

## 2-4 マンツリィ鉱床地区の調査結果

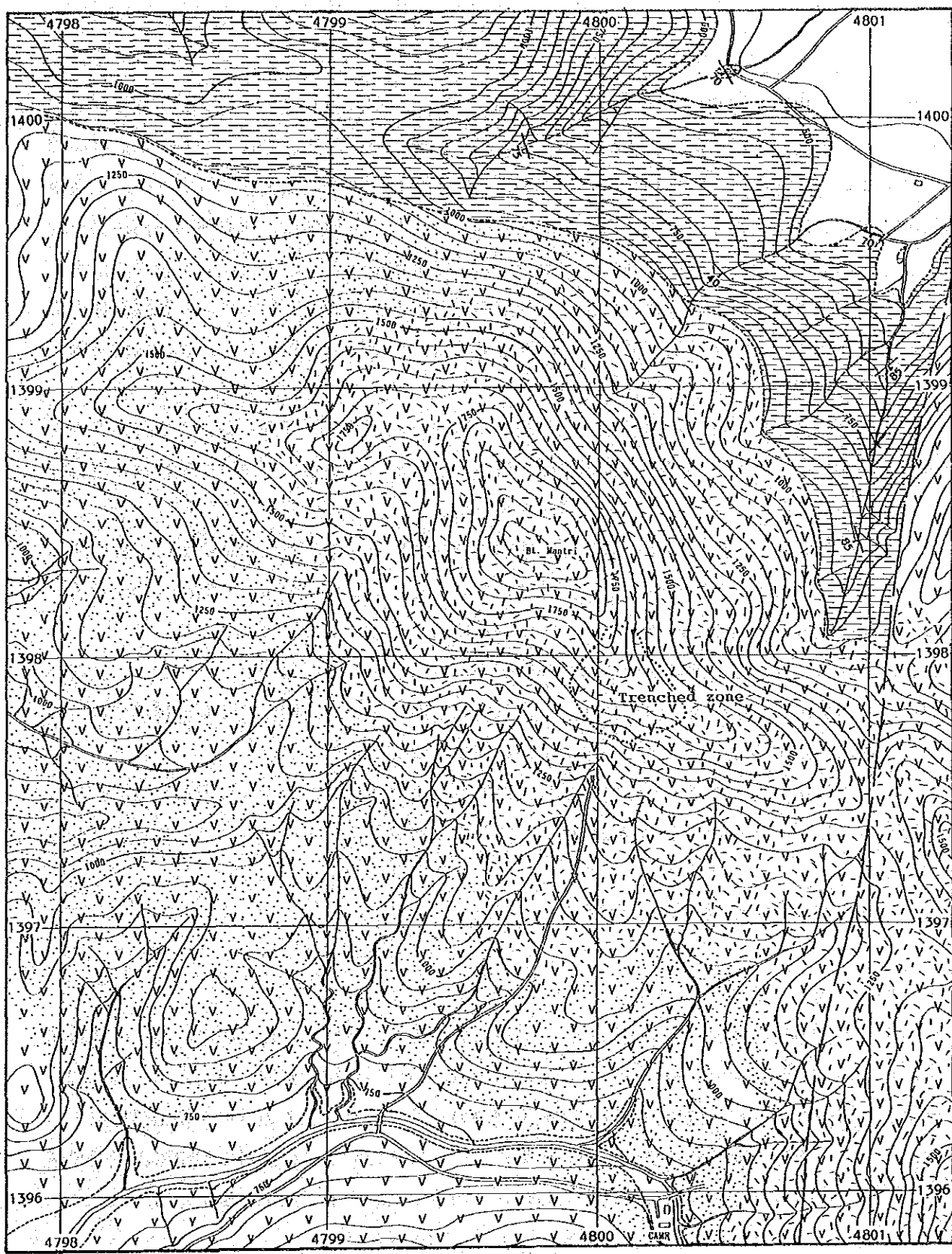
### 2-4-1 地質及び鉱床

本地区の地質は、漸新世より中新世中期にかけて堆積したKalumpang層(P<sub>4</sub>Kg)とこれを覆って分布する更新世の安山岩溶岩より構成される。これまでの調査では、本地区の一部で石英安山岩の分布が報告(Heng Y. E. 1985)されている。本調査の結果では、著しい粘土化、脱色化を受けているためはっきりしないが、石英の斑晶が認められないことから、本地区に分布する火山岩溶岩の大部分は安山岩溶岩であると考えられる。本地区の地質図をFig. II-2-21に示す。

Kalumpang層は地区の北東部に分布し、安山岩質凝灰角礫岩、安山岩質火山礫凝灰岩、凝灰質砂岩、凝灰質泥岩などより構成される。安山岩溶岩との境界部付近では、珪化作用を受けており黄鉄鉱の鉱染が認められる。泥岩の一部では、珪質ノジュールが見られ、このノジュール中には初生黄鉄鉱の濃集が認められる。本地区の中央部より南部にかけての広い範囲には、Kalumpang層を不整合で覆って安山岩溶岩が分布する。この安山岩溶岩は、灰白色で広範囲にわたって熱水作用を受けており著しく変質している。変質は、珪化、粘土化、脱色化が認められ、全般に黄鉄鉱が鉱染している。露出が良くないことからはっきりしないが、変質はマンツリィ山の南東方500m付近を中心として珪化及び粘土化が、更にその周辺部で粘土化が見られるようである。鉱化帯周辺では、風化作用のため多量の褐鉄鉱が見られる。本地区北東部及び南部の平坦部では河川堆積物が見られ、その一部は農地として利用されている。

Kalumpang層の一般方向は、NW方向で南西落しである。Kalumpang層分布域の東端では、走行方向がかなり乱れておりNNE-SW系の断層の存在が推定される。安山岩溶岩の構造ははっきりしないが、マンツリィ山南東方の鉱化帯では、E-W系の割れ目が発達している。

本地区で見られる鉱床帯は、Zamia SDN. BHD.の実施した土地化学探査の結果確認されたもので、マンツリィ山の南東方約500mに位置する。この土地化学探査で確認された異常帯(0.2 ppm以上)の広がり、500 m × 200 mである。この地化学探査の結果確認された異常帯に対してこれまでに7本のブルトナーによるトレンチを実施している。このトレンチで見られる鉱化帯では、珪化及び粘土化した安山岩が角礫化しておりこの角礫の基質に沿って石英細脈や褐鉄鉱及び針鉄鉱が認められる。品位の良好部では、角礫化が顕著で石英の不規則な細脈も多く認められる。全体的に見ると鉱化帯は、変質安山岩の角礫化帯に賦存する粘土・石英の網状細脈より成る。この鉱化帯には卑金属鉱物も随伴していると思われるが、著しい風化作用のため黄鉄鉱以外の硫化鉱物は地表では確認できない。また、大規模な石英脈の存在はこれまでの調査では、確認されていない。本地区の南東方の隣接地区においても本地区と同様の鉱化帯が捕捉されており、現在トレンチによる調査を実施中である。









- |   |   |  |
|---|---|--|
|  Alluvium        |  Andesite        |  Kalumpang Formation |
|  Silicified zone |  Argillized zone |  Fault               |

Fig. II-2-21 Geologic map of the Mantri deposit area

## 2-4-2 試料採取

本地区での地化学探査試料（河床堆積物、土壌、パンニング試料）は、本地区北東部及び南部の河川沿いに主として行った。土壌試料の一部は鉱化帯及びその周辺部で採取した。本地区の調査では他鉱床地区と同様、既存の5万分の1の地形図を1万分の1に拡大して行ったが、水系や稜線の位置が実際とは異なっている部分がかかなり認められた。本地区は、北東部の一部がプランテーションとして利用されている他は、主要な大木が既に伐採されている二次ジャングル地帯である。本地化学探査に供した試料の試料採取地点の位置をFig. II-2-22 に示す。試料採取地点番号1~71の地点では、河床堆積物の試料採取地点の近傍で土壌試料を採取した。各河床堆積物及び土壌試料の記載をAppendix 4及び5に示す。

河床堆積物試料の採取は、他地区と同様各試料採取地点で3試料を採取した。本調査期間中の夜半に雨が多く、これにより沢の上流部での流量が多かったことから、川岸での堆積物と流れの縁辺部の堆積物との間の区別がつかない箇所があった。

土壌試料の採取は、他地区同様の方法で各地点より3試料を採取した。本地区での土壌の発達、ビドゥビドゥヒルほどではないが良く発達する。また、A層に比較してB層の発達が顕著である。試料の採取には、1m深のハンドオーガーを使用した。

パンニング試料は、調査地区での全体の傾向が得られるような位置に配点し採取した。試料の採取には、木製のパンを使用した。各地点での試料の採取に要した時間は、1時間程度であった。また、採取した試料の一部では、細粒の金の存在が確認できた。

以上の地化学探査用の試料に加えて、薄片、研磨片、研磨薄片及び粉末X線回折試験用の試料を採取し室内試験を行った。室内試験に供した試料の試料採取位置をFig. II-2-23 に示す。

## 2-4-3 河床堆積物地化学探査

### (1) 指示元素

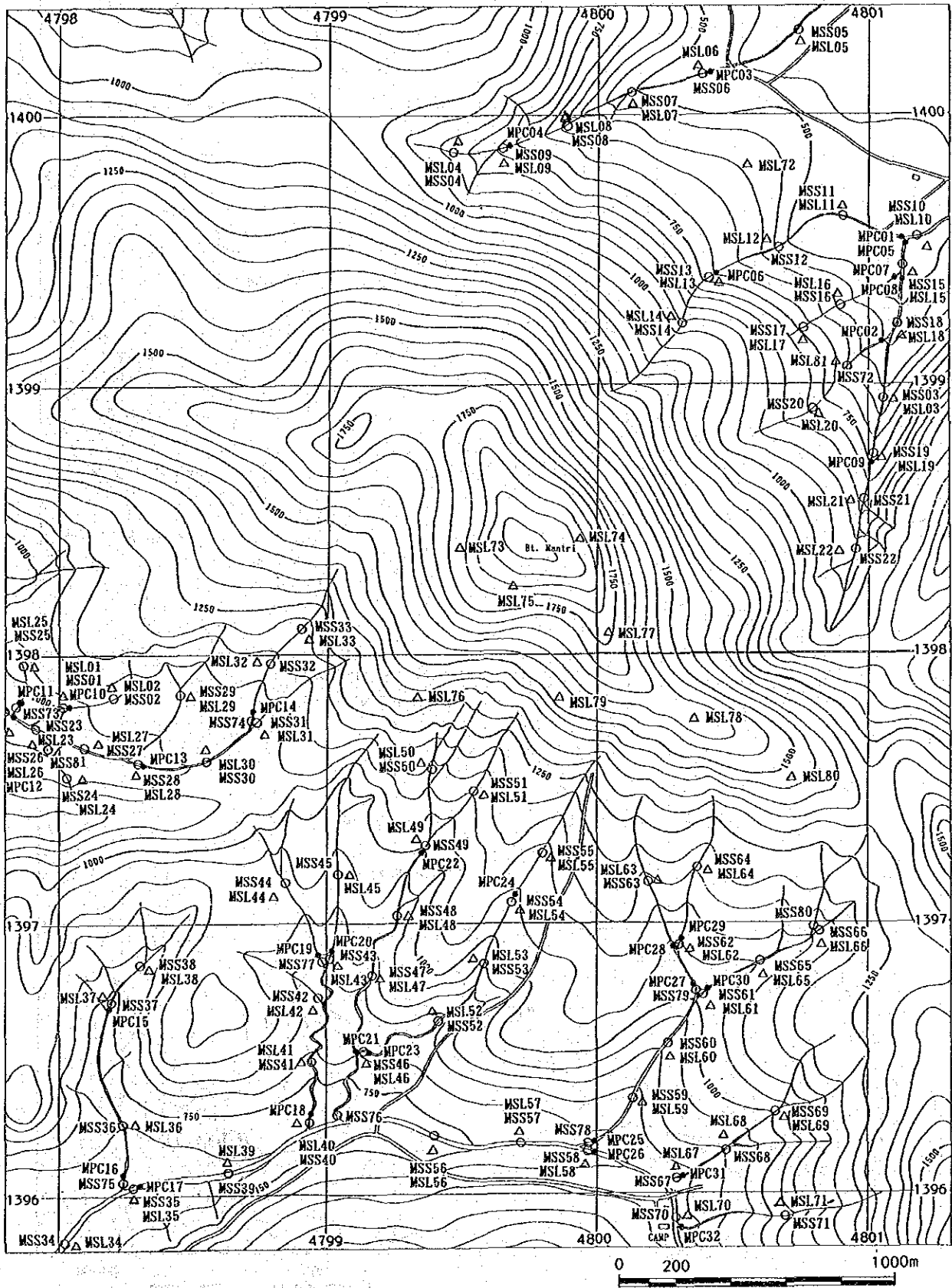
本地区でも他地区と同様、A（川岸）、B（流れの縁辺部）及びC（流れの中心部）の3種類の試料を採取し19元素の分析を行った。これらの試料の試料別統計処理結果をTable II-2-32 に示す。この表で示される様にAg、Hg、Sn及びWの4元素では、全ての試料が検出限界以下の値を示した。この他、Mo、Sb及びPtの3元素についてもその大部分の試料で検出限界以下の値を示している。得られた統計値より各元素の幾何平均値を比較すると以下の様になる。

