と準精査地区 (b I, 4 km²) に区分され、概査地区の測点は沢及び尾根沿いに伐開線を設定し配置した。準精査地区では地化学探査の測線を利用して密度の高い測点配置を行った。

調査内容及び調査量を以下に示す。

概査地区：測点間隔400～500m, 測点数167点

準精査地区：測点間隔100～150m, 測点数36点

4-2 調査結果

本調査地区では、50Ωm 以下の比抵抗が優勢に分布し、広範囲な低比抵抗帯を形成している。100Ωm 以上の比抵抗は、50Ωm 以下の比抵抗帯を2分するように地区中央部と地区北西端に認められる。また、これらの比抵抗構造は、Fig. III-14-1～3に示すように、2～3層構造を呈し、その比抵抗分布形態からは WNW-ESE 系のトレンド及び N-S 系構造が看取される。

50Ωm 以下の低比抵抗は、地域中央～北東部、南東部及び南西部に認められ、その比抵抗構造は2層構造を呈する。中央～北東部の低比抵抗帯は、地域面積のほぼ50%を占め、地表浅部から深部に分布する。南東部の低比抵抗帯は、全体的に地域中央～北東部のものと同様、地表浅部から深部まで一様に分布するが、南西部のものは、地表下200m 程度まで3つの独立した分布形態を示す。南西部の異常の深部では“逆V字”型に連続して分布する。この形態は30Ωm 以下の比抵抗コーナーに顕著にみられる。

また、50Ωm 以下を含む100Ωm 以下の低比抵抗分布は、Fig. III-15に示すように地域北東部で陥没構造を示唆する分布形態を示す。

一方、100Ωm 以上の比抵抗のうち地区中央部のものは、超塩基性岩の分布形態に調和的であり、局所的な小規模形態を呈し、NW-SE 方向に点在する。この地域には NE-SW 方向の構造線が推定される比抵抗変化が2箇所認められていることから、比抵抗の不連続は、推定される多くの断層によって形成された複雑な構造に起因していると考えられる。

したがって、地区中央部に NW-SE 方向に分布する超塩基性岩は、2本の構造線(断層)に挟まれ、かつ N-S 系の構造規制を受けているため、カンラン岩のブロック化が進み、比抵抗変化

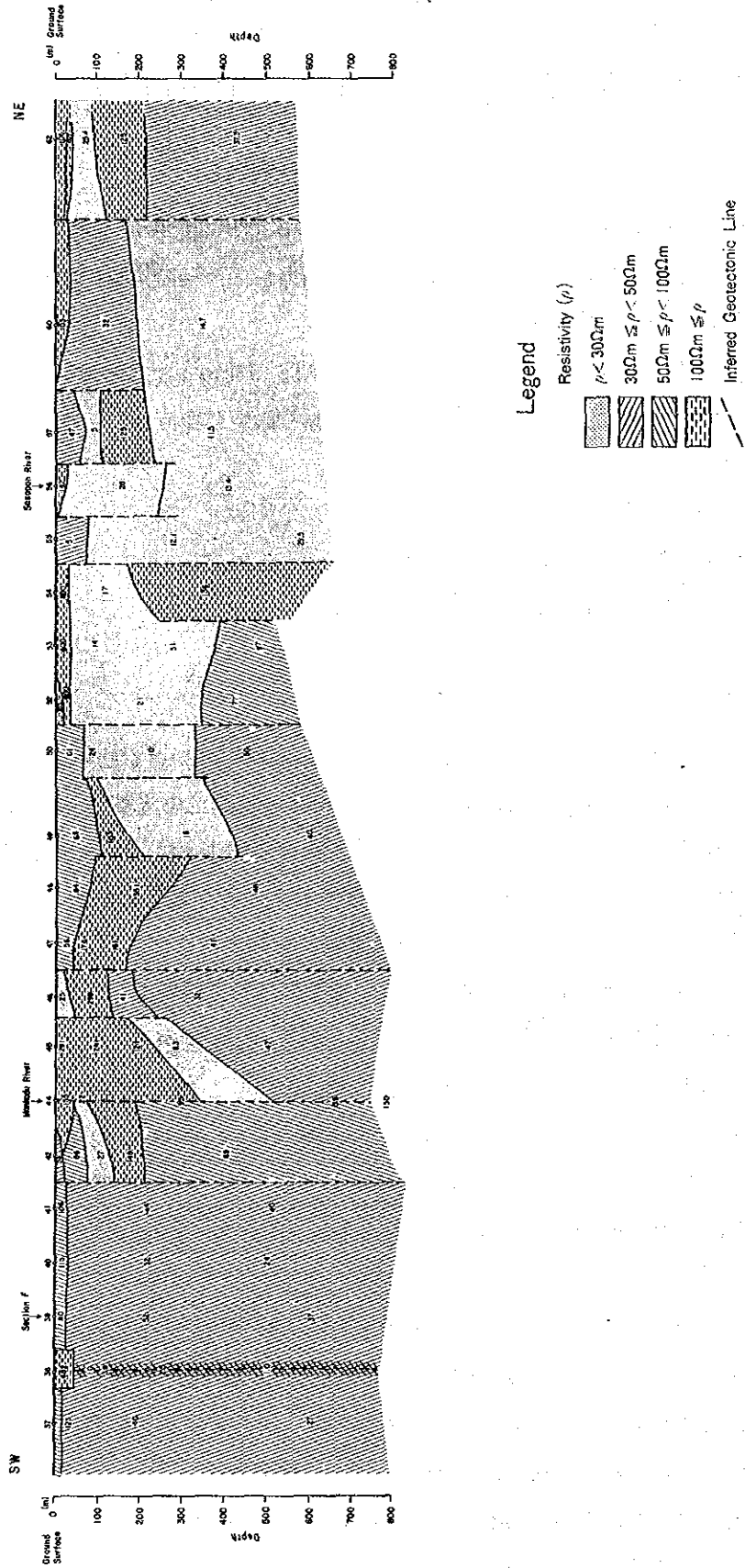


Fig. III-14-1 Resistivity Structural Map in Mankadai (B) Area (Section E)

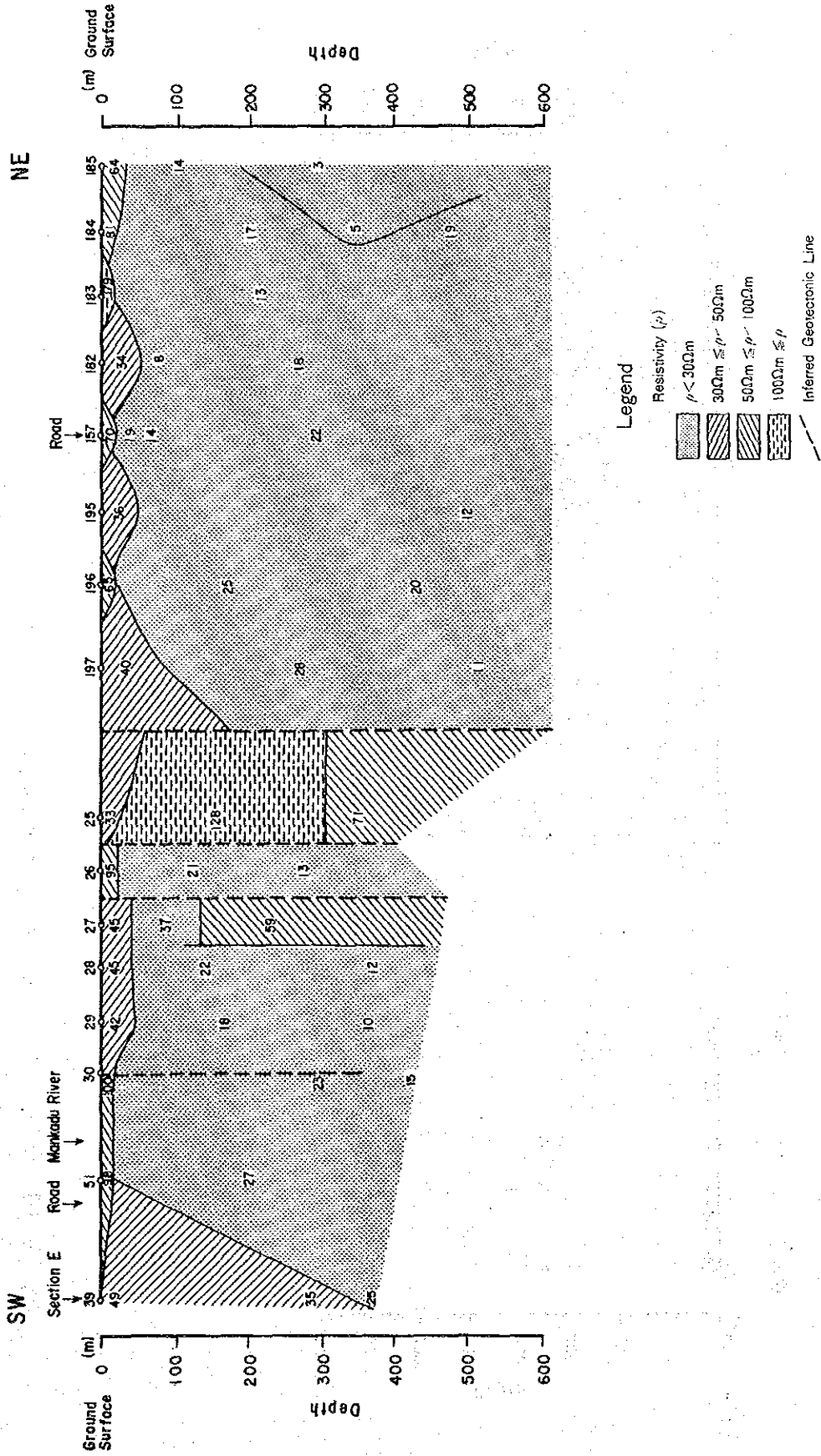


Fig. III-14-2 Resistivity Structural Map in Mankadau (B) Area (Section F)