Aの元素が高い平均値を示す元素：Au、Cr、Ni、Pt、U

Bの元素が高い平均値を示す元素：Sb

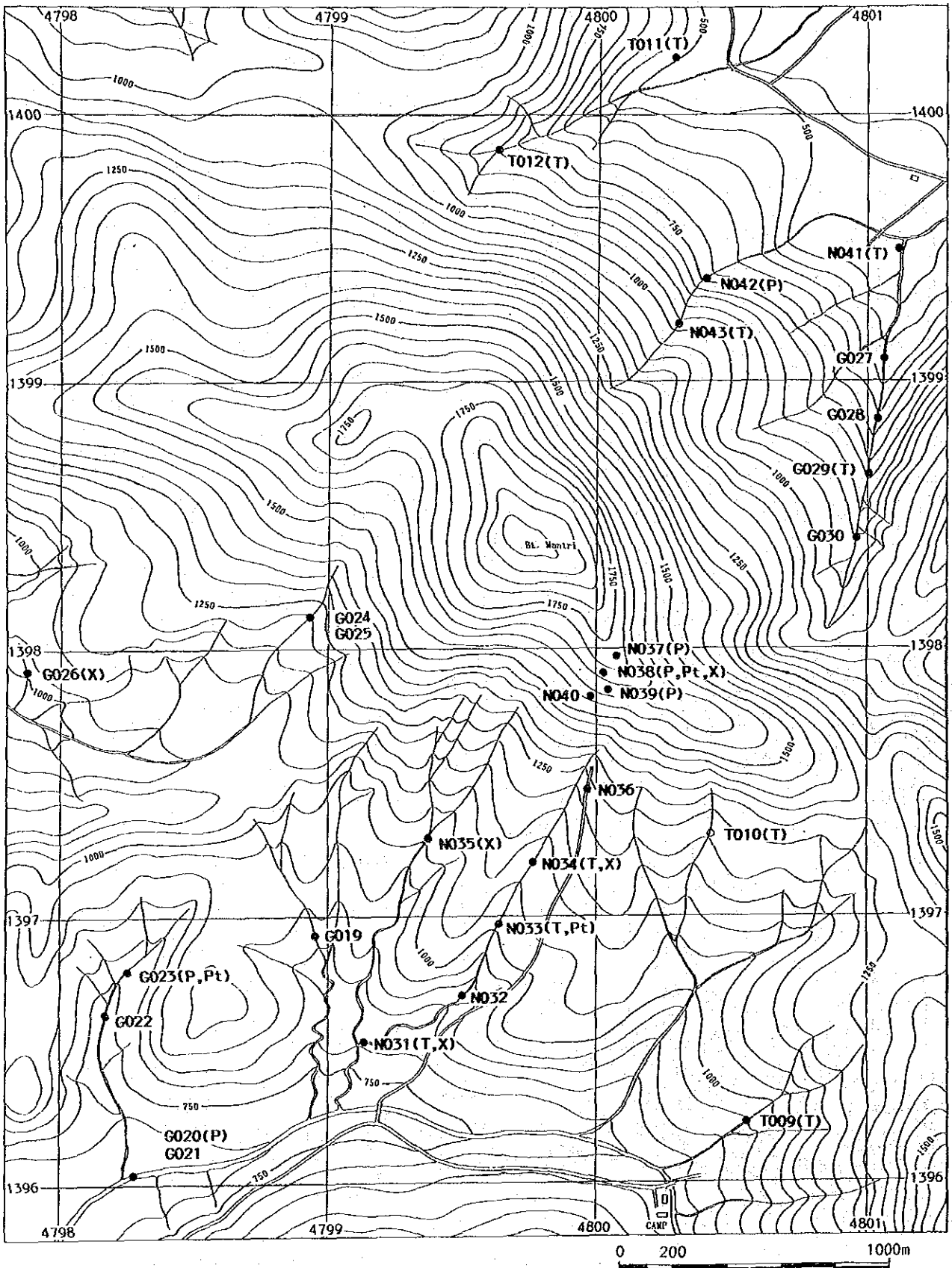
Cの元素が高い平均値を示す元素：As、Co、Cu、Fe、Mn、Mo、Pb、S、U、Zn

この結果では、試料A及びCの試料で高い幾何平均値を示す元素が多く見られる。As、Co、Cu



MSS; stream sediment sample MSL; soil sample MPC; pan concentrate sample

Fig. II-2-22 Location map of geochemical samples in the Mantri deposit area



N014; sample number (T); thin section (P); polished section (Pt); polished thin section (X); x-ray diffraction analyses (E); EPMA analyses

Fig. II-2-23 Location map of samples for laboratorial studies in the Mantri deposit area

Table II-2-32 Statistics of stream sediment geochemical survey in the Mantri deposit area

Element	Samples collected at bank (A)						Sample collected at edge of stream (B)						Sample collected at middle of stream (C)					
	B.D.L. (%) **	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean** value	S.D. **	B.D.L. (%) **	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean** value	S.D. **	B.D.L. (%) **	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean** value	S.D. **
Ag	100.0	ppm	<0.5	<0.5	-	0.000	100.0	ppm	<0.5	<0.5	-	0.000	100.0	ppm	<0.5	<0.5	-	0.000
As	18.5	ppm	99	< 5	17.4	0.251	6.2	ppm	115	< 5	29.9	0.146	1.2	ppm	101	< 5	35.6	0.270
Au	1.2	ppb	6000	< 2	81.4	0.955	13.6	ppb	6700	< 2	69.8	1.280	6.2	ppb	4200	< 2	74.3	1.060
Co	4.9	ppm	40	< 1	10.7	0.152	2.5	ppm	35	< 1	10.9	0.097	2.5	ppm	48	< 1	12.3	0.334
Cr	0	ppm	829	51	118.5	0.047	0	ppm	3599	55	114.2	0.056	0	ppm	2525	61	110.5	0.219
Cu	0	ppm	310	12	58.9	0.076	0	ppm	201	20	63.3	0.074	0	ppm	211	20	55.9	0.267
Fe	0	%	16.28	2.46	6.952	0.021	0	%	13.40	3.16	6.989	0.015	0	%	13.09	3.40	7.996	0.154
Hg	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000
Mn	0	ppm	6470	165	1504.6	0.111	0	ppm	3697	203	1507.8	0.096	0	ppm	4332	268	1619.8	0.293
Mo	97.5	ppm	1	< 1	-	0.002	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000	90.1	ppm	2	< 1	0.6	0.163
Ni	0	ppm	242	6	18.1	0.082	0	ppm	1024	5	17.7	0.116	0	ppm	737	4	16.9	0.351
Pb	1.2	ppm	825	< 2	115.1	0.365	2.5	ppm	989	< 2	118.5	0.410	1.2	ppm	854	< 2	121.7	0.606
Pt	49.4	ppb	10	< 5	5.0	0.092	98.8	ppb	5	< 5	2.5	0.001	75.3	ppb	10	< 5	3.5	0.268
S	0	%	1.682	0.018	0.051	0.099	0	%	3.948	0.022	0.078	0.166	0	%	5.289	0.014	0.092	0.522
Sb	95.1	ppm	9	< 5	2.6	0.011	71.6	ppm	15	< 5	3.5	0.052	88.9	ppm	9	< 5	2.8	0.128
Sn	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000
U	0	ppm	2.2	1.0	1.64	0.004	0	ppm	2.2	1.2	1.62	0.004	0	ppm	2.2	1.0	1.64	0.070
W	100.0	ppm	< 10	< 10	-	0.000	100.0	ppm	< 10	< 10	-	0.000	100.0	ppm	< 10	< 10	-	0.000
Zn	0	ppm	1043	31	219.8	0.104	0	ppm	873	43	251.0	0.098	0	ppm	838	49	272.5	0.251

\*1: below detection limit

\*\*2: geometric mean

\*\*3: standard deviation

Fe、Mn、Pb、S 及び Zn の8元素では、試料A、B、Cの順序でその幾何平均値が高くなる。一方 Cr 及び Ni の2元素は試料A、B、Cの順序でその幾何平均値が低くなる傾向を示す。試料Bでは殆どの元素で中間的な幾何平均値を示す。

各試料ごとの相関マトリックスをTable II-2-33 に示す。試料別に見ると、試料Bの各元素間での相関が強い傾向が認められる。試料Bで高い相関係数(0.500以上)を示す元素の組み合わせは、以下のとおりである。

As - Cu、 As - Pb、 Au - Cu、 Au - Pb、 Co - Mn、 Cr - Ni、 Cu - Mn、  
Cu - Pb、 Cu - Zn、 Mn - Pb、 Mn - Zn、 Pb - Zn

この結果では、本地区の鉱床と関係が深いと予想される As、Au、Cu、Pb 及び Zn などの元素間で互いに強い相関が認められる。

## (2) 単変量解析

単変量解析の手法としては、他の2地区と同様の3手法によりしきい値を求め、これらの手法の比較検討を行った。試料別、元素別のヒストグラム及び累積頻度分布図を、Appendix 17 に示す。また、これら3手法により求められたしきい値などの値を、Table II-2-34 に示す。この統計処理の結果では、以下が指摘される。

- ① EDAによる解析結果では、Mo、Pt及びSbの3元素で検出限界以下の値が多かったことから、適切なUpper Fenceなどの値が得られなかった。
- ② Lepeltier法による解析の結果では、Au、Cu、Pb及びSなどの元素では、累積頻度の分布図より2つの分布の重なりが見られる。このうち高い値を示す分布は、鉱化作用の存在を反映しているものと推定される。
- ③本地区で得られたPbの濃度は、著しく高い値を示しており、後背地の値でも通常は異常値として取り扱うような値を示す。このためLepeltier法で求めたしきい値の値は、後背地の値よりも低い値を累積頻度分布図より求めた。

EDA法によるしきい値は、他の2地区と同様Upper Fenceの値を原則として採用した。全体的に見て試料Bが中間的な濃度を示すことから、試料Bによる異常値及び濃度の分布図を作成した。分布図の作成に用いた値は、EDA法より求めた値を採用した。Appendix 18 に主要元素の分布を示す。この図で見られる各元素の分布の傾向及び特徴は、以下のとおりである。

As: 異常帯は、地区の南東部に分布する。高濃度帯は、マンツリィ鉱床周辺より流れ出る北及び南側の河川より採取した試料で見られ、鉱床との関係が推定される。

Au: 異常帯の分布は、マンツリィ鉱床中央部の北及び南側の河川に主として見られ、鉱床と密接な関係にあることを示す。

Co: 異常帯は南部の河川で見られるが、マンツリィ鉱床との関係は認められない。

Table II-2-33 Correlation matrix of elements for stream sediments in the Mantri deposit area

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Pt	S	Sb	U	Zn
As	1.000													
Au	.421	1.000												
Co	.042	.141	1.000											
Cr	-.030	.117	.257	1.000										
Cu	.743	.521	.146	-.078	1.000									
Fe	.306	.525	.363	-.118	.527	1.000								
Mn	.292	.369	.744	.182	.450	.397	1.000							
Ni	-.035	.123	.370	.775	.078	-.001	.286	1.000						
Pb	.548	.497	.223	-.104	.662	.319	.560	-.040	1.000					
Pt	-.404	-.316	.181	-.096	-.399	-.220	-.043	.115	-.318	1.000				
S	.214	.165	-.257	-.270	.247	.358	-.341	-.218	.122	-.263	1.000			
Sb	.146	.180	.029	-.116	.249	.227	.128	-.073	.125	-.138	.203	1.000		
U	.116	.003	-.190	-.150	-.009	-.035	-.151	-.148	.040	-.081	.047	-.059	1.000	
Zn	.438	.469	.515	.009	.573	.451	.769	.194	.809	-.200	.002	.145	-.021	1.000

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	S	Sb	U	Zn
As	1.000												
Au	.436	1.000											
Co	-.180	.045	1.000										
Cr	-.064	.223	.344	1.000									
Cu	.573	.510	.051	.165	1.000								
Fe	.032	.425	.394	.134	.413	1.000							
Mn	.258	.311	.637	.229	.576	.548	1.000						
Ni	-.193	.115	.558	.828	.185	.202	.485	1.000					
Pb	.577	.532	.035	.299	.735	.315	.517	.197	1.000				
S	-.154	.237	-.236	-.021	.050	.340	-.337	-.189	.017	1.000			
Sb	.137	.336	.003	.341	.307	.301	.112	.161	.260	.163	1.000		
U	-.020	-.006	.066	.052	-.155	-.102	-.164	-.063	.028	.189	-.049	1.000	
Zn	.417	.531	.383	.327	.687	.466	.784	.373	.829	-.105	.171	-.003	1.000

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Pt	S	Sb	U	Zn
As	1.000														
Au	.450	1.000													
Co	-.064	-.040	1.000												
Cr	-.259	-.034	.258	1.000											
Cu	.692	.442	.005	.043	1.000										
Fe	.215	.357	.262	-.125	.343	1.000									
Mn	.448	.422	.503	.142	.566	.370	1.000								
Mo	.016	-.152	-.160	-.072	-.100	-.185	-.244	1.000							
Ni	-.258	-.085	.489	.828	.028	-.196	.370	-.084	1.000						
Pb	.588	.551	-.017	.103	.688	.206	.600	-.333	-.052	1.000					
Pt	-.006	.013	-.044	-.091	-.072	.127	.027	-.183	-.174	.192	1.000				
S	-.033	.074	-.078	-.301	.024	.517	-.347	.038	-.501	-.165	.110	1.000			
Sb	-.267	-.116	.189	.501	-.132	-.177	.047	-.110	.438	-.066	-.111	-.219	1.000		
U	-.019	-.070	-.034	-.253	-.161	.007	-.166	-.022	-.282	.044	.288	.190	-.137	1.000	
Zn	.474	.634	.273	.138	.630	.357	.786	-.263	.246	.801	.164	-.134	-.070	.043	1.000



Table II-2-34 Threshold values obtained by each analytical method for stream sediment geochemical survey in the Mantri deposit area

Unit	Sample collected at bank (A)						Sample collected at edge of stream (B)						Sample collected at middle of stream (C)						
	E.D.A. method			Lepeltier method			E.D.A. method			Lepeltier method			E.D.A. method			Lepeltier method			
	Median	Upper Wisker	Upper Fence	B.G. <sup>*1</sup> value	T.H. <sup>*2</sup> value	%	Median	Upper Wisker	Upper Fence	B.G. <sup>*1</sup> value	T.H. <sup>*2</sup> value	%	Median	Upper Wisker	Upper Fence	B.G. <sup>*1</sup> value	T.H. <sup>*2</sup> value	%	
Ag ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As ppm	23.0	50.0	90.0	25	92	2.5	36.0	55.0	91.0	38	98	2.5	38.0	58.0	98.0	39	101	2.5	123.2
Au ppb	110.0	730.0	1241.0	100	165	44.5	100.0	910.0	1413.0	110	170	45.5	110.0	830.0	1366.0	115	220	37.0	9812.1
Co ppm	13.0	18.0	29.0	13	19	15.5	13.0	18.0	30.5	13	29	2.5	14.0	20.0	30.0	15	35	2.5	57.3
Cr ppm	106.0	171.0	257.0	110	210	10.0	105.0	142.0	205.5	108	165	11.5	99.0	141.0	202.5	103	175	11.5	302.4
Cu ppm	58.0	88.0	158.5	59	115	15.5	63.0	119.0	213.5	63	86	35.0	65.0	123.0	197.5	63	96	29.0	225.2
Fe %	6.96	9.54	12.89	7.2	11.5	2.5	7.18	8.62	12.02	7.0	9.2	16.0	7.45	10.46	15.04	8.1	13.5	11.5	16.27
Hg ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn ppm	1645.0	2987.0	5112.5	1850	4000	5.0	1746.0	2752.0	4755.5	1880	3850	2.5	1781.0	2869.0	4934.5	1910	4100	2.5	6232.0
Mo ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni ppm	16.0	26.0	43.5	18	68	5.5	15.0	30.0	51.0	18	57	4.5	16.0	27.0	42.5	16	41	7.5	85.1
Pb ppm	173.0	325.0	670.0	182	128	59.0	175.0	387.0	686.5	185	135	59.0	197.0	393.0	671.0	195	170	53.0	1985.5
Pt ppb	10.0	10.0	17.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S %	0.045	0.081	0.149	0.05	0.14	6.5	0.058	0.164	0.223	0.06	0.13	21.0	0.067	0.241	0.380	0.07	0.56	9.0	1.016
Sb ppm	5.0	5.0	5.0	2	8	2.5	5.0	7.0	7.5	5	11	2.5	5.0	5.0	5.0	1	9	2.5	5.0
Sn ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U ppm	1.60	1.80	2.40	1.8	2.2	2.5	1.60	1.80	2.40	1.8	2.2	2.5	1.60	1.80	2.40	1.8	2.3	2.5	2.26
W ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn ppm	251.0	387.0	644.5	250	630	6.0	313.0	465.0	850.0	305	650	3.5	330.0	462.0	868.5	315	620	5.0	1041.7