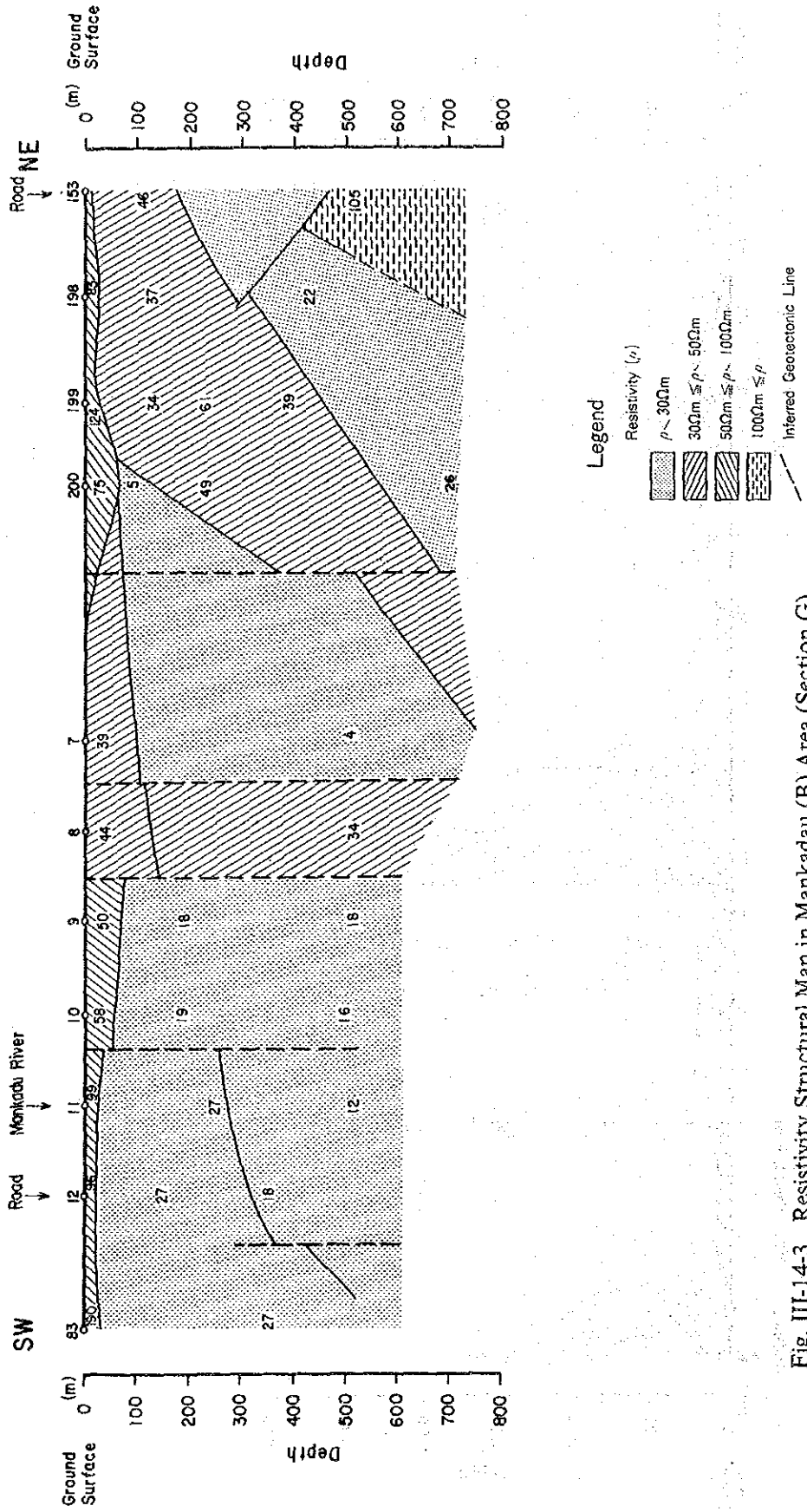
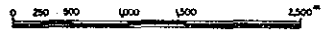
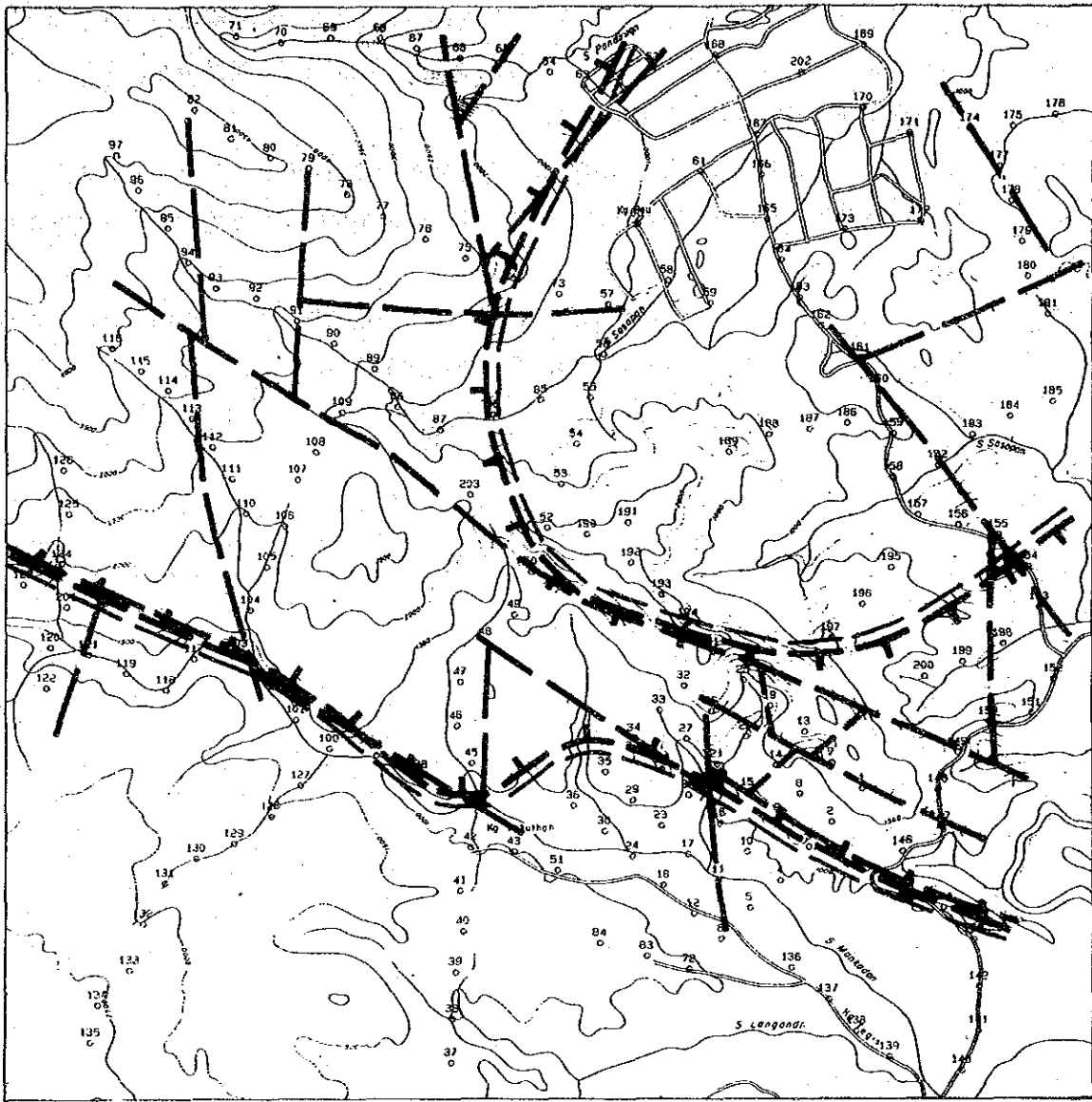


Fig. III-14-3 Resistivity Structural Map in Mankadau (B) Area (Section G)



LEGEND





- 
Station and No.
- 
Line of Discontinuity
- 
High Resistivity Zone
- 
Resistivity Contour
(Dip 150m)

Fig. III-15 CSAMT Interpretation Map in Mankadau (B) Area

は局所的な異常形態を呈していると考えられる。比抵抗のブロック化（小規模形態）は本地区では深部ほど顕著である。一方、地区北西端のものは、地表から深部まで比抵抗分布に変化が認められず、塊状の高比抵抗岩体の存在を示唆している。

また、100 Ω m以下の比抵抗帯は、各周波数において層変化の認められないフラット曲線を呈しており、砂岩を主体とする厚い堆積時代末詳のホルンフェルスを反映したものであろうと考えられる。

したがって、本地区には、マムート鉱床周辺の比抵抗構造から類推すると、解明された比抵抗帯のうち鉱化作用に起因すると考えられるものはない可能性が強い。

第 IV 部 PALIU (c) 地区

第1章 地 質

1-1 地質概説

本地区には、Trusmadi 累層に対比される堆積岩類が広く分布し、これを貫く新第三紀鮮新世末期の活動と推定される花崗閃緑斑岩の多数の岩脈及び岩株がある。

本地区の地質図及び模式層序図を Fig. IV-1 に示す。

1-2 地質各説

1-2-1 堆積岩類

堆積岩類は主として砂岩よりなり、泥岩及び頁岩の薄層を挟む。これら堆積岩類は、下位より砂岩よりなる部層、砂岩中に泥岩の薄層が挟まれる部層、砂岩中に頁岩の薄層が挟まれる部層に大別することができる。これら部層は、概して下位部層が調査地区の北部に、以下順次中央部、南東部へと下位部層が分布する。

砂岩は、主に中粒から細粒で淡灰色～灰色を呈する。層理の発達に乏しく、しばしば塊状・堅硬である。この砂岩は、泥岩の薄層（数 cm から数10cm）とリズミカルに互層する場合も多く岩相変化に富んでいる。

泥岩は薄層として砂岩中に挟まれる暗灰色から黒色のち密な岩石である。一般に層理が良く発達し、走向方向の連続性に富む。薄い砂岩あるいはシルト岩を挟むことがある。

頁岩は、赤褐色を呈し、シルト質でち密、剝離性を有する。

これらの堆積岩類は花崗閃緑斑岩の貫入岩体の周辺でホルンフェルス化している。全体の層厚は500m に達する。

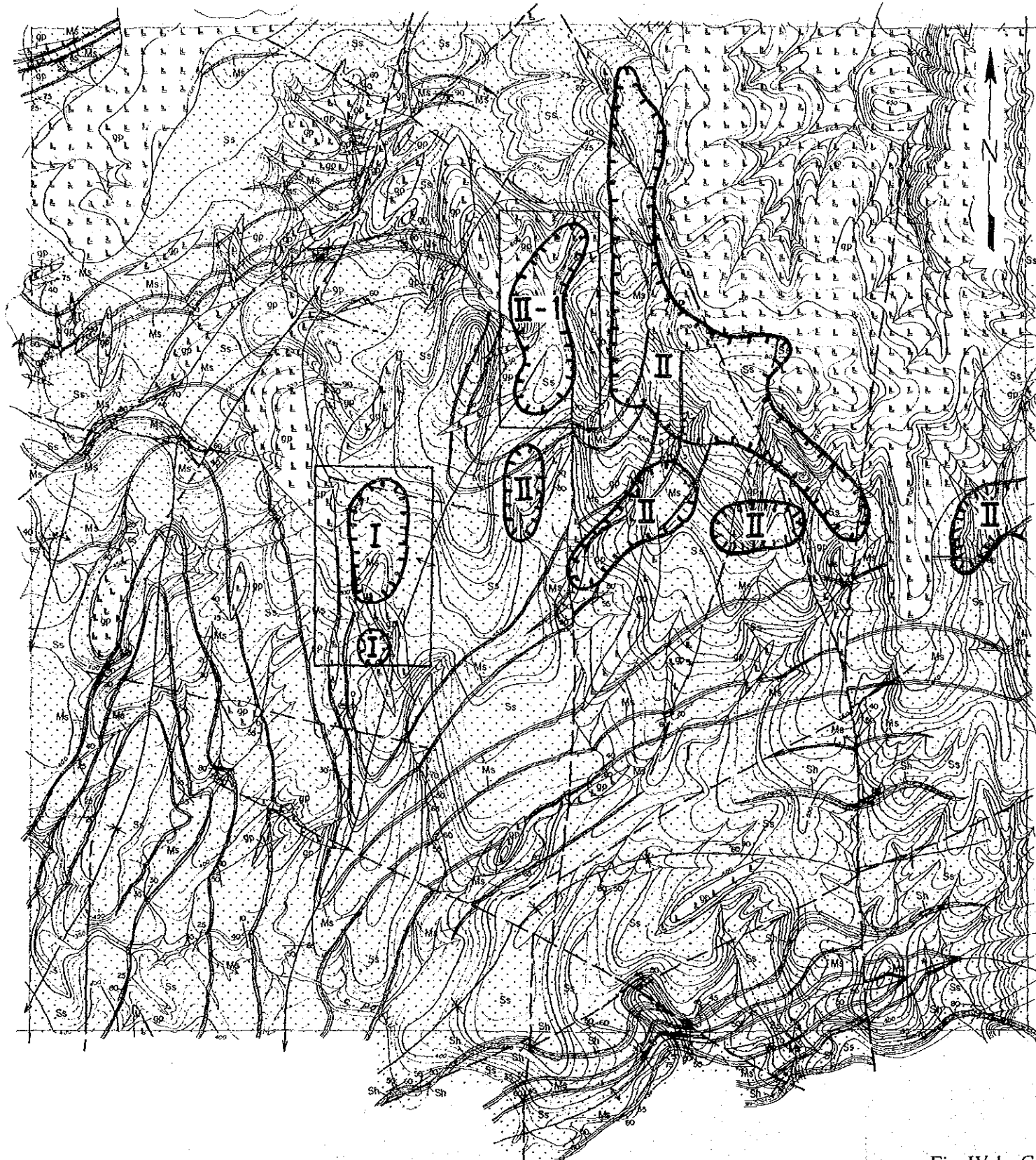
1-2-2 火成岩類

本地区の火成岩類は花崗閃緑斑岩のみで、北東部に最大の岩株があり、北部から中部にかけて、大小種々の岩株・岩脈が多数分布する。

本岩は斑状組織を示し、多量の角閃石及び黒雲母の斑晶によって特徴づけられる。石基は完晶質で石英及び斜長石を主とし、少量の黒雲母、普通角閃石を含む。岩質はほぼ一定であるが、岩株内の一部で等粒状の組織を示し花崗閃緑岩様岩石となっている。堆積岩との境界付近に砂岩、泥岩の捕獲岩がよく認められる。

1-3 地質構造

本調査地区には新第三紀以降の断層及び褶曲構造が発達する。一般に N-S 系の断層の発達が著しく、これと斜交する断層も多い。貫入岩は N-S 系のものが多く、断層に関係があるとみら



Cretaceous	Upper	Chert-Spille Formation	Tertiary	
			Pala-eocene	Oligocene
			Trusmodi Formation Lower	Crocker Formation Upper



LEGEND

	shale
	mudstone
	sandstone
	granodiorite porphyry

note) Granodiorite porphyry is supposed to be intruded in Late Pliocene age.

LEGEND

Trusmodi Formation		
sandstone	mudstone	shale
Intrusive Rock		
		granodiorite porphyry
	Syncline	
	Fault (certain)	
	Strike and dip	
	Geochemical anomalous zone	
	Trenching area	

Fig. IV-1 Geological Map with Geochemical Interpretation of Paliu (c) Area

れるが、これらの断層は一般に変位量は小さく、局所的な構造を反映するもので、大規模な地質構造を支配するものではない。ただ N—S 系と NE—SW 系の断層はキナバル山周辺地域の構造線と同じ方向性を示している。

一方、褶曲構造は複雑であるが、東部より西部に向かって E—W から NE—SW 及び N—S へと褶曲軸の方向が放射状に順次変化する傾向がある。

地層の傾斜は西部で 20° — 40° 、南東部で 50° — 60° である。

第2章 鉍化作用

調査地区内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細脈～鉍染型で、いわゆるポーフィリー・銅型である。また鉍化作用に関連する変質作用として、珪化作用及び緑泥石化作用が認められた(Fig. IV-2)。

鉍化帯は、調査地区の東部から中央部、及び北西部から西部にかけて認められる。

(1) 東部及び中央部

鉍化帯は花崗閃緑斑岩の岩株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鉍染状の黄鉄鉍によって特徴づけられる。地域によっては不規則な石英細脈を伴っている。鉍石鉍物としては、黄鉄鉍、磁硫鉄鉍及び極く少量の黄銅鉍である。

(2) 北西部及び西部

鉍化帯は大小様々の岩脈の周辺にあり、鉍染状及び細脈状の鉍化作用である。鉍石鉍物は黄鉄鉍、磁硫鉄鉍及び微量の黄銅鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍、輝水鉛鉍から成り、貫入岩と堆積岩の双方に認められる。

また、第1年次の土壌及び河床堆積物による地化学探査によって、Fig. IV-1に示す地化学異常帯が抽出されたが、これらはいずれも貫入岩と堆積岩との境界付近に分布していることが判明した。