\*1: Background \*2: Threshold

- Cr: Coと同様の分布傾向を示しており、マンツリィ鉱床との関係は認められない
- Cu: マンツリィ鉱床の南及び北側の河川で高濃度帯が見られ、鉱床と密接な関係が認められる。この分布の傾向は、Asと同様である。
- Fe: マンツリィ鉱床の南側の河川に高濃度帯が主として分布する。鉱床との関係は不明瞭である。
- Mn: 地区の東側の河川で高濃度帯が分布する。Coと類似した分布傾向を示す。鉱床との関係は、殆ど認められない。
- Ni: 異常帯は、地区南部の河川で認められる。マンツリィ鉱床近傍では、低濃度を示す試料が分布しており、鉱床との関係は認められない。
- Pb: マンツリィ鉱床の周辺に異常帯及び高濃度帯が分布しており鉱床と密接な関係が認められる。
- S: 地区の南端部及び西部に高濃度帯及び異常帯が分布する。マンツリィ鉱床周辺では特徴的に低濃度を示す。
- Sb: 地区の南部に異常帯が分布する。鉱床との関係は、認められない。
- U: 全般に高濃度帯が散在しており、明瞭な分布傾向は認められない。
- Zn: マンツリィ鉱床の周辺部に高濃度帯が分布しており、鉱床との関係が推定される。

高濃度帯及び異常帯の分布と鉱床との関係より判断すると、As、Au、Cu、Pb及びZnの5元素が指示元素として有効であると考えられる。また、Sの低濃度の分布域と鉱床の位置が一致しており指示元素として使える可能性があることを示す。

### (3) 多変量解析

本調査では他地区と同様、クラスター分析及び因子分析による多変量解析を行った。クラスター分析の結果をFig. II-2-24に因子分析の結果をTable II-2-35にそれぞれ示す。

クラスター分析の結果では、他の2地区と異なり試料による差が大きい傾向が見られる。全体的に見ると、As、Co、Cu、Mn、Pb及びZnの6元素が近い関係をしめす。Cr及びNiは、いずれの試料においても別のクラスターを構成している。

因子分析により抽出された因子と各元素との関係を見ると、試料B及びCが同様の傾向を示している。これに対し試料Aより抽出された因子と各元素の関係が、単変量解析の結果と一致せず、抽出された各因子の因子寄与率も低い値を示す。試料BとCを比較すると各元素の共通性は、試料Bの方が高い値を示しており、因子分析の結果では、試料Bが試料として最も良いことを示す。試料Bに対する因子分析の結果抽出された因子と、その因子に密接な関係を示す元素は以下のとおり。

第1因子: As-Au-Cu-Pb-Zn-(Mn)

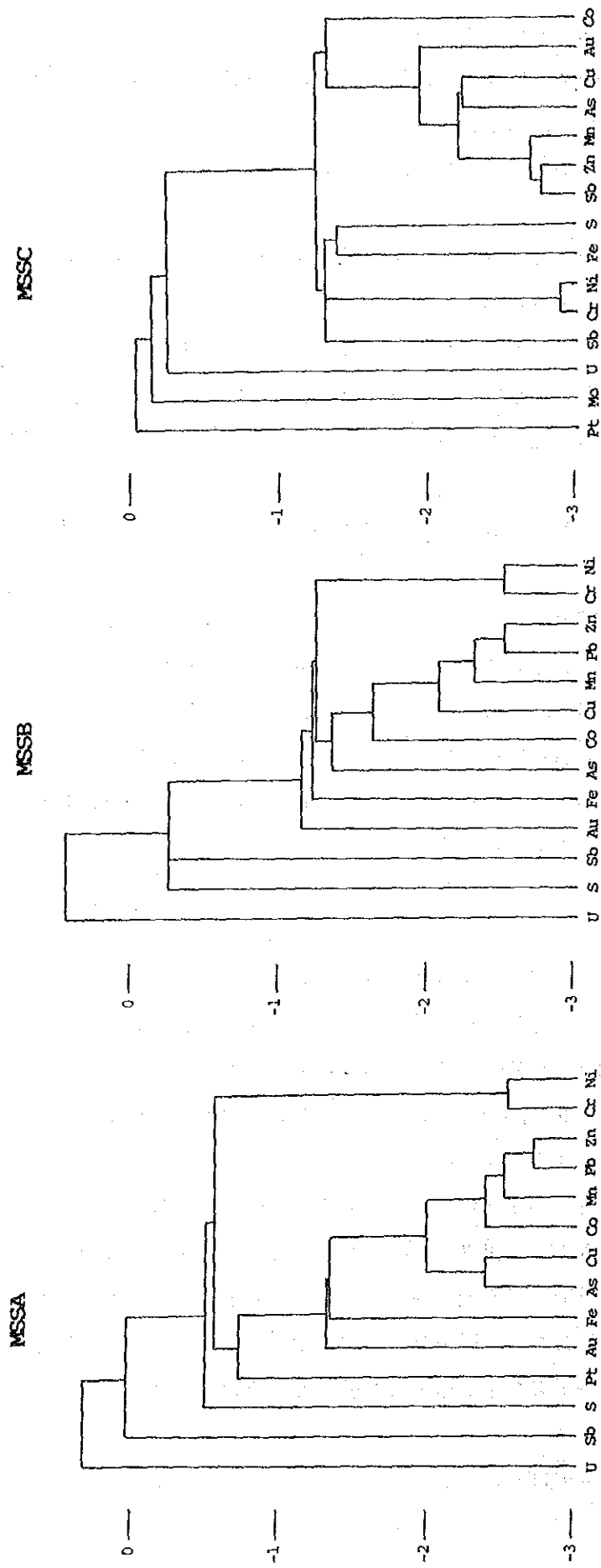


Fig. II-2-24 Dendrogram of elements for stream sediments in the Mantri deposit area

Table II-2-35 Results of factor analyses for stream sediments in the Mantri deposit area

Element	Sample collected at bank (A)					Sample collected at edge of stream (B)					Sample collected at middle of stream (C)				
	Factor loadings (Varimax rotation)				Communality	Factor loadings (Varimax rotation)				Communality	Factor loadings (Varimax rotation)				Communality
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4		Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4		Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	
As	0.783	0.011	0.081	-0.209	0.7518	0.741	-0.184	0.142	0.116	0.6103	0.727	0.372	0.048	0.010	0.6945
Au	0.240	-0.194	0.045	-0.466	0.5076	0.596	0.088	-0.377	-0.148	0.5271	0.582	0.007	-0.219	0.020	0.5174
Co	-0.063	-0.191	-0.744	-0.016	0.7885	-0.102	0.361	0.140	-0.714	0.6704	-0.006	-0.227	-0.067	-0.714	0.5660
Cr	0.011	-0.889	-0.122	0.161	0.7963	0.134	0.917	-0.127	-0.041	0.8758	0.093	-0.396	0.093	-0.081	0.3343
Cu	0.644	-0.020	-0.039	-0.419	0.7786	0.806	0.054	-0.098	-0.242	0.7212	0.813	0.044	-0.105	-0.057	0.7172
Fe	0.127	0.029	-0.242	-0.855	0.6063	0.252	0.032	-0.466	-0.617	0.6617	0.313	0.123	-0.542	-0.311	0.6302
Mn	0.188	-0.122	-0.577	0.008	0.3588	0.459	0.201	0.238	-0.768	0.8972	0.683	-0.085	0.127	-0.642	0.8754
Mo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.186	0.149	0.067	0.185	0.1959
Ni	-0.006	-0.889	-0.220	0.077	0.7680	0.020	0.855	0.088	-0.349	0.8622	0.026	-0.751	0.313	-0.418	0.8817
Pb	0.360	0.083	0.097	-0.137	0.8228	0.877	0.178	-0.047	-0.121	0.8178	0.871	-0.063	0.121	0.009	0.8491
Pt	-0.358	-0.026	-0.298	0.303	0.3377	-	-	-	-	-	0.049	0.075	-0.054	0.014	0.2652
S	0.102	0.159	0.278	-0.553	0.4266	-0.022	-0.109	-0.665	0.091	0.4632	-0.104	0.248	-0.719	0.136	0.5169
Sb	0.118	0.087	-0.090	-0.352	0.1551	0.276	0.243	-0.381	-0.013	0.2802	-0.130	-0.578	0.107	-0.067	0.3684
U	0.060	0.159	0.261	0.083	0.1086	-0.059	0.044	-0.115	0.103	0.0293	-0.086	0.228	-0.031	0.059	0.2614
Zn	0.213	-0.043	-0.203	-0.157	0.8475	0.734	0.230	0.050	-0.495	0.8391	0.815	-0.111	0.007	-0.337	0.8611
F.C.*1	17.3 %	19.0 %	15.4 %	17.2 %	-	39.3 %	23.5 %	13.3 %	23.9 %	-	40.3 %	22.9 %	12.6 %	15.1 %	-

\*1: factor contribution

第2因子： Cr-Ni

第3因子： S-(Fe)

第4因子： Co-Fe-Mn-(Zn)

第3因子と第4因子は、上記の各元素と負の関係を示す。抽出された因子とその因子と密接な関係を示す元素を考えると、第1因子が本地区での鉱化作用に関係する因子と推定される。第1因子及び第2因子の高因子得点の分布をFig. II-2-25 に示す。この結果では、第1因子が明瞭に鉱化帯を抽出しており、試料Bの採用及びこの解析手法が有効であることを示す。

#### (4) 総合解析

E D A法により抽出された全元素の異常帯の分布をFig. II-2-26 に示す。この図では、Au、Sb、Pbなどの元素の異常帯が鉱床近傍で捕捉されており、これらの元素が指示元素として使えることを示す。これらの元素のうち Au 及び Sb は、マンツリィ鉱床より約 2 km 離れた位置まで広がっており、その影響範囲がかなり広範囲に及ぶ。このような広い影響範囲は、本地区で広範囲に認められる鉱化変質の広がりとは一致する。

### 2-4-4 土 壌 地 化 学 探 査

#### (1) 指示元素

本地区より採取した土壌試料に対し他の2地区と同様23元素の化学分析を行った。この化学分析値に対する統計処理結果をTable II-2-36 に示す。この表で明らかな様に、Hg及び Wの2元素では、採取した全試料が検出限界以下の値を示した。更に、Ag、Mo、Pt、Sb及び Sn の5元素についても大部分の試料で検出限界以下の値を示す。

土壌試料は他の2地区と同様、同一地点より深度の異なる3試料(A、B、C)を採取した。統計処理の結果得られた試料別での各元素の幾何平均値を比較すると以下の様になる。

Aの元素が高い平均値を示す元素： Ag、Cr、Mn、Mo、Ni、Pt、S、Sr

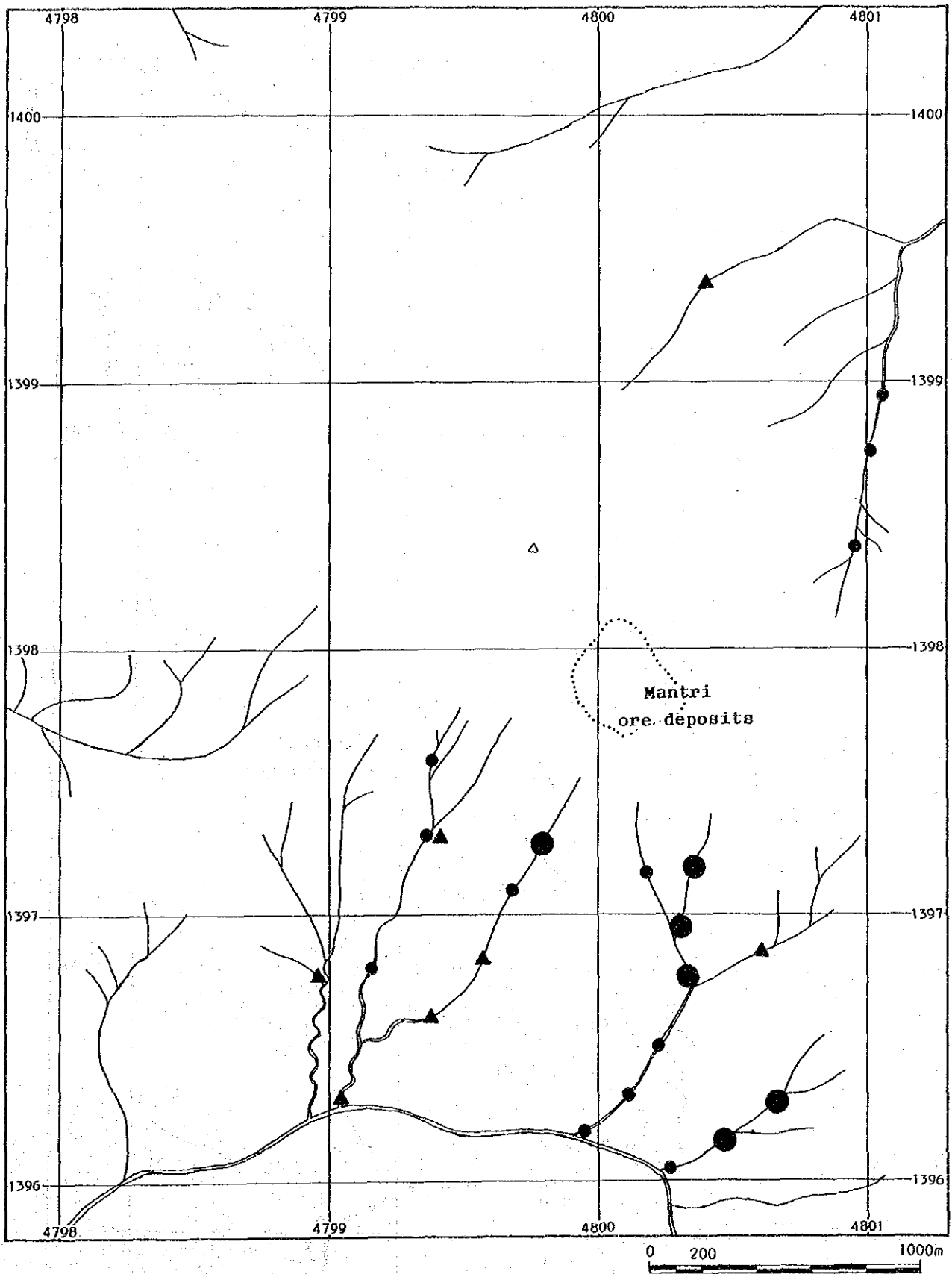
Bの元素が高い平均値を示す元素： As、Pb、Sn、U

Cの元素が高い平均値を示す元素： Au、Co、Cu、Fe、K、Na、Rb、Zn

この結果では、元素によって試料A及びCが高い値を示す。試料Bでは、中間的な値を示す元素が多い。

解析の結果得られた各元素間の相関マトリックスをTable II-2-37 に示す。この結果では、3試料のうち試料Bが各元素間で最も強い相関を示す傾向が見られる。試料Bでの高い相関係数の値(0.500以上)を示す元素の組み合わせは、以下のとおりである。

As - Au、 As - Cu、 As - Pb、 Au - Cu、 Au - Pb、 Co - Mn、 Co - Ni、



●  $\geq 1.200$  factor 1 factor score       $1.200 > \bullet \geq 0.800$  factor 1 factor score  
 ▲  $\geq 1.000$  factor 2 factor score      (Sample collected at edge of stream(B))