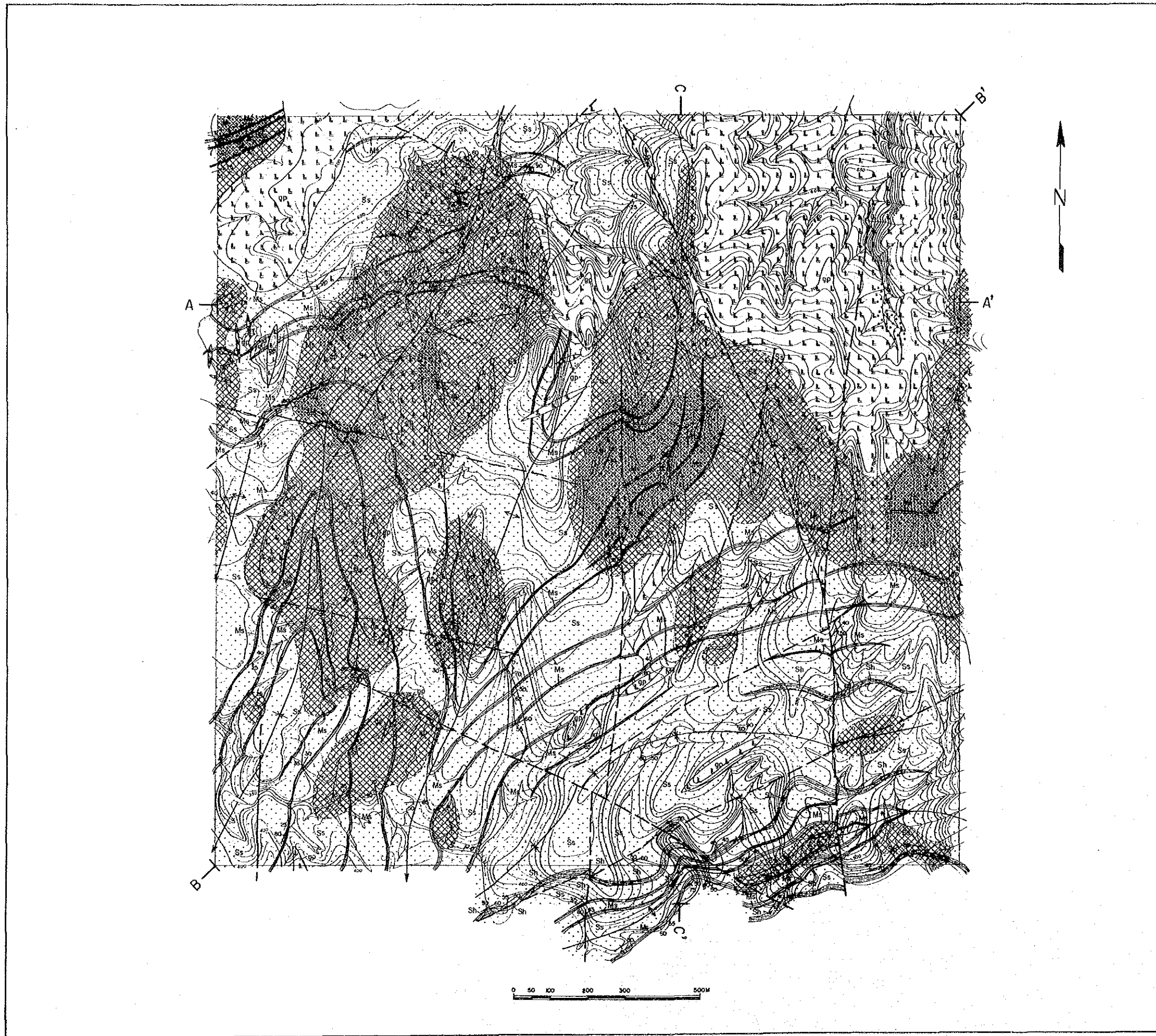


Fig. IV-2 Distribution Map of Alteration Zone in Paliu (c) Area

第3章 地化学探査

3-1 河床堆積物による地化学探査

3-1-1 調査概要

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に考慮した。採取位置は各沢において50m間隔となるよう選定した。この方法によりC地区から合計665個の試料を採取し、自然乾燥後、化学分析用試料とした。

現地で調整した全試料はマレーシア地質調査所サバ支所に送られ、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の3成分である。

各成分の検出限界は、Cu, Pb, Znのいずれも1ppmである。

3-1-2 調査結果

データの解析は、単一変量解析及び多変量解析によった。

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た。ヒストグラム及び累積頻度曲線はFig. IV-3とFig. IV-4に示す通りである。また、Table IV-1にそれぞれ統計値、相関係数を示す。

また、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。なお、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。

(1) 単一変量解析による解析結果

各元素のしきい値 $\bar{X}+2t$ 以上を示す値の分布は次のとおりである。

Cu：主として花崗閃緑斑岩が分布する調査地区の中央部から北東部の支沢上流に位置し、地区南部及び西部では一般に低い傾向にある。

Pb：Cuの分布と異なり、地区中央部より北部に広がる珪化帯中で高い値を示す。

Zn：Pb分布とほぼ一致している。

(1) 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Fig. IV-5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N-S沢の最上流で採取されたNo. 389及び地区南西のNNE-SSW沢最上流のNo. 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。