Fig. II-2-25 Distribution map of factor 1 factor score for stream sediments in the Mantri deposit area

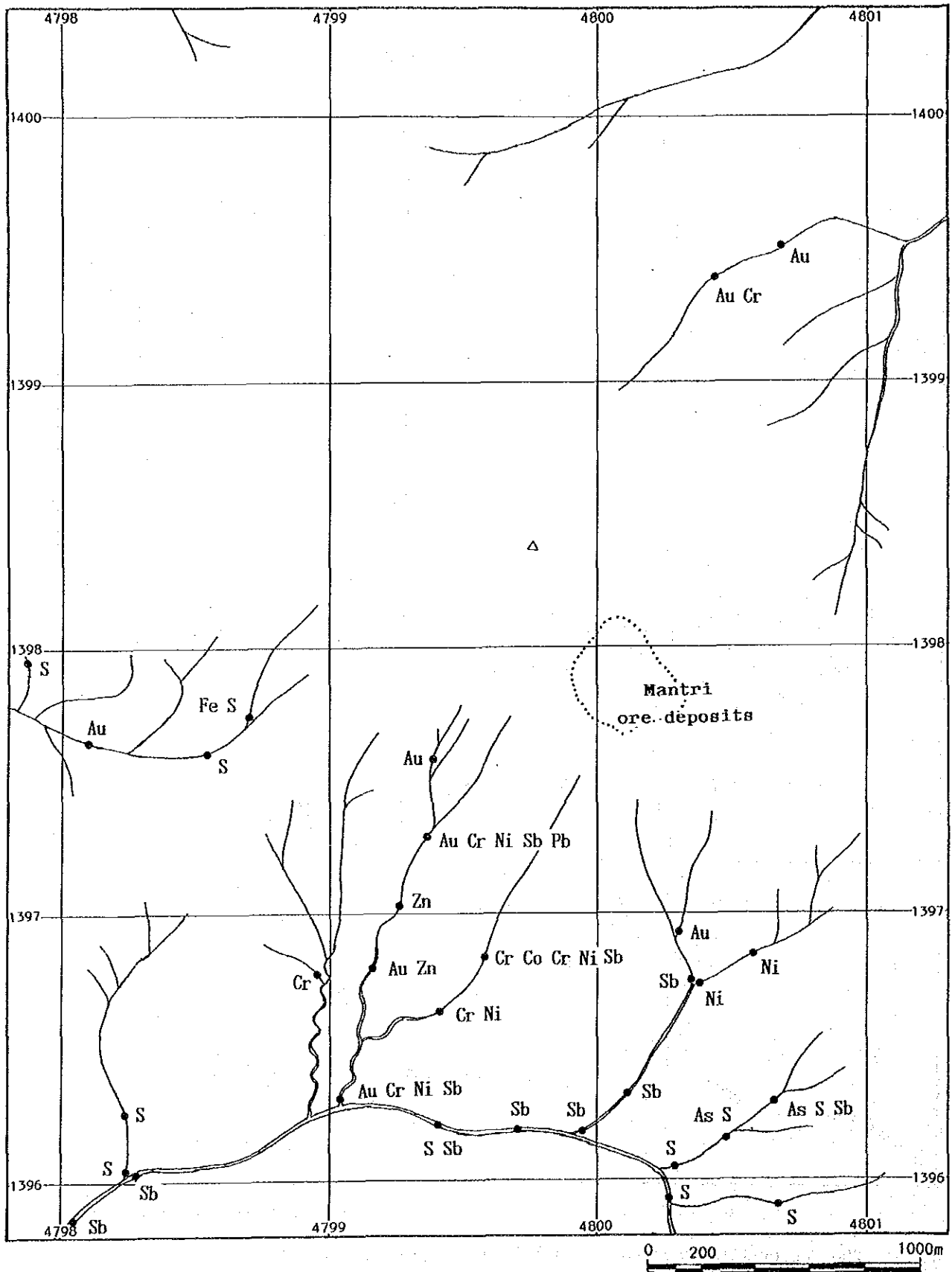


Fig. II-2-26 Interpretation map of stream sediment geochemical survey in the Mantri deposit area

Table II-2-36 Statistics of soil geochemical survey in the Mantri deposit area

Element	Zone A (A)						Upper part of zone B (B)						Lower part of zone B (C)					
	B.D.L. (%) <sup>**1</sup>	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean <sup>**2</sup> value	S.D. <sup>**2</sup>	B.D.L. (%) <sup>**1</sup>	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean <sup>**2</sup> value	S.D. <sup>**2</sup>	B.D.L. (%) <sup>**1</sup>	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean <sup>**2</sup> value	S.D. <sup>**2</sup>
Ag	100.0	ppm	0.6	<0.5	0.25	0.042	100.0	ppm	<0.5	—	—	100.0	ppm	<0.5	<0.5	—	—	—
As	3.7	ppm	131	< 5	24.3	0.317	3.7	ppm	262	27.3	0.336	1.2	ppm	245	< 5	27.1	0.286	—
Au	8.6	ppb	260	< 2	11.5	0.529	8.6	ppb	170	11.3	0.525	6.2	ppb	500	< 2	13.7	0.532	—
Co	11.1	ppm	39	< 1	8.8	0.573	14.8	ppm	43	7.5	0.630	8.6	ppm	38	< 1	9.6	0.550	—
Cr	0	ppm	406	11	39.8	0.250	0	ppm	79	30.9	0.189	0	ppm	73	10	31.4	0.183	—
Cu	0	ppm	244	11	51.4	0.276	0	ppm	335	56.0	0.271	0	ppm	354	15	52.1	0.275	—
Fe	0	%	9.79	2.25	5.171	0.136	0	%	10.37	5.809	0.120	0	%	10.96	2.81	6.166	0.124	—
Hg	100.0	ppm	1	< 1	—	—	100.0	ppm	< 1	—	—	100.0	ppm	< 1	< 1	—	—	—
K	0	%	1.95	0.03	0.298	0.327	0	%	1.98	0.383	0.318	0	%	1.75	0.09	0.333	0.307	—
Mn	0	ppm	7351	111	1126.4	0.544	0	ppm	7499	332.8	0.536	0	ppm	7132	112	913.2	0.517	—
Mo	75.3	ppm	3	< 1	0.6	0.222	97.5	ppm	2	< 1	0.5	85.2	ppm	3	< 1	0.6	0.171	—
Na	0	%	0.16	0.04	0.067	0.108	0	%	0.18	0.079	0.107	0	%	0.18	0.05	0.088	0.103	—
Ni	0	ppm	214	3	13.0	0.323	7.4	ppm	43	7.6	0.465	9.9	ppm	39	< 1	7.0	0.504	—
Pb	3.7	ppm	3448	< 2	80.7	0.732	4.9	ppm	4048	87.9	0.708	13.6	ppm	3530	< 2	77.7	0.876	—
Pt	70.4	ppb	10	< 5	5.8	0.172	87.7	ppb	5	—	—	85.2	ppb	10	< 5	5.2	0.125	—
Rb	0	ppm	223	9	69.5	0.279	0	ppm	249	78.5	0.279	0	ppm	352	24	85.3	0.267	—
S	0	%	0.112	0.020	0.042	0.149	0	%	0.104	0.033	0.168	0	%	0.098	0.013	0.033	0.184	—
Sb	98.8	ppm	8	< 5	2.5	0.056	100.0	ppm	< 5	—	—	97.5	ppm	9	< 5	2.5	0.062	—
Sn	98.8	ppm	1	< 1	—	—	97.5	ppm	6	< 1	0.5	100.0	ppm	< 1	< 1	—	—	—
Sr	0	ppm	277	5	23.2	0.302	0	ppm	356	22.0	0.282	0	ppm	389	5	21.8	0.281	—
U	0	ppm	4.8	6.4	1.45	0.126	0	ppm	2.4	1.52	0.124	0	ppm	2.4	0.4	1.5	0.123	—
W	100.0	ppm	< 10	< 10	—	—	100.0	ppm	< 10	—	—	100.0	ppm	< 10	< 10	—	—	—
Zn	0	ppm	1248	23	147.1	0.377	0	ppm	1148	161.8	0.376	0	ppm	1389	23	170.9	0.379	—

<sup>\*\*1</sup>: below detection limit      <sup>\*\*2</sup>: geometric mean      <sup>\*\*3</sup>: standard deviation



Table II-2-37 Correlation matrix of elements for soil in the Mantri deposit area

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Pt	Rb	S	Sb	Sr	U	Zn
As	1.000																		
Au	-0.244	1.000																	
Co	-0.162	0.351	1.000																
Cr	-0.051	-0.033	-0.051	1.000															
Cu	-0.175	-0.264	0.353	0.077	1.000														
Fe	-0.150	-0.140	0.305	-0.034	-0.077	1.000													
K	-0.009	-0.212	0.650	0.197	0.068	-0.077	1.000												
Mn	-0.047	-0.007	0.135	0.835	0.145	0.333	0.234	1.000											
Mo	-0.057	-0.217	0.030	-0.338	-0.019	-0.128	-0.031	-0.031	1.000										
Na	-0.133	-0.134	0.273	-0.068	-0.204	-0.387	0.320	0.286	0.005	1.000									
Ni	-0.089	-0.094	0.119	0.724	0.107	-0.025	0.088	0.335	-0.128	-0.152	1.000								
Pb	-0.163	0.338	0.477	0.189	-0.021	0.550	0.311	0.448	-0.271	-0.027	-0.111	1.000							
Pt	-0.243	0.321	0.041	-0.046	-0.105	0.007	0.091	0.056	-0.075	-0.102	-0.051	-0.173	1.000						
Rb	-0.021	0.259	0.071	0.176	0.108	-0.159	0.966	0.267	-0.019	0.152	0.036	0.001	0.001	1.000					
S	-0.084	0.049	0.327	0.001	0.230	0.116	-0.188	0.173	0.155	0.035	0.001	-0.007	-0.007	-0.007	1.000				
Sb	-0.013	0.280	0.161	0.089	0.036	-0.089	-0.079	0.150	-0.057	0.018	0.146	-0.251	-0.044	0.141	0.159	1.000			
Sr	-0.100	-0.050	-0.113	0.190	-0.255	-0.190	0.425	0.245	0.079	0.138	0.075	-0.112	-0.094	0.009	0.321	0.130	1.000		
U	-0.083	0.128	-0.123	-0.131	-0.067	-0.235	-0.443	-0.172	0.020	-0.390	0.072	-0.045	0.023	0.245	-0.266	0.124	-0.004	1.000	
Zn	-0.120	-0.222	-0.317	0.038	0.493	0.320	0.383	0.763	-0.245	0.250	0.259	0.752	0.158	0.352	-0.113	0.227	0.019	-0.220	1.000

Mantri  
Soil (A)

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Rb	S	Sb	Sr	U	Zn
As	1.000																	
Au	0.577	1.000																
Co	-0.192	-0.032	1.000															
Cr	-0.225	-0.111	-0.111	1.000														
Cu	0.598	0.697	0.120	0.078	0.514	1.000												
Fe	-0.030	0.447	0.286	-0.023	0.114	-0.091	1.000											
K	-0.030	0.044	0.129	0.227	0.114	-0.091	0.298	1.000										
Mn	-0.006	0.070	0.840	0.226	0.260	0.245	0.245	0.298	1.000									
Mo	-0.059	0.034	-0.138	-0.092	-0.119	-0.328	0.080	-0.217	0.000	1.000								
Na	-0.162	-0.043	0.260	0.134	0.240	0.295	0.394	-0.073	-0.073	0.000	1.000							
Ni	-0.200	-0.156	0.632	0.789	0.911	-0.023	0.175	0.545	-0.022	0.265	0.000	1.000						
Pb	0.518	0.581	0.257	-0.030	0.509	0.108	0.306	0.479	-0.089	0.072	0.158	0.000	1.000					
Rb	-0.002	0.078	0.141	0.305	0.133	-0.136	0.959	0.300	0.080	0.213	0.219	0.353	0.000	1.000				
S	0.452	0.390	-0.074	0.345	0.352	0.415	-0.247	0.073	-0.145	-0.015	-0.289	0.155	-0.395	0.002	1.000			
Sn	0.007	-0.044	0.112	0.173	0.198	-0.047	0.192	0.191	-0.024	0.188	0.154	0.135	0.189	0.002	0.002	1.000		
Sr	-0.109	-0.188	0.139	0.211	-0.217	-0.155	0.113	0.183	-0.180	0.033	0.117	-0.033	0.077	0.252	0.191	0.000	1.000	
U	-0.127	-0.178	-0.055	0.276	-0.219	-0.382	0.206	-0.142	-0.049	-0.251	0.053	-0.148	-0.268	-0.426	0.094	0.185	0.000	1.000
Zn	0.258	0.311	-0.611	0.058	0.435	0.290	0.292	0.801	-0.206	0.352	0.331	0.739	0.301	0.055	0.213	0.007	-0.262	0.000

Mantri  
Soil (B)

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Rb	S	Sb	Sr	U	Zn	
As	1.000																		
Au	0.239	1.000																	
Co	-0.056	0.056	1.000																
Cr	-0.024	-0.046	0.363	1.000															
Cu	0.427	0.612	0.271	0.042	1.000														
Fe	0.074	0.323	0.275	0.036	0.627	1.000													
K	0.170	0.075	-0.043	0.061	0.602	-0.152	1.000												
Mn	0.151	0.190	0.814	0.448	0.295	0.201	0.247	1.000											
Mo	0.026	0.058	-0.168	-0.054	0.071	-0.187	-0.187	0.254	1.000										
Na	-0.094	-0.016	-0.084	-0.035	0.223	0.315	0.337	0.219	0.153	1.000									
Ni	-0.180	-0.041	0.719	0.636	0.065	0.040	-0.084	0.503	-0.123	-0.132	1.000								
Pb	0.374	0.514	0.319	0.027	0.555	0.164	0.480	0.079	-0.046	0.053	-0.188	0.279	1.000						
Pt	0.224	0.098	-0.020	0.142	0.005	-0.220	0.970	0.255	-0.180	0.192	-0.025	0.238	-0.153	1.000					
Rb	0.285	0.387	-0.143	-0.257	0.397	0.440	-0.258	-0.031	0.163	-0.013	-0.382	0.559	0.394	-0.296	1.000				
S	0.018	0.267	-0.042	0.013	0.177	0.143	0.080	0.443	-0.043	0.035	0.076	-0.013	0.058	0.015	0.000	1.000			
Sb	-0.111	-0.014	0.199	0.222	-0.204	-0.187	0.152	0.108	0.038	-0.001	0.016	-0.054	-0.116	0.169	-0.007	0.000	1.000		
Sr	0.036	0.041	-0.002	0.363	-0.144	-0.247	0.174	-0.150	-0.010	0.230	0.157	-0.152	-0.307	0.216	-0.383	0.111	-0.112	1.000	
U	0.300	0.293	0.672	0.131	0.423	0.283	0.198	0.806	-0.220	0.213	0.455	0.729	0.163	0.217	0.029	0.108	-0.007	-0.224	1.000

Mantri  
Soil (C)