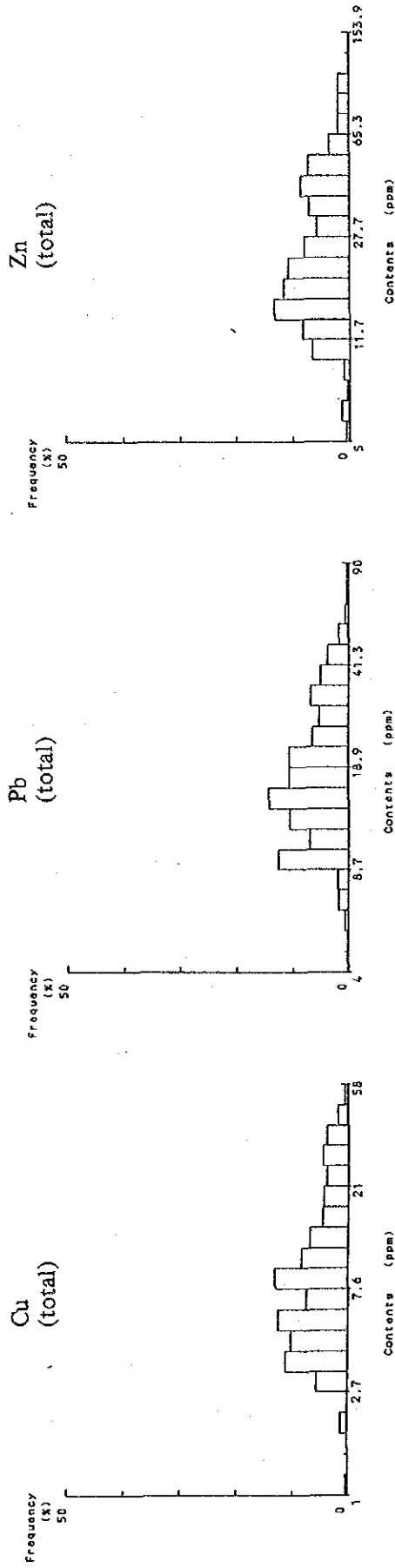


Fig. IV-3 Histogram for Stream Sediment Samples in Palau (c) Area

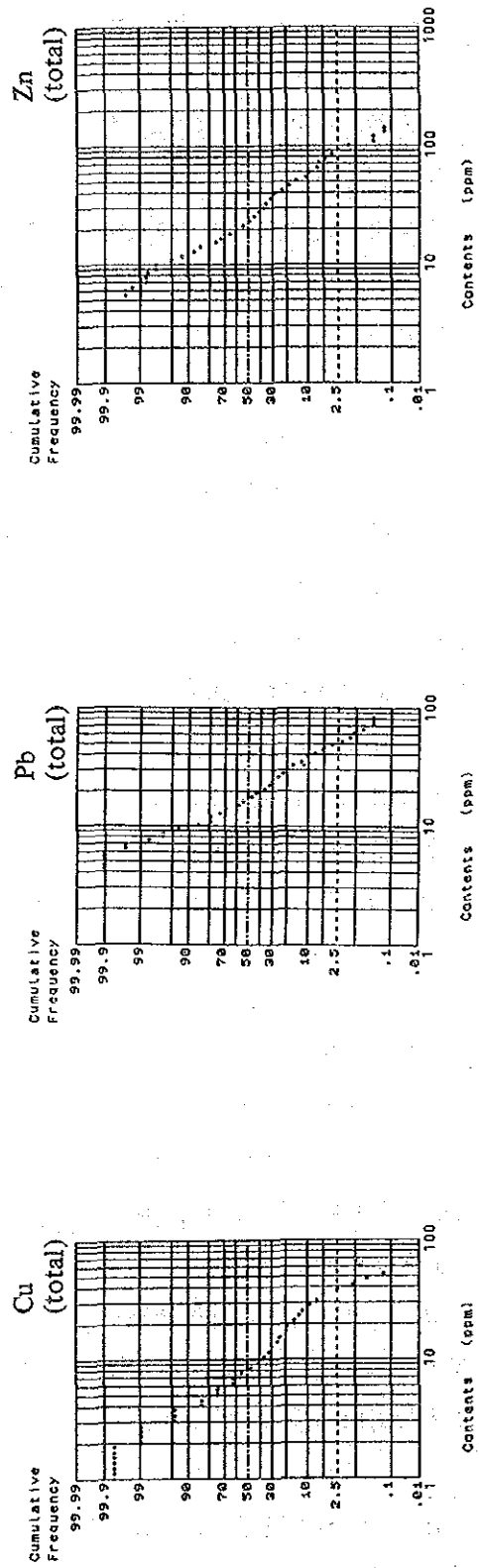
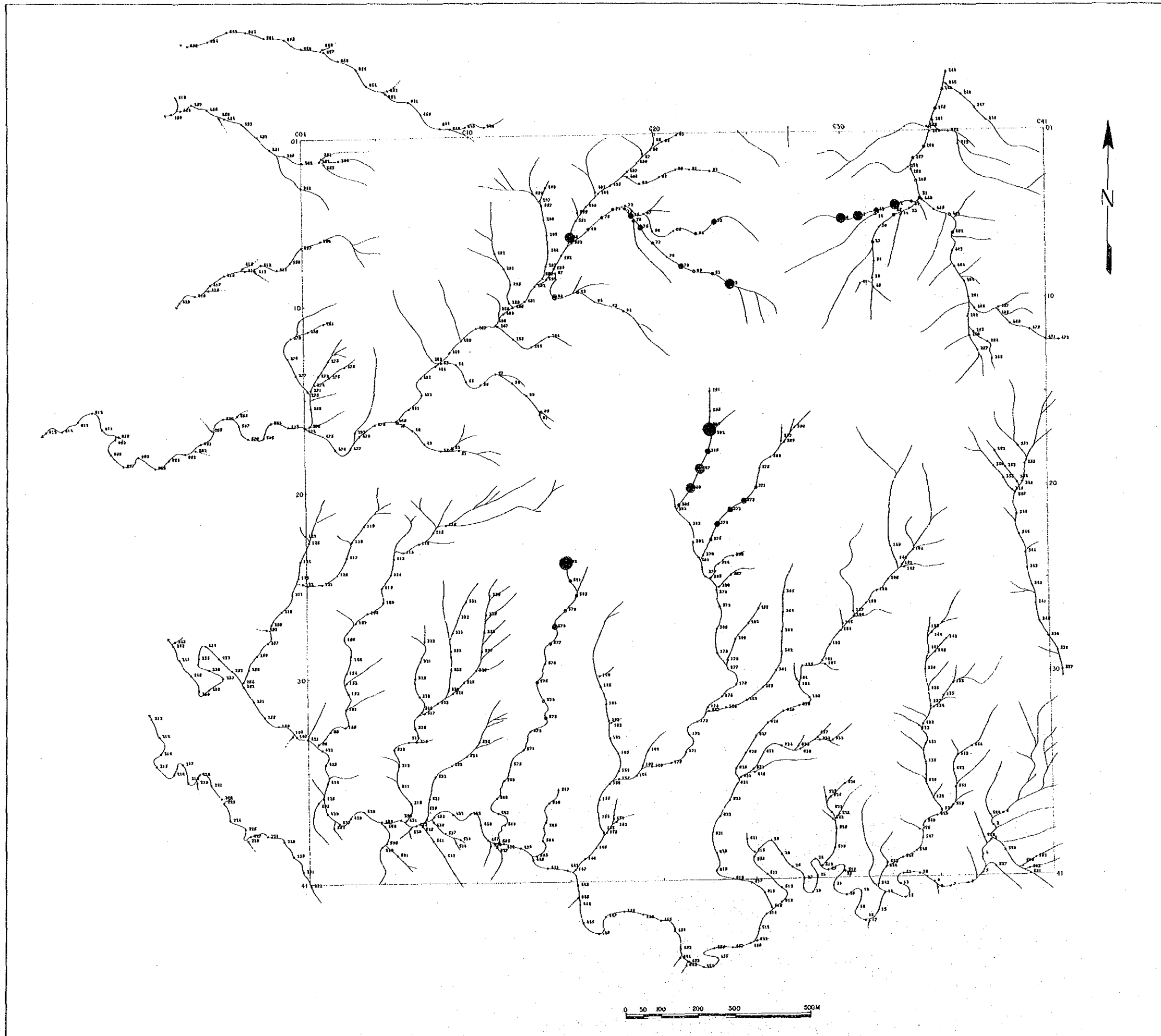


Fig. IV-4 Cumulative Frequency Curve for Stream Sediment Samples in Palau (c) Area



LEGEND

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

Fig. IV-5 Score-Sum Map of Stream Sediment Samples in Paliu (c) Area

Table IV-1 Statistic Values for Stream Sediment Samples in Paliu (c) Area

			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

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

これらの地域は、単成分解析において判明した Pb, Zn 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鉱化・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。

3-2 土壌による地化学探査

3-2-1 調査概要

第 1 年次に、cI 地区全域について、b 地区と同様に 50m×50m のグリッド・システムにより合計 1,681 個の試料を採取し、マレーシア地質調査所サバ支所において Cu, Pb, Zn, Au, Mo の分析を行った。

また、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 (Fig. IV-6, Fig. IV-7) を作成した。

異常を示すしきい値として、全体の 2.5% を占める $\bar{X}+2t$ 値をとったが、 $\bar{X}+t$ 及び $\bar{X}+3t$ も補助的に用いた。

各元素ごと、岩相ごとの各統計値を Table IV-2 に示す。

3-2-2 調査結果

(1) 単一変量解析による解析結果

分析された 5 元素のうち、Cu, Pb, Zn, Au の 4 元素の分布について検討を行った。このうち Au については各測線の 1 から 28 までの合計 1,148 個の分析値のみを解析の対象としたが、Mo 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。