Co - Zn、 Cr - Ni、 Cu - Fe、 Cu - Pb、 K - Rb、 Mn - Ni、 Mn - Zn

この結果では、本地区の鉱化作用との関係が推定されるAs、Au、Cu、Pbなどの元素も互いに強い相関を示しており、本地区での鉱化作用が顕著であることを示している。

## (2) 単変量解析

単変量解析の手法としては、他の2地区と同様の3手法を採用し、比較検討を行った。本解析に使用した試料別元素別のヒストグラム及び累積頻度分布図をAppendix 19 に示す。また、これら3手法によって求められたしきい値などの解析結果をTable II-2-38 に示す。この解析の結果に対して以下が指摘される。

- ① Ag、Mo、Sb及び Sn の4元素については、検出限界以下の値を示す試料が多かったことからEDA法で求めたMedian、Upper Wisker及び Upper Fenceの各値が同一となりしきい値の抽出ができなかった。
- ② As、Cu及び Zn の累積頻度分布図では、分布の重なりが認められ、高い濃度の分布が鉱化作用を示す可能性が推定される。
- ③ 幾何平均値プラス2倍の標準偏差より求めた値はもっとも高い値を示すため、この値をしきい値として使用しない方がよいようである。

EDA法で求めたしきい値（原則としてUpper Fence の値を使用）及びMedianの値より他の2地区と同様3区分し試料Bによる元素別の分布図を作成した。作成した分布図をAppendix 20 に示す。この分布図より読み取れる各元素の分布の傾向及び特徴は、以下のとおりである。

As: マンツリィ鉱床及びそれを取り巻く珪化帯の分布域に高濃度帯が主として分布しており鉱床と密接な関係が認められる。

Au: マンツリィ鉱床を中心に異常帯及び高濃度帯が分布しており鉱床との密接な関係が認められる。

Co: マンツリィ鉱床周辺では低濃度を示す傾向が見られる。高濃度帯は散在する。

Cr: Coの分布傾向と同様鉱床近傍で低濃度を示す。北部のKalumpang 層の分布域では、高濃度を示す傾向が認められる。

Cu: 高濃度帯及び異常帯の分布は、鉱化帯及び鉱化変質帯の分布と良く一致する。

Fe: 高濃度帯は地区の中央部より南部にかけての広い範囲に分布する。鉱床との関係は、不明瞭である。Kalumpang 層の分布域では、低濃度を示す特徴が認められる。

K: 高濃度帯は散在しており、鉱床との関連は認められない。

Mn: 鉱床周辺で低濃度帯が認められる程度で、特に顕著な傾向は示さない。

Na: 異常帯の分布はKalumpang 層の分布域に限られる。鉱床近傍で若干高濃度を示す傾向が見られる。

Table II-2-38 Threshold values obtained by each analytical method for soil geochemical survey in the Mantri deposit area

Unit	Zone A (A)										Upper part of zone B (B)										Lower part of zone B (C)									
	E.D.A. method			Lepeltier method			m + 2S.D	E.D.A. method			Lepeltier method			m + 2S.D	E.D.A. method			Lepeltier method			m + 2S.D	E.D.A. method			Lepeltier method			m + 2S.D		
	Upper Wisker	Upper Fence	B.G.*1	T.H.**2	%	Median		Upper Wisker	Upper Fence	B.G.*1	T.H.**2	%	Median		Upper Wisker	Upper Fence	B.G.*1	T.H.**2	%	Median		Upper Wisker	Upper Fence	B.G.*1	T.H.**2	%	Median		Upper Wisker	Upper Fence
Ag ppm	0.50	0.50	0.50	—	—	0.31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
As ppm	28.0	41.0	64.0	29	71	2.5	104.7	32.0	48.0	81.5	34	63	4.0	127.8	28.0	40.0	65.0	30	52	7.5	190.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Au ppb	12.0	30.0	64.0	12	115	5.0	131.8	10.0	32.0	54.0	12	77	9.0	127.1	14.0	30.0	51.0	14	51	15.0	188.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Co ppm	16.0	25.0	53.0	17	34	2.5	123.5	13.0	25.0	55.5	14	39	2.5	135.4	17.0	26.0	52.5	16	37	2.5	120.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cr ppm	37.0	50.0	93.5	39	180	5.0	126.0	28.0	47.0	74.5	32	73	2.5	73.5	31.0	45.0	69.0	32	68	2.5	72.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cu ppm	49.0	75.0	124.0	51	135	10.0	182.9	56.0	82.0	137.5	55	89	20.0	194.9	63.0	97.0	159.0	62	115	13.5	220.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fe %	5.35	6.64	9.49	5.3	8.1	7.5	9.67	5.95	7.10	9.81	6.1	9.8	2.5	10.08	6.34	7.47	10.58	6.2	8.9	11.0	10.91	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hg ppm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K %	0.33	0.60	0.96	0.33	0.39	2.5	1.35	0.44	0.72	1.21	0.43	1.10	8.0	1.69	0.43	0.75	1.23	0.41	1.03	3.5	1.61	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mn ppm	1830.0	3370.0	6456.5	1800	6300	2.5	13780.3	1116.0	2737.0	5774.0	1250	6200	2.5	11031.4	1061.0	2583.0	5131.5	1050	6300	2.5	9886.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mo ppm	1.0	1.0	1.0	< 1	4	2.5	1.8	1.0	1.0	1.0	< 1	1	2.5	0.7	1.0	1.0	1.0	< 1	3	2.5	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na %	0.07	0.08	0.11	0.07	0.10	6.5	0.11	0.08	0.10	0.12	0.08	0.11	10.0	0.13	0.09	0.10	0.15	0.08	0.12	9.0	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ni ppm	12.0	25.0	39.5	14	52	2.5	67.4	9.0	17.0	27.5	9	38	2.5	64.5	8.0	18.0	31.5	9	30	5.5	70.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pb ppm	117.0	281.0	474.5	115	790	3.0	2346.2	122.0	291.0	530.0	135	420	10.0	2285.3	139.0	305.0	574.5	140	570	8.0	4393.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pt ppb	5.0	10.0	17.5	8	17	2.5	12.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rb ppm	80.0	128.0	193.0	71	190	2.5	250.8	87.0	137.0	212.5	87	215	2.5	283.3	92.0	147.0	247.0	93	250	2.5	292.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S %	0.041	0.055	0.061	0.04	0.08	7.0	0.084	0.032	0.042	0.062	0.032	0.048	17.0	0.071	0.032	0.048	0.074	0.033	0.082	2.5	0.077	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sb ppm	5.0	5.0	5.0	—	—	—	3.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sn ppm	—	—	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0	< 1	3	2.5	1.0	5.0	5.0	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sr ppm	23.0	43.0	76.5	23	71	3.0	93.5	20.0	38.0	59.0	22	64	2.5	80.5	21.0	37.0	62.5	22	48	6.0	79.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
U ppm	1.40	1.80	1.90	1.6	2.3	3.0	2.60	1.60	2.00	2.40	1.7	2.4	2.5	2.69	1.60	1.80	2.40	1.6	2.4	2.5	2.67	—	—	—	—	—	—	—	—	—
W ppm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zn ppm	163.0	260.0	469.0	165	430	11.5	836.5	167.0	304.0	545.0	170	710	2.5	913.7	177.0	322.0	604.5	180	420	17.5	977.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—

\*1: Background

\*\*2: Threshold

Ni: Co、Crと同様の分布傾向を示す。鉱床付近には、低濃度帯が分布する。

Pb: 鉱床近傍にのみ異常帯が見られ、高濃度帯も鉱床を中心として分布する。鉱床と最も密接な関係を示す。

Rb: 異常帯及び高濃度帯が散在しており鉱床との関係は認められない。

S: 鉱床近傍で異常帯及び高濃度帯が認められる。粘土化帯の分布域では低濃度を示す特徴が認められる。Kalumpang 層の分布域では特徴的に低濃度を示す。

Sr: 鉱床近傍及び変質帯の分布域では、低濃度を示す特徴が認められる。

U: 異常帯の分布はKalumpang 層の分布域に限られる。鉱床との関係は不明瞭である。

Zn: 異常帯は、鉱床の西側及び北東側で見られるが、鉱床との関係は、不明瞭である。

以上の結果では、As、Au、Cu、Pb及び Sの5元素が指示元素として有効であることを示している。Srは鉱床に対し負の関係を示しており指示元素としての可能性を示す。

### (3) 多変量解析

本調査では、他の2地区と同様クラスター分析及び因子分析の2手法による多変量解析を行った。クラスター分析の結果をFig. II-2-27 に、因子分析の結果をTable II-2-39 に示す。

クラスター分析の結果では、いずれの試料でもAu-Cu-Fe、Co-Mn-Zn-Pb 及びK-Rbの各元素より成るクラスターが抽出されている。これら各元素の組み合わせのうちAu-Cu-Feのクラスターが本地区の鉱化作用を示すと考えられるので、このクラスターを構成する元素が指示元素として有効であることを示す。

因子分析の結果では、試料A及びBでAs、Au、Cu、Pbの4元素と関係の深い因子が第2因子として抽出されている。関係する元素より判断するとこの因子が本地区の鉱化作用を示す因子であると考えられる。試料Cに対する因子分析の結果では、明瞭に鉱化作用を示す様な因子は抽出されていない。試料A及びBで抽出された第2因子を比較すると試料Bの第2因子の方が各元素とより強い関係を示し、更にその共通性の値も高いことから、試料Bの方が有効であると考えられる。試料Bで抽出された因子と各元素との関係は、以下のとおり。

第1因子: Co-Mn-Pb-Zn

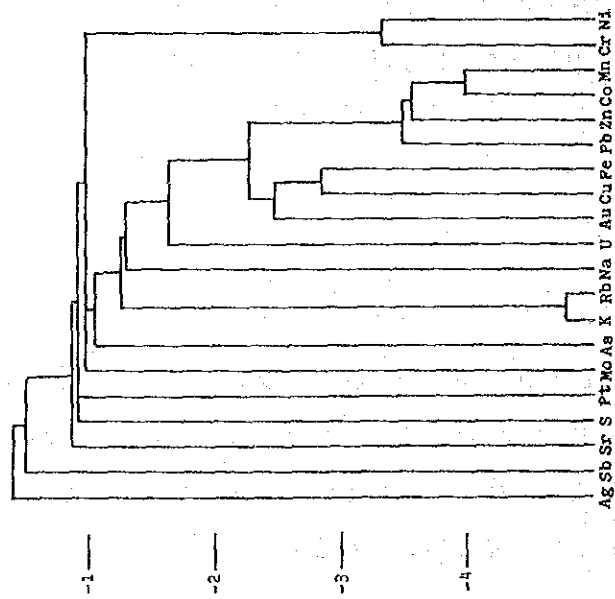
第2因子: As-Au-Cu-Pb

第3因子: K-Rb

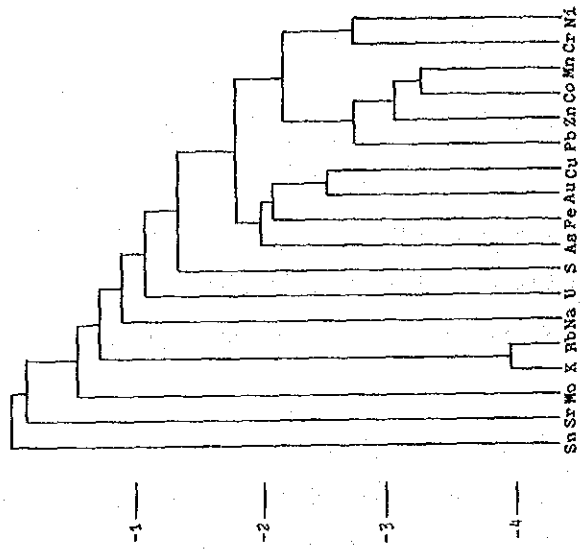
第4因子: Fe

これらの因子のうち、第2因子及び第4因子と各元素とは負の関係を示す。第2因子で高因子得点を示す試料の分布をFig. II-2-28 に示す。この図で示される様に、第2因子の高因子得点分布と変質帯を含む鉱化帯の分布とが良く一致している。従って、この結果では因子分析の手法が本地区に対する解析の手法として有効であることを示す。

MSLA



MSLB



MSLC

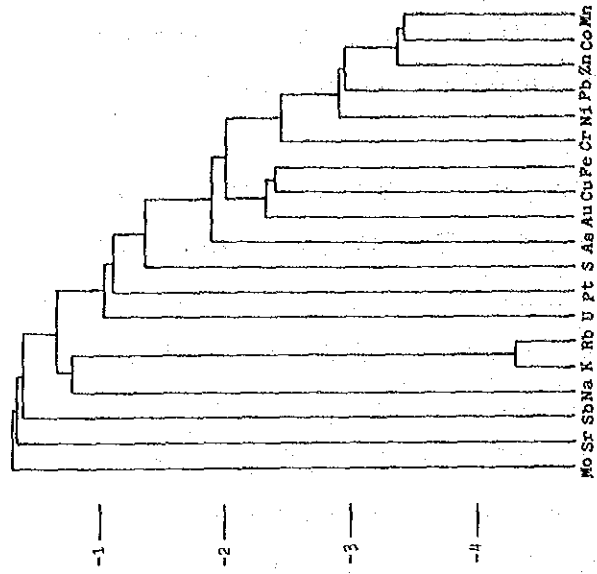
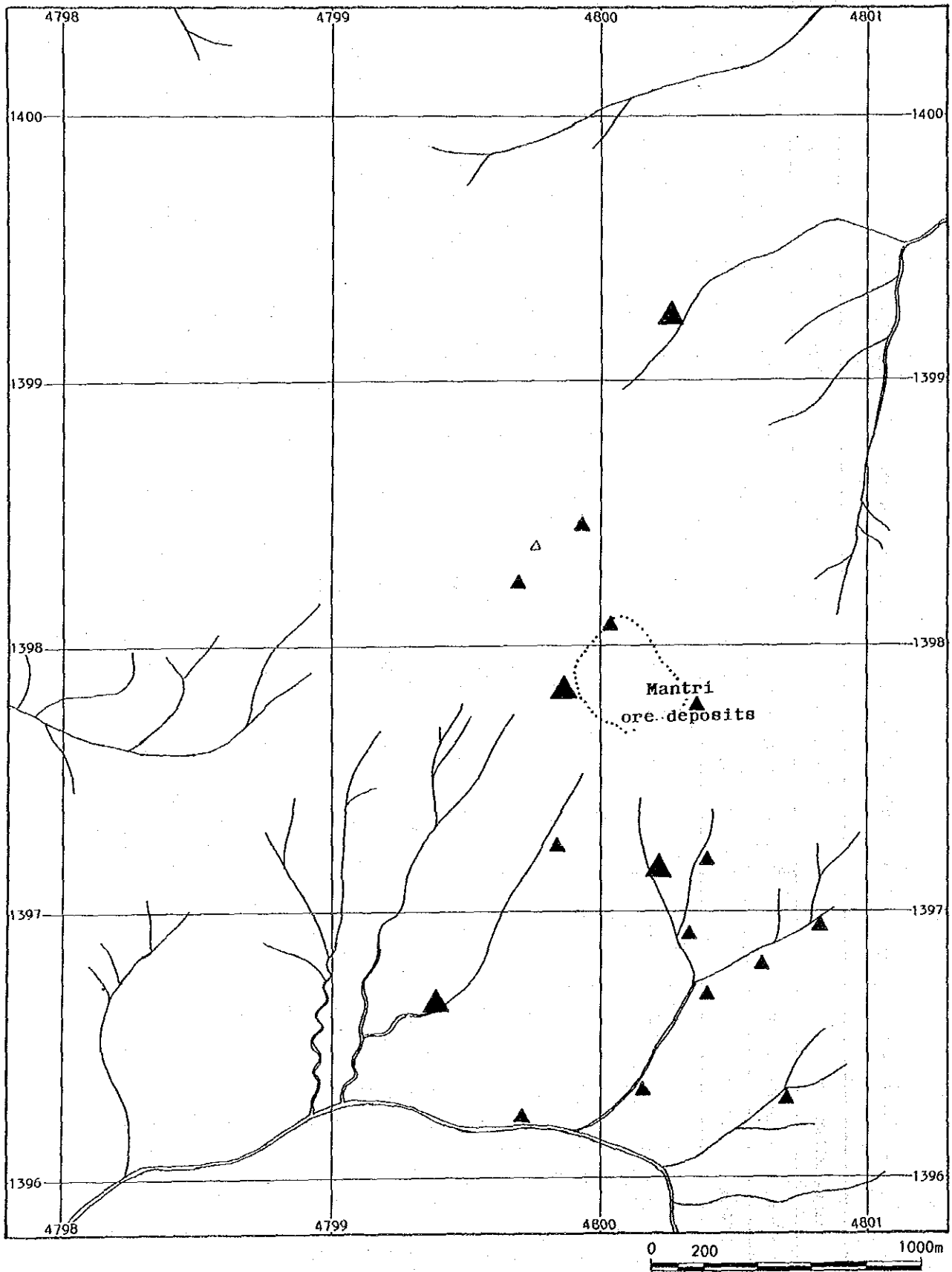