各元素のしきい値 $\bar{X}+2t$ 以上の分布は次のとおりである。

Cu: 主として貫入岩に近い堆積岩中にあり、特に調査地区の北東部に貫入する花崗閃緑斑岩の周辺部に分布している。

Pb: 概して調査地区の中央北部に分布し、上記斑岩の西側にも細長く伸びている。

Zn: Pb の分布とよく一致している。

Mo: 最大値 11ppm。ほとんど全部が検出限界で明瞭な傾向を示さない。

Au: 最大値 0.72ppm。北東部の斑岩中に散在している。

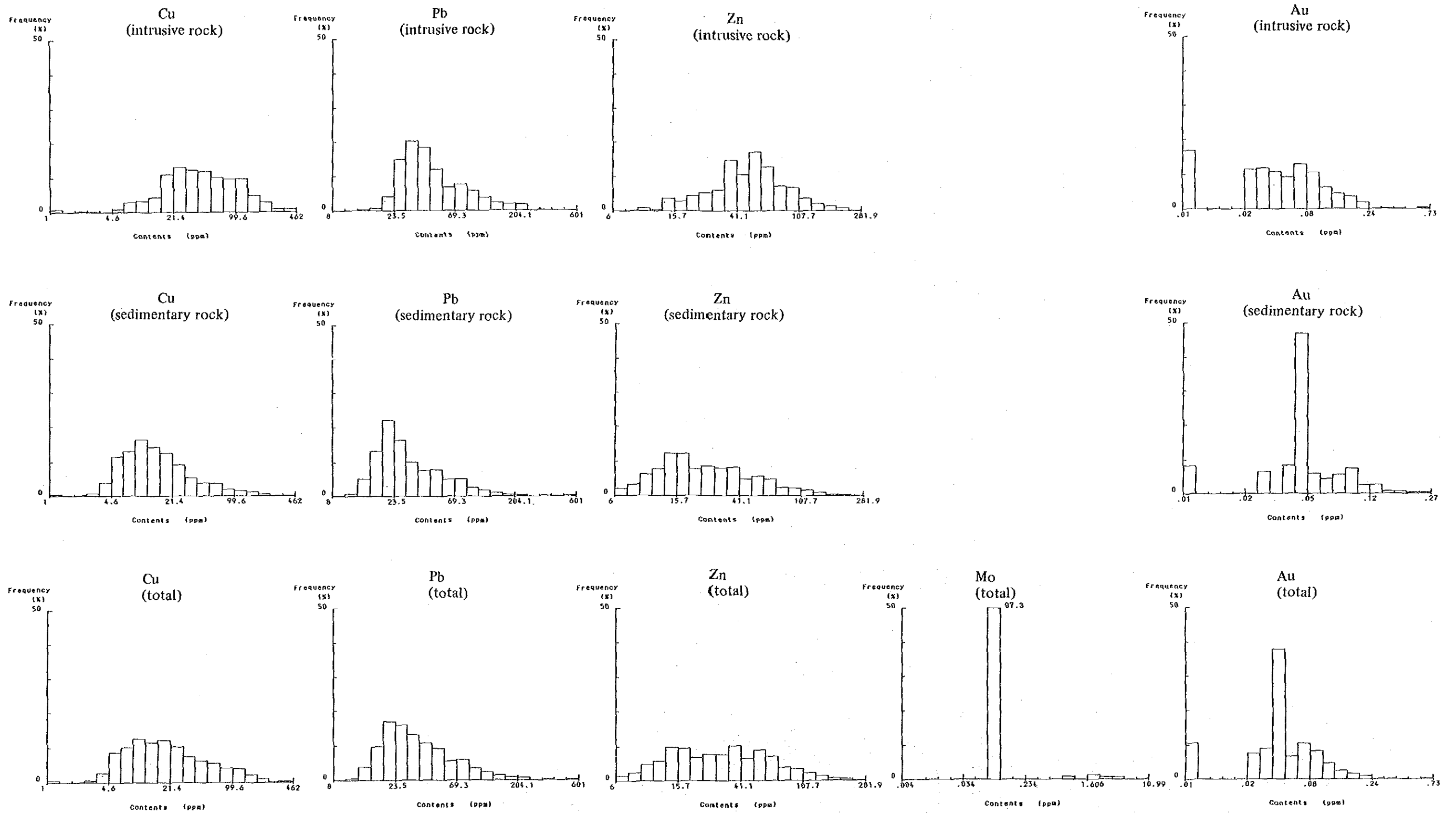


Fig. IV-6 Histogram for Soil Samples in Paliu (c) Area

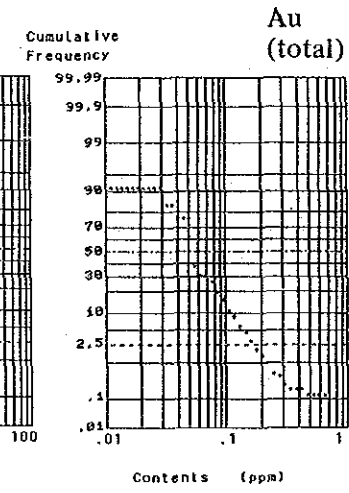
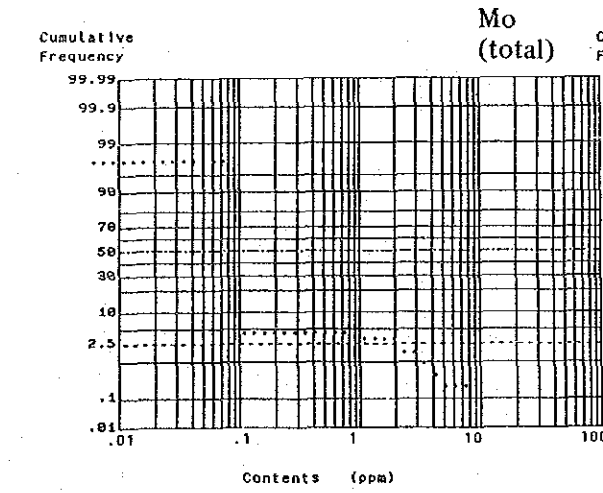
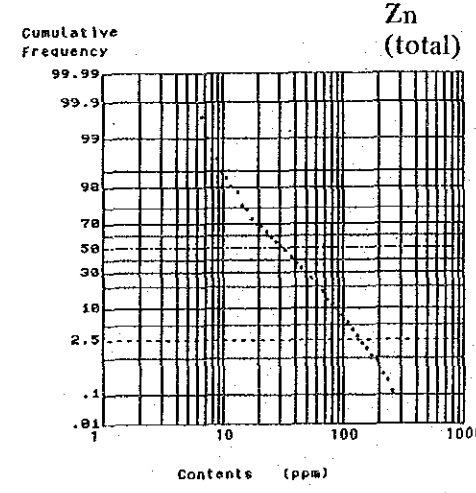
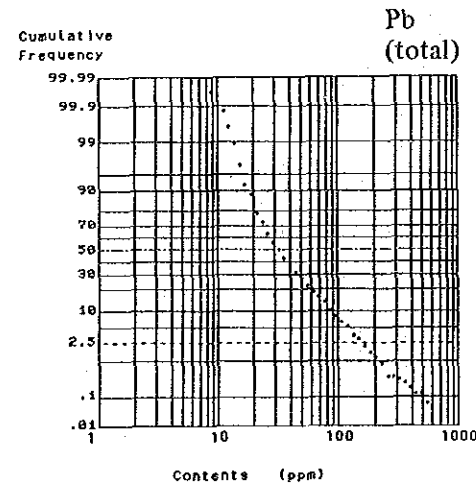
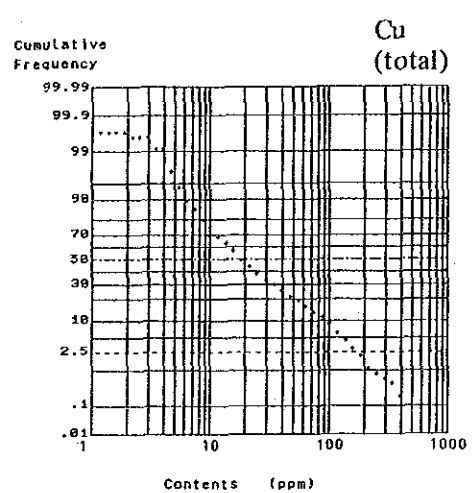
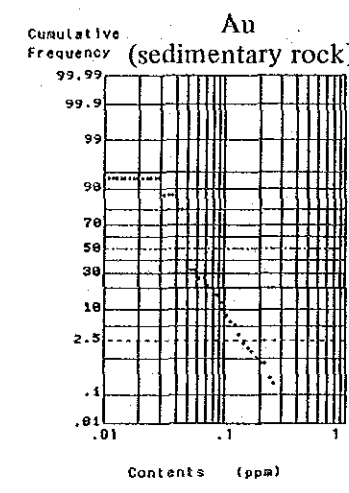
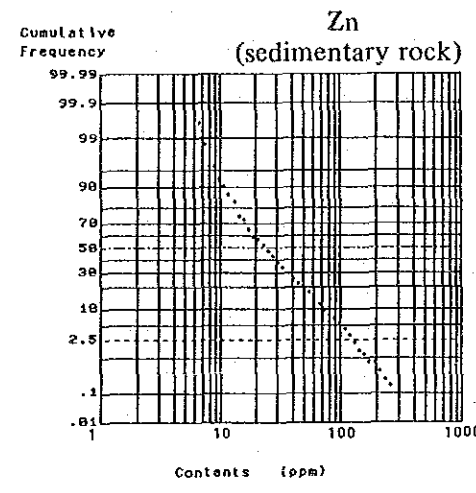
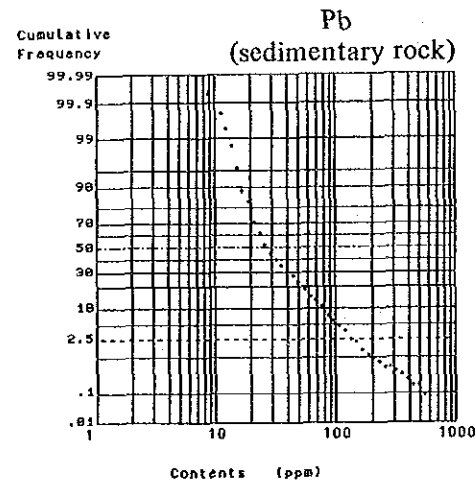
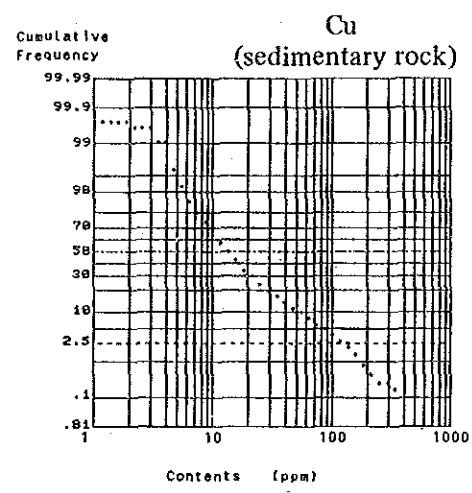
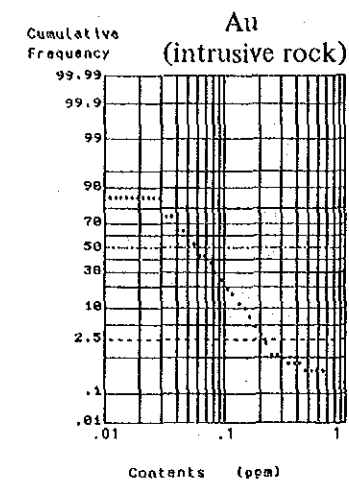
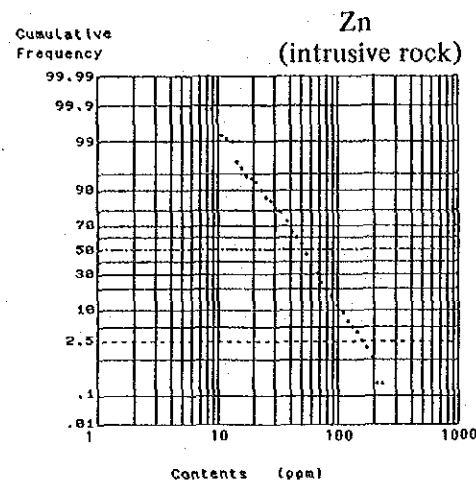
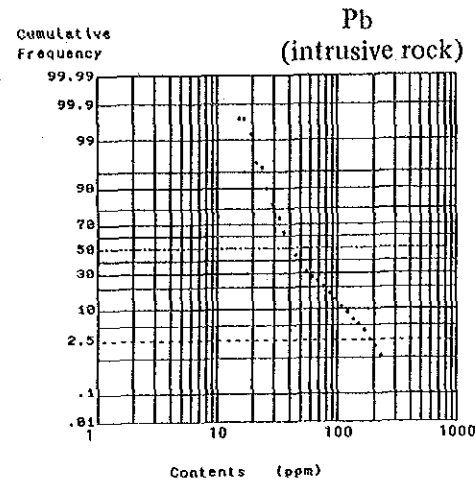
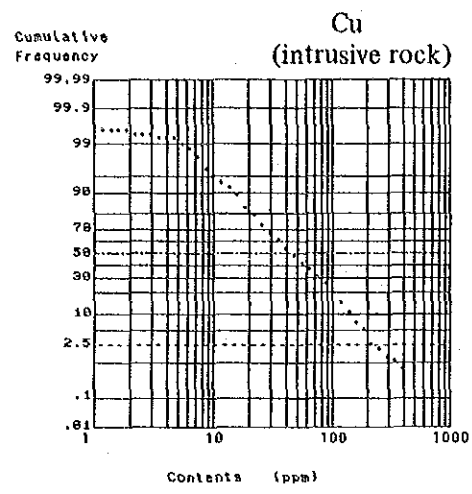