Fig. II-2-27 Dendrogram of elements for soil in the Mantri deposit area

Table II-2-39 . Results of factor analyses for soil in the Mantri deposit area

Element	Sample collected at bank (A)					Sample collected at edge of stream (B)					Sample collected at middle of stream (C)				
	Factor loadings (Varimax rotation)					Factor loadings (Varimax rotation)					Factor loadings (Varimax rotation)				
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Communality	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Communality	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Communality
Ag	0.036	0.242	-0.135	-0.166	0.1313	-	-	-	-	-	0.138	-	-	-	-
As	-0.208	-0.552	0.083	-0.076	0.3785	-0.025	-0.779	-0.037	0.063	0.6454	0.138	-0.383	-0.265	-0.133	0.4825
Au	0.065	-0.739	0.031	0.105	0.5635	0.627	-0.809	0.026	-0.177	0.7077	0.097	-0.111	-0.069	-0.027	0.5916
Co	-0.132	0.092	-0.155	0.267	0.7770	0.793	0.105	-0.011	-0.199	0.7935	0.328	0.185	0.158	0.285	0.8565
Cr	-0.037	-0.033	-0.845	-0.051	0.7336	0.093	0.120	0.167	0.047	0.7717	0.228	0.020	0.017	0.717	0.5840
Cu	0.056	-0.633	-0.140	0.478	0.7229	0.126	-0.754	0.087	-0.420	0.7767	0.234	0.114	0.029	-0.112	0.7173
Fe	0.105	-0.279	0.001	0.750	0.6843	0.092	-0.373	-0.141	-0.724	0.7002	0.133	0.439	0.277	-0.111	0.6957
K	-0.969	-0.113	-0.026	0.035	0.9674	0.122	-0.016	0.975	-0.019	0.9706	0.048	0.209	-0.968	0.054	0.9981
Mn	-0.190	-0.157	-0.147	0.244	0.8706	0.855	-0.055	0.173	-0.205	0.8861	0.867	0.181	-0.163	-0.010	0.8388
Mo	-0.063	-0.039	0.041	0.092	0.3264	-0.104	0.061	0.068	0.194	0.2152	-0.163	-0.336	0.119	-0.096	0.1791
Na	-0.269	0.165	-0.012	0.590	0.4745	0.268	0.108	0.267	-0.503	0.4114	0.122	0.593	-0.183	-0.161	0.3834
Ni	-0.083	0.069	-0.820	0.007	0.7416	0.499	0.106	0.066	-0.089	0.7804	0.604	0.192	0.159	0.579	0.7720
Pb	-0.160	-0.751	0.068	-0.022	0.7826	0.528	-0.650	0.248	0.132	0.7864	0.557	-0.328	-0.214	-0.172	0.7841
Pt	-0.098	-0.180	0.206	0.009	0.1190	-	-	-	-	-	0.020	-0.022	0.102	-0.381	0.3851
Rb	-0.948	-0.146	-0.056	-0.149	0.9596	0.142	-0.081	0.951	0.082	0.9696	0.085	0.092	-0.966	0.147	0.9895
S	0.231	-0.341	-0.140	0.246	0.4543	-0.038	-0.412	-0.266	-0.285	0.5906	-0.076	-0.067	0.239	-0.477	0.5984
Sb	-0.092	-0.286	-0.071	-0.153	0.1894	-	-	-	-	-	0.018	0.046	-0.065	0.144	0.1034
Sn	-	-	-	-	-	0.118	-0.055	0.211	0.009	0.1348	-	-	-	-	-
Sr	-0.049	0.134	-0.064	-0.022	0.4186	0.057	0.152	0.062	0.112	0.3726	0.057	-0.089	-0.079	0.073	0.3864
U	-0.178	0.029	-0.073	-0.621	0.4351	-0.199	0.129	0.226	0.445	0.3996	-0.172	-0.188	-0.178	0.595	0.4560
Zn	-0.272	-0.482	-0.081	0.243	0.7976	0.810	-0.348	0.201	-0.188	0.8470	0.862	0.067	-0.163	-0.083	0.8675
F.C.*1	19.5 %	22.0 %	13.6 %	16.3 %	-	23.4 %	23.7 %	19.5 %	12.4 %	-	26.7 %	9.7 %	20.0 %	15.7 %	-

\*1: factor contribution



▲  $\leq -1.200$  factor 2 factor score       $-1.200 \leq \triangle \leq -0.800$  factor 2 factor score

Fig. II-2-28 Distribution map of factor 1 factor score for soil in the Mantri deposit area

#### (4) 河床堆積物試料と土壤試料の関係

本鉱床地区では、試料採取地点番号 1~71の地点において土壤試料を河床堆積物試料の採取地点近傍で採取している。この2種類の試料種の間関係を明らかにするため、各元素ごとの相関係数を求めた。この結果は以下のとおり。

As: 0.511	Au: 0.519	Co: 0.399	Cr: 0.446	Cu: 0.638	Fe: 0.360
Mn: 0.590	Ni: 0.509	Pb: 0.814	S: 0.424	U: -0.085	Zn: 0.723

この結果では、各元素ともこれらの試料種間で比較的良い相関を示す。特に、Cu、Pb、Znの3元素では比較的強い相関を示す。

#### (5) 総合解析

本地区より採取した土壤試料に対し、EDA法により抽出した全元素の異常帯の分布をFig. II-2-29に示す。この結果では、鉱床の周辺でAu、Cu、Pb、Sなどの元素の異常帯が認められ。これらの元素が指示元素として有効であることを示している。これらの元素の分布より判断すると、Auでは1.5 km、Pbで0.5 km、Cuで1.0 kmがその影響範囲となる。

### 2-4-5 パンニング試料地化学探査

#### (1) 指示元素

本地区より採取したパンニング試料に対して、他地区と同様33元素の化学分析を行った。この分析の結果をAppendix 8に、統計処理の結果をTable II-2-40に示す。分析の結果、Geは全試料で検出限界以下の値を示した。Pt、Re、Se及びTaの4元素も大部分の試料で検出限界以下の値を示す。

河床堆積物の分析結果と比較するとAu、Fe、Mn、Mo、Pb、S、Sn、Znの8元素ではパンニング試料の方が高い濃度を示す。特にAu及びPbの濃度は著しく高い傾向を示す。As、Ni、Sb、Uの4元素では、逆にパンニング試料の方が低い濃度をしめす。Co、Cr、Cu、Ptの4元素では、パンニング試料と河床堆積物試料がほぼ同様の濃度を示す。この様にAu及びPbの2元素を除けば、河床堆積物の分析結果と比較して特に著しい差は認められない。

本調査で用いた各元素の相関マトリックスをTable II-2-41に示す。全体的にみるとピドゥヒドゥヒル鉱床地区と比較して相関係数の高い組み合わせが多く認められるが、ヌンコック鉱床地区と比較すると、相関係数が高い値を示す元素の組み合わせは少ない。本地区での相関マトリックスでは、Ba-Cu-Mn-Pb-Sbの組み合わせが互いに強い相関を示しており特徴的である。



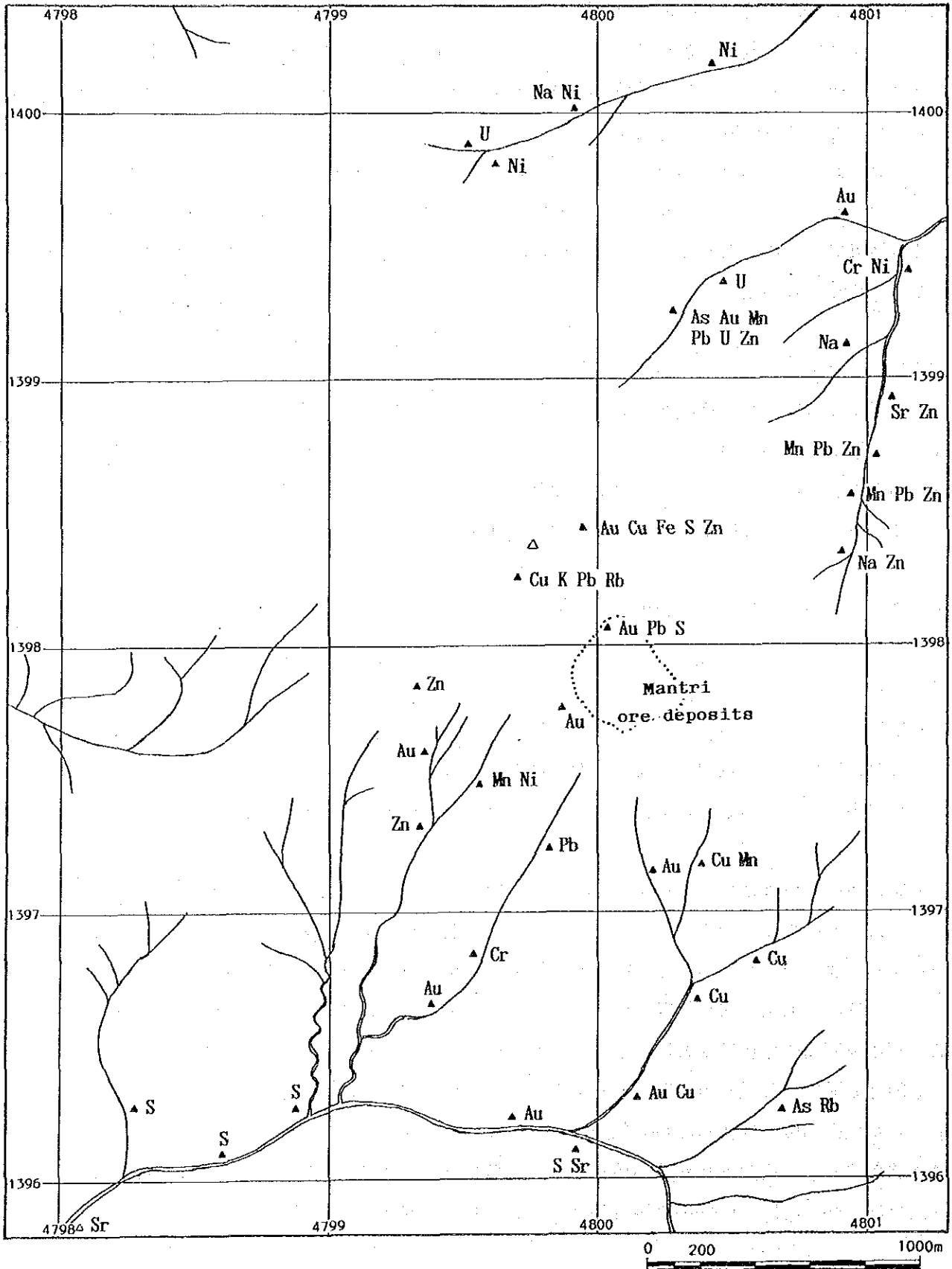


Fig. II-2-29 Interpretation map of soil geochemical survey in the Mantri deposit area

Table II-2-40 Statistics and thresholds of pan concentrate geochemical survey in the Mantri deposit area

Statistics						EDA method <sup>*3</sup>	
Element	Below detection limit (%)	Maximum value	Minimum value	Mean <sup>*1</sup> value	S.D. <sup>*2</sup>	Median	Upper Fence
Ag (ppm)	59	12.0	< 0.5	0.47	0.423	0.50	1.00 <sup>*4</sup>
As (ppm)	0	76	3	18.8	0.417	23.0	48.0
Au (ppb)	0	> 10000	6	508.4	1.003	980.0	6850.0
Ba (ppm)	0	1250	70	224.3	0.321	180.0	655.0
Ce (ppm)	0	58	8	25.5	0.165	26.0	42.0
Co (ppm)	6	36	< 1	10.9	0.422	14.0	34.0
Cr (ppm)	0	630	16	129.1	0.373	140.5	376.0
Cu (ppm)	13	421	< 1	30.9	0.846	35.0	397.5
Fe (%)	0	> 25.00	5.76	13.06	0.228	13.55	24.40 <sup>*4</sup>
Ga (ppm)	0	17	7	11.1	0.113	11.5	13.0 <sup>*4</sup>
Ge (ppm)	100	< 5	< 5	—	—	—	—
Hg (ppb)	0	880	30	89.3	0.329	85.0	225.0
La (ppm)	0	20	4	10.2	0.159	11.0	18.0
Mn (ppm)	0	7290	350	2782.0	0.294	3060.0	4910.0 <sup>*4</sup>
Mo (ppm)	34	9	< 1	1.3	0.387	1.0	3.5
Ni (ppm)	0	43	1	13.4	0.356	15.5	36.0
Pb (ppb)	0	1700	18	247.8	0.525	310.0	1293.0
Pt (ppm)	84	100	< 5	3.1	0.294	5.0	5.0
Re (ppm)	78	15	< 1	0.8	0.392	1.0	2.0 <sup>*4</sup>
S (%)	0	7.900	0.027	0.172	0.623	0.166	0.696
Sb (ppm)	0	7.4	0.4	2.37	0.334	2.90	6.30
Se (ppm)	84	3.6	< 0.2	0.15	0.431	0.20	0.20
Sn (ppm)	59	4	< 2	2.2	0.087	2.0	3.0 <sup>*4</sup>
Ta (ppm)	97	2.0	< 2.0	—	—	—	—
Te (ppm)	6	2.75	< 0.10	0.73	0.388	0.85	2.75
Th (ppm)	0	8.0	2.0	5.03	0.142	5.00	7.00 <sup>*4</sup>
Ti (%)	0	9.01	0.34	2.31	0.359	2.84	8.59
U (ppm)	0	2.2	0.8	1.41	0.117	1.40	2.20
V (ppm)	0	2700	108	601.9	0.382	638.0	2149.5
W (ppm)	3	7	< 2	3.4	0.157	3.5	5.5
Y (ppm)	0	30	7	16.0	0.135	16.0	29.0
Zn (ppm)	0	1140	100	469.7	0.279	527.0	844.0 <sup>*4</sup>
Zr (ppm)	0	310	91	121.7	0.125	110.0	142.5