Fig. IV-7 Cumulative Frequency Curve for Soil Samples in Paliu (c) Area

Table IV-2 Statistic Values for Soil Samples in Paliu (c) Area

			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

(2) スコア・サムによる解析結果

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。これらの結果は地質図上に示した (Fig. IV-1)。

本解析に使用した元素は Cu, Pb, Zn, Au の4元素である。Mo 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、除外した。また Au の分析総数は前述の通り1,148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 Cu, Pb, Zn, Au 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などである。

以上の分布状況により、次の事実が認められた。

- ①スコア・サム図は地質状況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、岩体をと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15,000m²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行わ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 Table IV-3 に示す。

(4) 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析を実施した。

この解析を地質調査の結果と共に Fig. IV-1 に示す。

この解析図から地化学異常帯として次の地域が抽出された。

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鉍化作用の認められ

Table IV-3 Result of Factor Analysis in Paliu (c) Area

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、本地区の鉱化作用の解明に有効であった。その内容は以下のとおりである。

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異常分布が認められた。

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。従って、岩相ごと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。

次に、前述の沢砂による地化学探査の勧析結果を土壌による地化学探査の結果と比較してみると、下記のようなことが考えられる。

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、土壌地化学探査の 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、土壌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鉱化・珪化帯の分布に一致する。

③一般に土壌と沢砂では、その異常帯の位置は概して100m 程度ずれる。

④本地区では、Pb と Zn の相関が高く、沢砂及び土壌による両地化学探査で確認された。

第4章 トレンチ調査

4-1 調査概要

トレンチ調査は、第1年次に実施した地化学探査により得られた異常帯のうち、Fig. IV-1に示すように、1) 地区内中央部付近に分布する異常帯を包含する地区 (I地区)、及び2) 地区北東部に貫入した花崗閃緑斑岩岩株の周辺部に抽出された多数の異常帯のうちの最大異常帯を含む地区 (II-1地区) について、合計10箇所実施した。

鉍化帯が花崗閃緑岩岩体の周辺部に分布することから、トレンチをこの分布に直交する方向に行った。

トレンチの位置は Fig. IV-1, 及び Fig. IV-8 に示したが、各トレンチの仕様は下記のとおりである。

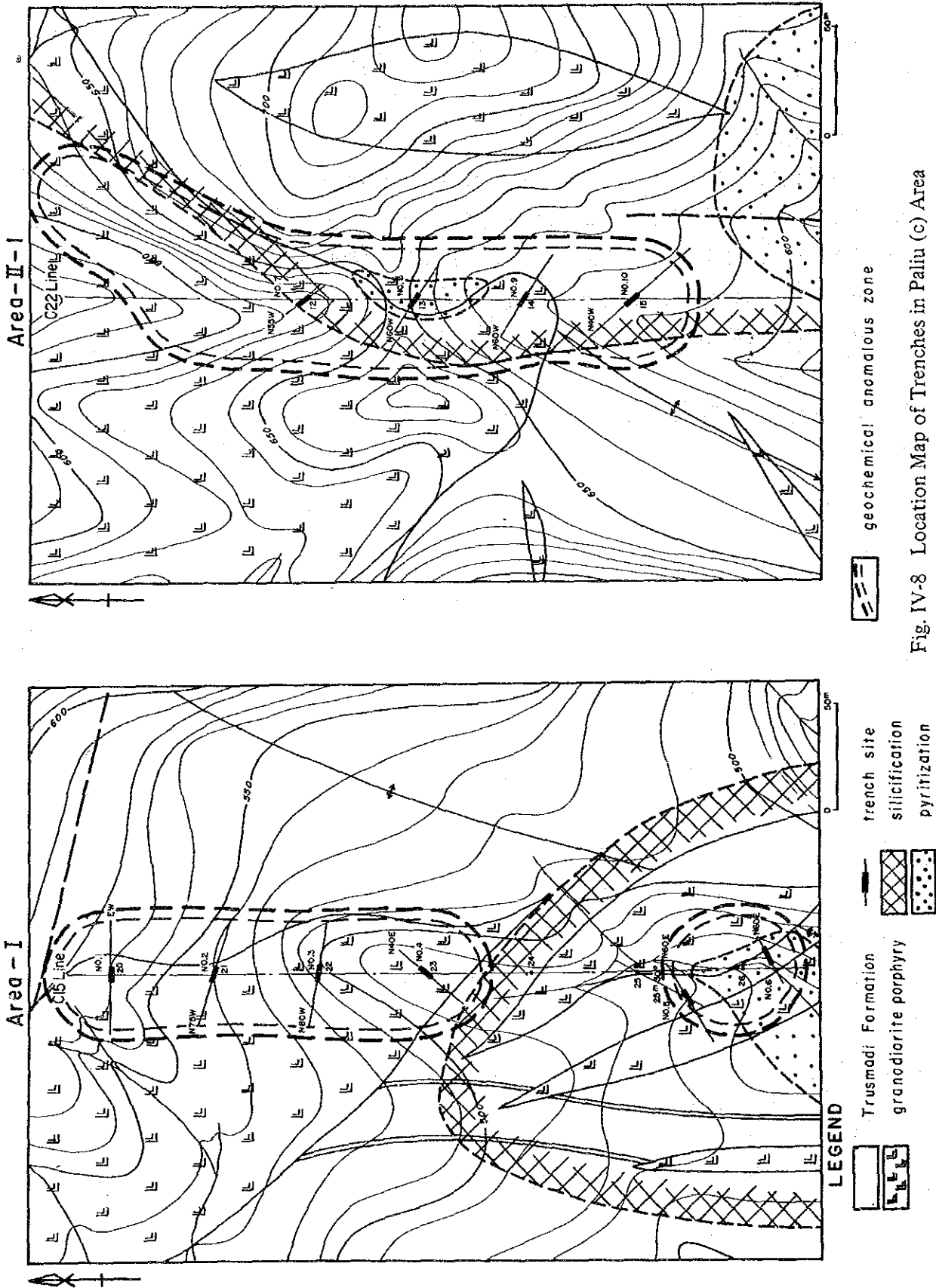


Fig. IV-8 Location Map of Trenches in Pailu (c) Area

Trench No.	Location	Direction	Scale			
			length (m)	width (m)	depth (m)	volume (m ³)
1	C15-20	E-W	4.8	1.0	2.3	11.0
2	C15-21	N75° W	5.5	1.0	1.2	6.6
3	C15-22	N80° W	5.4	1.4	2.7	20.4
4	C15-23	N40° E	4.5	0.8	3.2	11.5
5	25 m SSW of C15-25	N60° E	4.7	0.7	1.6	5.3
6	10 m SSE of C15-26	N60° E	6.5	1.8	1.5	17.6
7	C22-12	N35° W	6.6	1.4	2.2	20.3
8	C22-13	N60° W	6.2	1.3	1.5	12.1
9	C22-14	N60° W	4.9	0.5	3.4	18.9
10	C22-15	N40° W	5.0	1.0	1.6	8.0

4-2 調査結果

(1) トレンチ No. 1

トレンチ内には、花崗閃緑斑岩が分布し、本岩は上部では風化により真砂化している。弱い節理が発達し、不規則な脱色作用、粘土化が認められる。土壌には花崗閃緑斑岩の細礫～大礫が含まれる。鉍化作用は確認されなかった。

(2) トレンチ No. 2

トレンチ No. 1 と同様花崗閃緑斑岩で、その一部に塊状で堅固な灰色砂岩が分布する。花崗閃緑斑岩は風化により真砂化し、オニオン構造を特徴とする。弱い節理が発達する。一方砂岩はホルンフェルス化しており、強い珪化作用が認められる。この砂岩の一部はゼノリスのブロックとして花崗閃緑斑岩中にとりこまれている。両岩石の境界はシャープであるが不規則な形態を示している。トレンチ内の採試の分析の結果、珪化砂岩試料が Pb 最高品位0.605%を示したが、鉍化作用は確認されなかった。

(3) トレンチ No. 3

被覆土壌が厚く C 層に相当する花崗閃緑斑岩が確認された。花崗閃緑斑岩は風化され、真砂状の軟弱な岩石に変化しているが、原岩の組織をとどめている。一般にブロック状で局所的に弱い粘土化帯が認められ、また幅 1 cm 程度のアプライトの不規則な岩脈が貫入している。鉍化作用は確認されなかった。

(4) トレンチ No. 4

トレンチ No. 3 と同様に C 層に相当する花崗閃緑斑岩の風化した岩石が確認された。真砂化した岩石には、しばしば本岩石特有のオニオン構造が発達し、その中央部は、堅硬な礫として残留している。鉍化作用は認められなかった。