\*1: geometric mean \*2: standard deviation \*3: Exploratory Data Analysis (Kurzi H., 1988)

\*4: Upper Wisker



Table II-2-41 Coorelation matrix of elements for pan concentrates in the Mantri deposit area

	Ag	As	Au	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	Hg	La	Mn	Mo	Ni	Pb	Pt	Re	S	Sb	Se	Sn	Te	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr		
Ag	1.000																																
As	.159	1.000																															
Au	.432	.364	1.000																														
Ba	.166	.581	.333	1.000																													
Ce	-.264	.175	.161	.121	1.000																												
Co	-.220	.220	.033	.282	.251	1.000																											
Cr	.309	.174	.410	.252	.063	.095	1.000																										
Cu	.201	.820	.243	.571	.116	.273	.037	1.000																									
Fe	.441	-.437	.304	-.077	-.277	-.063	.079	-.327	1.000																								
Ga	.442	-.334	.243	-.019	.069	.093	.183	-.195	.798	1.000																							
Hg	.236	-.032	.172	-.159	.144	.069	-.265	-.074	.443	.523	1.000																						
La	-.343	.231	-.007	-.091	.848	.198	-.113	.143	-.493	-.222	.129	1.000																					
Mn	.425	.307	.577	.555	.300	.170	.529	.326	.389	.602	.154	-.050	1.000																				
Mo	.321	.615	.487	.558	.087	.323	.185	.569	.144	.184	.296	.055	.475	1.000																			
Ni	.360	.068	.429	.275	.316	.167	.806	.017	.290	.546	-.017	-.033	.785	.175	1.000																		
Pb	.325	.637	.435	.681	.089	.185	.327	.674	.029	.115	-.204	-.078	.674	.516	.392	1.000																	
Pt	.250	.072	.131	-.076	.132	.154	.090	.073	-.057	-.129	-.084	.132	-.083	-.229	.047	.085	1.000																
Re	.134	-.029	.207	.156	.115	.288	-.076	-.041	.299	.383	.508	.021	.170	.438	.048	-.080	-.147	1.000															
S	-.008	-.185	.074	-.238	.162	.203	-.293	-.248	.495	.494	.823	.127	.090	.179	-.030	-.154	-.067	.448	1.000														
Sb	.458	.612	.647	.552	.098	.065	-.021	.591	.201	.166	.293	.005	.481	.691	.050	.664	.065	.189	.168	1.000													
Se	-.133	.244	.035	-.011	.406	.127	-.256	.089	-.094	.015	.530	.477	-.075	.292	-.169	-.130	-.125	.216	.450	.223	1.000												
Sn	.060	-.217	.110	-.270	-.049	.266	.190	-.103	.523	.470	.167	-.083	.236	.098	.192	.109	.186	.029	.330	.010	-.080	1.000											
Te	.360	.442	.517	.312	.229	-.037	-.127	.394	.112	.115	.378	.102	.256	.479	.004	.423	.123	.237	.289	.774	.343	-.169	1.000										
Th	-.395	.302	-.040	.090	.468	.254	-.278	.205	-.415	-.333	-.078	.585	-.242	.060	-.333	.125	.212	-.221	.056	.231	.441	-.100	.337	1.000									
Ti	.342	-.469	.350	-.202	-.140	-.172	.060	-.509	.831	.683	.572	-.309	.245	.062	.215	-.172	-.041	.301	.621	.188	.007	.412	.137	-.316	1.000								
U	.042	.067	.288	-.002	.024	-.154	-.350	.031	.260	.144	.374	.127	-.028	.360	-.319	.075	-.139	.045	.439	.475	.306	.131	.412	.398	.426	1.000							
V	.476	-.439	.363	-.077	-.175	-.102	.195	-.391	.923	.806	.494	-.400	.444	.126	.413	-.045	-.065	.298	.495	.173	-.105	.442	.054	-.493	.922	.224	1.000						
W	.177	.066	.457	.081	-.204	.133	-.028	.086	.313	.072	.243	-.227	.101	.200	-.052	.132	.293	.118	.267	.400	-.158	.191	.246	.001	.471	.350	.377	1.000					
Y	-.116	.679	.128	.473	.399	.062	-.053	.586	-.527	-.359	-.158	.485	.170	.337	-.126	.422	-.036	-.167	-.322	.435	.190	-.243	.276	.542	-.491	.230	-.538	-.013	1.000				
Zn	.386	.193	.449	.441	.105	.025	.296	.276	.501	.604	.084	-.185	.840	.337	.561	.789	-.040	.043	.167	.545	-.175	.352	.328	-.109	.316	.153	.466	.158	.080	1.000			
Zr	.339	-.142	.116	-.161	-.160	.103	.170	-.173	.340	.347	.113	-.237	.032	.211	.141	.094	.285	.223	.279	.134	.044	.408	.172	-.025	.360	.155	.303	.179	-.319	.138	1.000		



## (2) 単変量解析

本地区より採取したパンニング試料に対するEDA法による解析の結果をTable II-2-40に示す。この解析により抽出された異常帯の分布をFig. II-2-30に示す。この結果では、鉱床の近傍でBaの異常帯が特徴的に認められる。また、Gaも鉱床近傍で特徴的に認められるが、相関マトリックスでは、Feと関係が深いことを示しているため、風化の強い範囲を示していると推定される。

## (3) QME分析

本地区より採取したパンニング試料に対するQME分析の結果をTable II-2-42に示す。この分析の結果では、磁鉄鉱、チタン鉄鉱、白チタン石、針鉄鉱、石英及び斜長石が全ての試料で認められる。この他黄鉄鉱、クリノゾイサイト及び頑火輝石がかなりの試料で認められる。自然金は10試料で確認されているが、調査地区の全域で見られ特に傾向は示さない。観察された鉱物は以上の鉱物の他、スピネル、金紅石、赤鉄鉱、黄銅鉱、かんらん石、角閃石、緑れん石、ジルコン、鋭錐石、方解石、酸化マンガン鉱などである。

## 2-4-6 室内試験結果

### (1) 薄片鑑定

本調査では、Kalumpang層の碎屑岩類と安山岩溶岩より試料を採取し薄片鑑定に供した。鑑定の結果をTable II-2-43に示す。

検鏡の結果では、安山岩は輝石安山岩で珪化及び緑泥石化が顕著であり方解石を伴う場合が多いことを示す。この他の変質鉱物としては緑れん石や絹雲母も観察されている。Kalumpang層より採取した試料は凝灰岩及び凝灰質岩であり、変質鉱物としても安山岩と同様の鉱物が観察される。このことは鉱化作用に伴う変質作用がKalumpang層まで及んでいることを示すものと考えられる。但し、本層ではモンモリロナイトも観察されており安山岩溶岩と比較して変質は若干弱いようである。

### (2) 研磨片及び研磨薄片鑑定

本地区より研磨片試料5試料、研磨薄片試料3試料を採取し鑑定を行った。鑑定結果をTable II-2-44に示す。

研磨片試料のうち3試料をマンツリィ鉱床のトレンチより採取した。これらの試料の鑑定結果では赤鉄鉱、針鉄鉱及び1試料で黄鉄鉱が鑑定されたが、期待された自然金は見られなかった。試料番号N042の試料は、珪化した泥岩中に見られた黄鉄鉱の試料であるが、検鏡の結果でも黄鉄

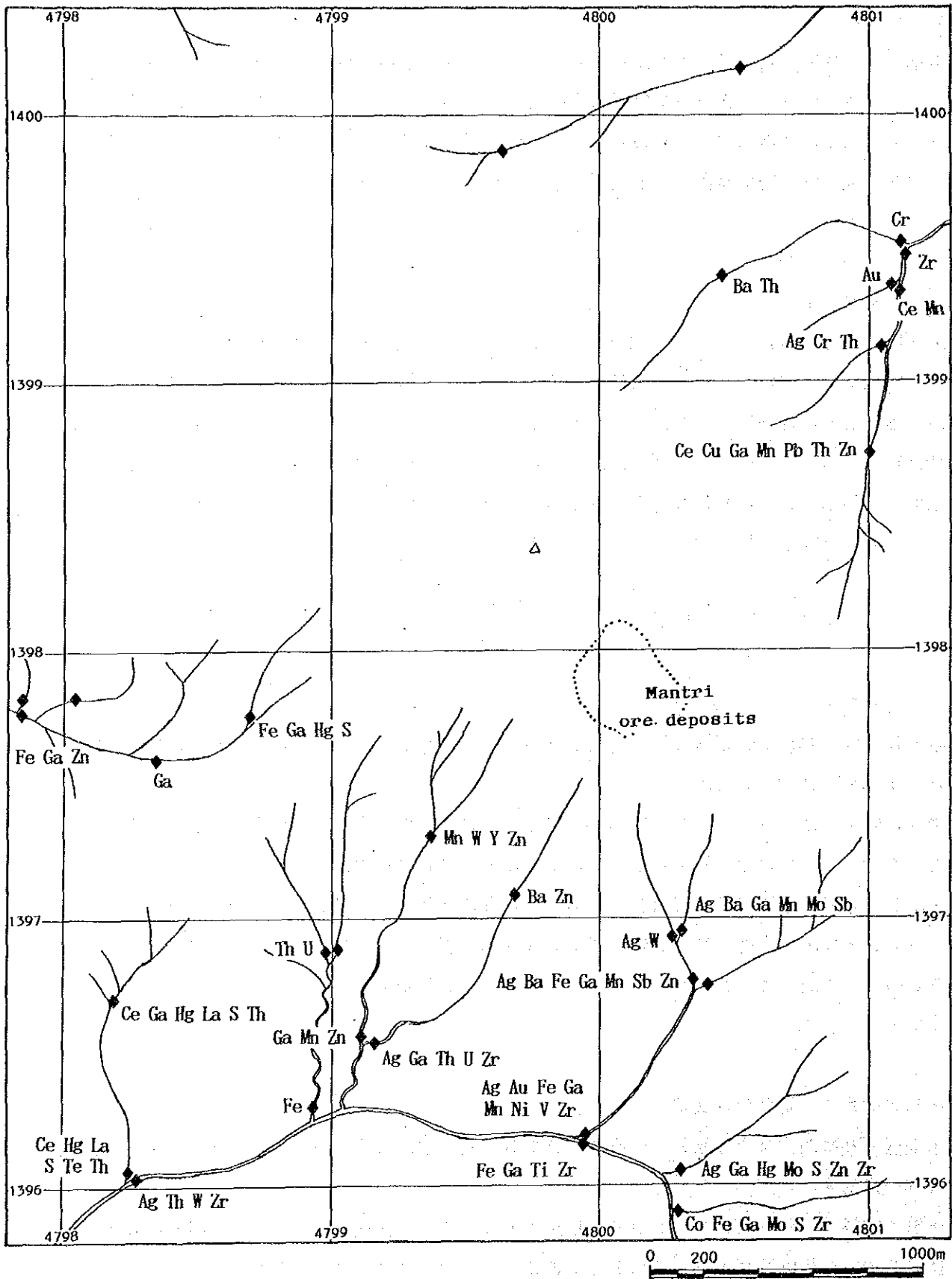


Fig. II-2-30 Interpretation map of pan concentrate survey in the Mantri deposit area

Table II-2-42 Results of qualitative mineral examination of pan concentrates in the Mantri deposit area

Sample Number Mineral Names	MPC 01	MPC 02	MPC 03	MPC 04	MPC 05	MPC 06	MPC 07	MPC 08	MPC 09	MPC 10	MPC 11	MPC 12	MPC 13	MPC 14	MPC 15	MPC 16	MPC 17	MPC 18	MPC 19	MPC 20	MPC 21	MPC 22	MPC 23	MPC 24	MPC 25	MPC 26	MPC 27	MPC 28	MPC 29	MPC 30	MPC 31	MPC 32		
Magnetite	2.7	2.3	6.1	8.6	1.8	5.4	1.4	2.3	0.3	0.3	1.3	44.6	23.5	44.7	5.1	3.4	14.9	38.0	9.2	7.0	30.9	8.8	15.0	18.1	63.0	28.2	36.5	11.0	16.8	9.9	23.5	27.9		
Native Gold							Tr	Tr				Tr		Tr	Tr	Tr					Tr				Tr		Tr							
Spinel		Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr													Tr												
Ilmenite	2.4	1.4	6.8	0.9	0.7	1.1	0.6	1.0	0.3	0.2	0.6	10.8	7.1	13.2	2.8	4.5	17.4	5.8	1.0	1.1	3.3	1.4	2.3	0.9	7.5	56.0	2.9	2.6	1.3	0.5	15.2	11.5		
Rutile		Tr	Tr				Tr					Tr																						
Leucosene	2.1	2.4	1.0	0.6	1.7	2.9	0.6	0.9	Tr	0.3	8.4	7.2	1.2	1.9	13.8	13.0	10.0	4.6	8.3	4.5	4.9	2.8	7.1	7.7	1.9	1.2	2.1	1.3	1.5	2.5	2.2	1.6		
Pyrite			Tr	Tr					Tr	Tr	0.2	Tr	Tr	17.0	Tr	0.1	Tr		Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	
Goethite	8.3	5.7	1.9	4.0	7.2	11.9	10.0	11.0	12.2	2.5	11.8	6.0	15.3	5.6	22.8	18.6	19.0	12.8	11.8	16.9	24.3	23.3	19.0	17.2	9.4	4.9	24.4	22.1	15.3	13.5	19.5	18.3		
Hematite	Tr		Tr				Tr	Tr						Tr			2.5		Tr		Tr			Tr		Tr	Tr			Tr	6.5	21.0		
Chalcopyrite									Tr																									
Olivine																																		
Amphibole																																		
Clinzoisite																																		
Epidote																																		
Zircon																																		
Enstatite																																		
Anatase																																		
Quartz	16.7	17.6	50.5	25.7	31.0	19.7	21.9	28.0	17.4	14.5	11.7	4.7	7.0	2.6	6.7	14.9	14.1	7.8	14.0	10.6	7.3	15.9	8.5	11.2	5.5	5.4	8.5	12.6	16.3	18.4	13.2	9.9		
Plagioclase	66.9	70.5	33.7	60.0	57.6	59.0	65.6	56.8	69.7	82.2	66.0	26.3	38.9	15.4	48.8	44.5	21.1	31.0	56.2	69.9	29.8	47.8	48.1	44.9	12.7	5.3	25.6	50.4	48.8	55.2	19.9	9.8		
Calcite																																		
MnO <sub>2</sub>									Tr																									





Table II-2-44 Observation results of polished and polished thin sections collected in the Mantri deposit area