(5) トレンチ No. 5

灰色～灰褐色を呈する塊状・堅硬なシルト質砂岩で、節理によりブロック化している。節理に沿って弱い粘土化作用が観察される。また全体を通じて弱い珪化作用が認められるが、鉍化作用はみられない。

(6) トレンチ No. 6

灰色～淡灰色を呈する砂岩と、これに貫入した花崗閃緑斑岩の岩脈よりなる。砂岩は細粒～中粒の堅硬な岩石で節理が発達する。花崗閃緑斑岩との境界付近でホルンフェルスとなり、強い珪化作用を受けている。その外側は、脱色が進み、淡灰色の砂岩に変化している。一方花崗閃緑斑岩は、砂岩と不規則な境界を示し、一部細かい分岐脈を派生している。この境界はシャープで、淡灰色の粘土帯を挟むことがある。岩石は強く風化し、真砂化した軟弱岩に変化している。鉍化作用は、鉍染状並びに微細な鉍脈状の黄鉄鉍及び極く少量の黄銅鉍で、境界付近の砂岩及び花崗閃緑斑岩双方に認められ、砂岩中では珪化帯の分布にはほぼ一致している。鉍化部分から採取した試料を分析した結果、Au 品位のやや高い部分 (0.10～0.19g/t) が得られた。なお、本トレンチに隣接する小沢に露出する砂岩及び花崗閃緑斑岩にも同様の鉍化作用が認められる。

(7) トレンチ No. 7

本トレンチでは被覆土が厚く、B～C層に相当する花崗閃緑斑岩の風化した岩石を確認しただけであるが、その一部に褐灰色を呈する泥岩の分布を認めた。花崗閃緑斑岩は風化により軟弱な岩石に変化しているが、最大 3 m にも達する節理の発達した巨礫が多数残存する。一方泥岩はシルト岩質で、塊状を呈し、花崗閃緑斑岩とは不規則ではあるがシャープな境界を示している。鉍化作用は認められなかった。

(8) トレンチ No. 8

青褐色泥岩の薄層を挟む砂岩と、これに貫入した花崗閃緑斑岩が分布する。砂岩は灰色を呈し、塊状・堅硬で、不規則な節理が発達する。花崗閃緑斑岩との境界付近では、著しい珪化作用が認められる。また節理に沿って褐鉄鉍に汚染されている。泥岩は、砂岩に比べ軟弱で、片理が発達

する10cm程度の薄層である。さらに花崗閃緑斑岩はシャープな境界で砂岩及び泥岩に接している。鉍化作用は、砂岩中の珪化帯に黄鉄鉍及び極少量の四面銅鉍による鉍染型のものである。

(9) トレンチ No. 9

C層に相当する風化した花崗閃緑斑岩が分布するが、真砂化した岩石には、オニオン構造が発達し、その中心部は礫状を示し堅硬である。弱い節理に沿って褐鉄鉍の汚染が認められる。鉍化作用は認められなかった。

(10) トレンチ No. 10

灰色の塊状砂岩で、灰褐色泥岩の薄層を挟む。砂岩は塊状で不規則な節理が発達する。泥岩は幅3～5cm程度の軟弱な岩石で、NNW—SSEの走向を示す。砂岩にはほぼ全体を通じて弱い珪化作用が認められる。鉍化作用は確認されなかった。

なお、各トレンチからの採取試料の化学分析結果は、Table IV—4のとおりである。

Table IV-4 Result of Chemical Analysis of Trench Samples in Palu (c) Area

Ser. No.	Sample No.	Trench No.	Assay Result					Remarks
			Au (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	
1	1-1	No. 1	0.07	373	163	23	1	
2	1-2	No. 1	0.07	280	250	26	1	
3	1-3	No. 1	0.06	268	353	33	1	
4	1-4	No. 1	0.06	206	248	42	1	
5	1-5	No. 1	0.04	388	387	143	1	
6	1-6	No. 1	0.06	765	2,330	305	1	
7	1-7	No. 1	0.04	1,050	1,900	459	1	
8	1-8	No. 1	0.03	220	127	177	1	
9	2-1	No. 2	0.11	990	2,830	450	3	
10	2-2	No. 2	0.06	422	6,052	398	3	
11	2-3	No. 2	0.03	533	810	420	1	
12	2-4	No. 2	0.04	265	101	326	1	
13	2-5	No. 2	0.04	199	46	370	1	
14	2-6	No. 2	0.04	91	33	360	1	
15	2-7	No. 2	0.03	143	45	488	1	
16	2-8	No. 2	0.06	338	155	365	1	
17	3-1	No. 3	0.04	186	107	275	2	
18	3-2	No. 3	0.04	80	80	223	1	
19	3-3	No. 3	0.06	90	38	456	1	
20	3-4	No. 3	0.05	49	52	263	1	

Ser. No.	Sample No.	Trench No.	Assay Result					Remarks
			Au (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	
21	3-5	No. 3	0.04	67	51	266	2	
22	3-6	No. 3	0.03	109	205	281	1	
23	3-7	No. 3	0.03	55	166	346	1	
24	3-8	No. 3	0.03	91	40	218	1	
25	3-9	No. 3	0.03	157	325	252	1	
26	3-10	No. 3	0.04	130	108	698	1	
27	4-1	No. 4	0.04	55	23	255	1	
28	4-2	No. 4	0.03	73	25	135	1	
29	4-3	No. 4	0.04	59	37	180	1	
30	4-4	No. 4	0.03	66	26	272	1	
31	4-5	No. 4	0.01	92	45	165	1	
32	4-6	No. 4	0.04	53	23	100	1	
33	4-7	No. 4	0.04	186	43	176	4	
34	4-8	No. 4	0.04	287	103	301	4	
35	5-1	No. 5	0.04	51	67	75	1	
36	5-2	No. 5	0.07	89	59	80	1	
37	5-3	No. 5	0.01	89	53	90	2	
38	5-4	No. 5	0.04	70	65	86	1	
39	5-5	No. 5	0.03	43	55	82	1	
40	5-6	No. 5	0.01	89	43	72	1	

Ser. No.	Sample No.	Trench No.	Assay Result					Remarks
			Au (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	
41	5-7	No. 5	0.09	60	96	33	1	
42	5-8	No. 5	0.03	88	62	75	1	
43	6-1	No. 6	0.14	78	30	49	1	
44	6-2	No. 6	0.16	60	31	31	1	
45	6-3	No. 6	0.11	62	54	33	2	
46	6-4	No. 6	0.14	53	27	25	1	
47	6-5	No. 6	0.11	45	24	19	1	
48	6-6	No. 6	0.11	88	31	46	2	
49	6-7	No. 6	0.10	90	28	42	1	
50	6-8	No. 6	0.17	211	60	103	11	
51	6-9	No. 6	0.14	66	27	42	15	
52	6-10	No. 6	0.19	103	38	83	2	
53	6-11	No. 6	0.13	75	26	27	8	
54	6-12	No. 6	0.13	63	32	55	1	
55	6-13	No. 6	0.11	62	39	87	1	
56	7-1	No. 7	0.04	83	226	310	1	
57	7-2	No. 7	0.04	81	185	233	1	
58	7-3	No. 7	0.03	126	126	428	1	
59	7-4	No. 7	0.05	86	675	345	2	
60	7-5	No. 7	0.07	60	376	226	1	

Ser. No.	Sample No.	Trench No.	Assay Result					Remarks
			Au (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	
61	7-6	No. 7	0.03	55	755	246	2	
62	7-7	No. 7	0.04	63	380	241	3	
63	7-8	No. 7	0.03	73	385	326	3	
64	7-9	No. 7	0.03	52	263	285	2	
65	7-10	No. 7	0.07	53	556	238	3	
66	8-1	No. 8	0.01	72	430	530	2	
67	8-2	No. 8	0.03	56	950	388	1	
68	8-3	No. 8	0.08	28	180	330	1	
69	8-4	No. 8	0.05	19	470	168	1	
70	8-5	No. 8	0.06	28	220	281	2	
71	8-6	No. 8	0.04	123	705	545	1	
72	8-7	No. 8	0.03	68	950	465	1	
73	8-8	No. 8	0.04	25	610	265	1	
74	8-9	No. 8	0.05	26	856	270	1	
75	9-1	No. 9	0.08	35	346	148	1	
76	9-2	No. 9	0.08	35	510	162	1	
77	9-3	No. 9	0.13	52	243	223	1	
78	9-4	No. 9	0.13	53	48	165	1	
79	9-5	No. 9	0.71	58	57	193	1	
80	9-6	No. 9	0.09	43	56	186	1	

Ser. No.	Sample No.	Trench No.	Assay Result					Remarks
			Au (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	
81	9-7	No. 9	0.11	42	30	142	2	
82	9-8	No. 9	0.10	31	50	143	1	
83	10-1	No. 10	0.03	36	290	80	1	
84	10-2	No. 10	0.10	90	81	120	1	
85	10-3	No. 10	0.01	70	41	52	1	
86	10-4	No. 10	0.07	386	375	123	1	
87	10-5	No. 10	0.01	69	91	220	1	
88	10-6	No. 10	0.04	56	33	58	1	
89	10-7	No. 10	0.03	49	34	103	1	
90	10-8	No. 10	0.04	43	37	85	1	
91	10-9	No. 10	0.04	53	96	86	1	