Sample No.	Location	Descriptions	Texture	Observed minerals								Remarks			
				Pyrite	Hematite	Goethite	Gangue minerals	Quartz	Chlorite	Zeolite	Carbonate minerals				
Polished section	N037	Quartz veinlet with limonite and goethite.	Disseminations	•	•	○	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	Weathered
	N038	Silicified rock with quartz, limonite & goethite.	-	•	•	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	Weathered
	N039	Silicified & argillized rock with limo.-goethite-hematite	-	•	•	○	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	Weathered
	N042	Black silicified mudstone with fine-grained pyrite	Disseminations	○			◎	◎	◎						Euhedral and fine-grained pyrite.
	G020	Strongly silicified rock with pyrite/quartz-jasper	Vein	○			◎	◎	◎						Euhedral pyrite. Float.
Polished thin s.	N033	Strongly silicified rock with intense pyrite diss.	Disseminations	○			◎	◎	◎						
	N038	Quartz veinlet with limonite & goethite in sili. rock	Veinlet & disseminations	○	○	○	◎	◎	◎						Weathered
	G023	Gray silicified andesite with pyrite disseminations	Disseminations	○			◎	◎	◎						Float

◎: abundant ○: common ○: little •: rare

鉍のみが観察された。G020の石英脈試料でも観察された鉍石鉍物は、黄鉄鉍のみである。研磨薄片の検鏡結果では、黄鉄鉍、赤鉄鉍、針鉄鉍のほか脈石鉍物として石英と少量の緑泥石、沸石及び炭酸塩鉍物が認められる。

### (3) X線回折試験

本調査では、鉍化作用と変質との関係を明らかにするため安山岩の分布域及び鉍化帯より5試料を採取しX線回折試験に供した。この試験の結果をTable II-2-45に示す。

N038の試料は、本地区で最も鉍化作用の強いとされているトレンチによる調査がなされた箇所より採取した試料である。この試料では、石英、カオリナイト、赤鉄鉍及び黄鉄鉍が同定されているが、カオリナイトが特徴的である。N035及びG026の試料は、肉眼では著しい粘土化作用を受けた試料であるが、これらの試料は特徴的に石英及び絹雲母を伴い、斜長石が完全または殆ど消失している。これらの試料と比較するとN034の試料は、変質が弱く原岩の斜長石が残っていることを示す。採取した試料の中で最も変質の弱い試料はN031の試料で、同定された変質鉍物によれば、この試料は弱い緑泥石化作用を受けている。

Table II-2-45 Results of X-ray diffraction analyses in the Mantri deposit area

Sample No.	Location	Descriptions	Detected minerals							Remarks	
			Quartz	Plagioclase	Diopside	Chlorite	Sericite	Kaolinite	Hematite		Pyrite
N031	South part	Dark green pyroxene andesite. Weakly altered.	⊙	○	○	•					
N034	South of Bt. Mantri	Dark green silicified andesite with pyrite diss.	⊙	○		○				•	
N035	South of Bt. Mantri	Strongly argillized andesite with pyrite diss.	⊙	•		○	○			○	
N038	Trench	Silicified, brecciated & mineralized zone	⊙					•	○	•	Weathered
G026	West part	Gray argillized andesite with pyrite disseminations	⊙				○			○	

⊙ : abundant      ○ : moderate      ○ : few      • : rare

## 2-5 調査結果の総合検討及び考察

### 2-5-1 試料種

本調査では、河床堆積物、土壌及びパンニング試料の3試料種を採用し、更に河床堆積物及び土壌については、同一地点の異なった位置より3試料を採取し比較検討を行った。

#### (1) 河床堆積物試料

河床堆積物試料は、川岸(A)、流れの縁辺部(B)及び流れの中心部(C)の3か所より採取した。これら3か所の試料に対する解析結果を地区別に比較すると以下のとおり。

##### ヌンコック鉱床地区

統計解析の結果では、全体的に見てB試料が高い幾何平均値を示し、各元素間の相関係数もBの試料で高い傾向が認められる。更に、因子分析の結果では試料Bで抽出された因子が各元素とより強い関係を示すとともに、この試料より抽出された因子が鉱化作用を良く示している。これらの結果を総合すると、流れの縁辺部で採取した試料が最も有効である。

##### ビドゥビドゥヒル鉱床地区

統計解析の結果では、試料Bが若干高い濃度を示す傾向が認められる。各元素間の相関係数は試料Aが高い傾向を示す。因子分析の結果では、試料Bより抽出された因子が鉱床の分布と良く一致する。この結果でも、試料Bがより有効である傾向が認められる。

##### マンツリィ鉱床地区

統計解析の結果では、試料AまたはCで高い幾何平均値を示す元素が多く、試料Bでは大部分の元素で中間的な濃度を示す。因子分析の結果では、試料Aより抽出された因子と各元素との関係が単変量解析の結果と一致しない。これに対して試料B及びCでは、抽出された因子と各元素との関係が同様の傾向を示す。共通性の値は、試料Cと比較して試料Bの方が一般に高い値を示す。これらの結果より判断すると大差はないが、試料Bの方が試料Cと比較して若干良い結果を示す。

以上の結果を総合すると、本調査の結果では流れの縁辺部で採取した試料が最も良い結果を示している。

#### (2) 土壌試料

土壌試料については、同一試料採取地点でA層(A)、B層の上半部(B)及びB層の下半部(C)の3試料を採取し比較検討を行った。調査結果を地区別に見ると以下の結果が得られている。

##### ヌンコック鉱床地区

統計解析の結果得られた幾何平均値を比較すると、試料Aで高濃度を示す元素が多く認められる。但し、これらの分布をヒストグラムで見るとかなりのバラツキが見られ、試料BやCで見られる様な安定した分布を示さない。各元素間の相関係数は、試料B及びCと比較すると試料Aでは全体的に低い傾向を示す。クラスター分析の結果では、試料B及びCで鉱化作用との関係が推定される元素の組み合わせより成るクラスターが抽出されている。因子分析の結果では、試料Bが全体的に見て高い共通性の値を示しており、更に各因子と元素がより強い関係を示す。以上の結果によれば、試料Bが最も有効であることを示す。

#### ビドゥビドゥヒル鉱床地区

統計処理の結果得られた幾何平均値を比較すると、元素による差は認められるが試料による傾向は認められない。各元素間の相関係数を見ると、試料Aに比較して試料B及びCが各元素間でより強い相関を示す。クラスター分析及び因子分析の結果では、鉱床と関係が深いと推定される因子が試料B及びCで抽出されている。また、各元素と因子との関係を見ると試料Bの方がより強い関係を示す。これらの結果を総合すると試料Bが最も良い結果を示す。

#### マンツリィ鉱床地区

統計処理の結果得られた各元素の幾何平均値を見ると、元素によって試料A及びCが高い値を示し、試料Bはこれらの中間的な値を示す元素が多く認められる。試料別に各元素の相関を見ると、試料Bが各元素間で最も強い相関を示す傾向が認められる。因子分析の結果では、試料A及びBで鉱床との関係が推定される因子が抽出されている。このうち試料Bで抽出された因子の方が、各元素と強い関係を示すとともにその共通性の値も高い。これらの結果では、試料Bが最も有効であることを示す。

以上の3地区の調査結果では、いずれの地区においても試料Bが最も有効な試料であることを示している。一般に本調査地域ではA層の発達が悪いため、A層の土壌試料による地化学探査では、均質な試料の採取が困難であることから適さないと考えられる。ビドゥビドゥヒル鉱床地区で採取した試料では、いくつかの元素で河川に沿って採取した試料と丘陵地で採取した試料との間に著しい濃度差が認められた。これは土壌の発達の差によると推定されるので、試料採取に当っては出来るだけ同質の試料を採取することが重要である。

### (3) パンニング試料

本調査では、3鉱床地区よりパンニング試料を各々32試料（計96試料）採取し解析を行った。ヌンコック地区で採取した試料の統計処理結果では、河床堆積物試料の統計処理結果と比較すると、大部分の元素でより高い幾何平均値を示す。ビドゥビドゥヒル鉱床地区で採取したパンニング試料の濃度を同地区の河床堆積物の濃度と比較すると、半数の元素では高い幾何平均値を残りの元素では低い幾何平均値を示す。マンツリィ鉱床地区で採取した試料では、半数の元素でパン

ニング試料が高い幾何平均値を示すが、残りの元素では同様もしくは低い濃度を示す。

本調査で採取したパンニング試料は、採取した鉱床地区によってその構成鉱物に著しい差を示す。ヌンコック鉱床地区より採取した試料は殆どブラックサンドを含まないのに対し、ビドゥビドゥヒル鉱床地区で採取した試料は殆どブラックサンドより成る。また、試料の採取に要する時間も採取箇所によって著しく異なる。この様に試料の採取箇所によるバラツキが著しいので、統計解析による異常帯の抽出にはかなりの誤差が予想される。パンニング試料と河床堆積物試料に共通する元素では、各元素の濃度より判断すると河床堆積物試料による統計解析の方が良い結果を示すと考えられる。

#### (4) 有効試料種及び影響範囲

本調査では、河床堆積物、土壌及びパンニング試料の3試料種による調査を行ったが、いずれの試料種でも既知の鉱化帯を抽出しており有効であることを示す。しかしながら試料種により得られる結果に幾つかの特徴があるので、調査の目的に沿った試料種の選択が重要であると考えられる。

河床堆積物試料による地化学探査の結果では、抽出された異常帯と既知鉱床の関係を見ると、既知鉱床よりヌンコック鉱床地区で1.5 km、ビドゥビドゥヒル鉱床地区で数 100 m、マンツリィ鉱床地区で 2.0 km の範囲まで異常帯が確認されている。潜頭鉱床のビドゥビドゥヒル鉱床を除くとその影響範囲が比較的広いことから、河床堆積物試料は広域の地化学探査に適すると考えられる。但し、本調査を行った3地区の鉱床は、調査地域で知られている鉱化帯の中でも最大級の鉱化帯であるので、実際の広域地化学探査を計画する場合にはその影響範囲を最大1.0 km程度として試料の配点を計画すべきと考えられる。

土壌試料による地化学探査の結果では、ヌンコック鉱床地区で1.5 km、ビドゥビドゥヒル鉱床地区で1.0 km、マンツリィ鉱床地区で約1.0 kmの影響範囲を示す。この様にその影響範囲は、河床堆積物試料と比較して狭い傾向を示す。また、土壌の場合、得られた異常帯と鉱化帯の位置がほぼ一致するので、限られた地区の精査に適するものと考えられる。本調査を行った各地区の鉱床はいずれもその規模が大きいことから、実際実際に土壌試料による地化学探査を計画する場合には、その影響範囲を最大 500 m程度と考えて試料採取地点の配点を行うことが必要と考えられる。

パンニング試料については、前述のとおり特定の地区及び特定の鉱物を対象とする場合には、簡便な手法であるので有効と考えられる。河床堆積物試料と同時にパンニング試料を採取する場合には、構成鉱物の同定にのみ限定すべきで、特に化学分析の必要性は認められない。

## 2-5-2 指示元素

本調査では、河床堆積物試料 19 元素、土壌試料 23 元素、バンニング試料 33 元素の化学分析を実施した。得られた分析の結果に対し解析を行った結果、以下の元素が指示元素として有効であることを示した。

### 河床堆積物試料

ヌンコック鉱床地区： As, Au, Cu, Mo, S, W

ビドゥビドゥヒル鉱床地区： Au, Cu, Mn, Pb, U

マンツリィ鉱床地区： As, Au, Cu, Pb, Zn

### 土壌試料

ヌンコック鉱床地区： As, Au, Cu, Mo, S, W

ビドゥビドゥヒル鉱床地区： Au, Cu, S, U

マンツリィ鉱床地区： As, Au, Cu, Pb, S

### バンニング試料

ヌンコック鉱床地区： Au, Cu, Mo, S, Se, W

ビドゥビドゥヒル鉱床地区： -

マンツリィ鉱床地区： Ba

抽出された指示元素を見ると、河床堆積物試料で抽出された指示元素とほぼ同様の元素が土壌試料の指示元素として抽出されている。抽出された指示元素をまとめると以下の10元素が本調査を実施した3つの鉱床タイプに対する有効な指示元素であることを示す。

As, Au, Cu, Mn, Mo, Pb, S, U, W, Zn

これらの指示元素のうち Mn 及び U の 2 元素は、ビドゥビドゥヒル鉱床の鉱床母岩に関する元素と推定されるが、これらの元素自体が今後の探査の対象となる元素である。

バンニング試料に対する解析の結果では、マンツリィ鉱床地区で Ba が特徴的に認められるので、本地域での金銀鉱床に対する地化学探査の指示元素として有効と推定される。本調査では対象としなかったが、本調査地域に分布する超塩基性岩中にはクロム鉱床の可能性が高いので、河床堆積物による広域地化学探査を行う場合には、指示元素として Cr の採用も考えられる。但し本調査での結果では、検出限界以上の値を示す試料が多かったことから、分析はパーセントのオーダーで実施すべきである。

## 2-5-3 解析手法

本調査では、単変量解析及び多変量解析の両手法による解析を試みた。解析の結果ではいずれの手法でも比較的良い結果が得られた。地化学探査にどのような解析の手法を採用するかは、その調査地域の地質及び鉱化作用の特性、調査面積、使用する試料種などにより決定すべきである



ので現地調査の結果も重要である。。またどのような解析手法でも限界があるので、幾つかの手法の組み合わせによって解析することが重要である。従って、少なくとも単変量解析手法より1手法、多変量解析手法より1手法は実施すべきである。

#### 2-5-4 今後の調査

以上の検討結果及び本調査の現地調査結果によれば、本地域に対する今後の地化学探査に対し以下が指摘される。

- ① 河床堆積物試料の採取密度は、2 km<sup>2</sup> 当たり1試料が理想的であるが、地形の平坦な地域ではその影響範囲も広いと推定されるので4 km<sup>2</sup>当たり1試料でも、特に問題はないと考えられる。
- ② 河床堆積物を上記の試料採取密度で採取する場合は、セカンド・オーダーの河川よりの採取を原則とすべきと考えられる。
- ③ 調査地域全域に対して縮尺1/50,000の地形図があるが、精度があまり良くない。また、地形が平坦なジャングル地帯では、河川的位置や等高線が不明瞭であるので現地調査には航空写真の利用が必要である。更に、一部の地区では、GPS (Global Positioning System) による位置の決定が必要と予想される。

## 第 3 章 空中物理探査

### 3-1 調査方法及び作業量

空中物理探査は、ヘリコプターによる空中磁気法と空中放射能法（ $\gamma$ 線）を併用して、調査地域の全磁力強度及び放射能強度を測定し、本調査地域内の磁性岩体及び放射性岩体の分布を解明し、硫化金属鉱床及び鉱化変質による磁気異常を把握することを目的として実施された。

さらに、次年度のデータ処理・解析に資することを目的として、空中物理探査実施地域に分布する代表的な岩石及び鉱石の帯磁率と放射能強度のin-situ 測定を実施した。測定対象岩石種は16種類である。

空中物理探査は、カナダ・エアロダット社（Aerodat Limited, Canada）が実施し、現地測定作業を1990年11月13日より開始し、現在測定飛行中で、1991年3月中旬現地測定を終了する予定である。

空中物理探査実施地域は、北からキナバル（Kinabalu）、ラブク（Labuk）、セガマ（Segama）及びセンボルナ（Semporna）の4地区であり、総面積は8,000km<sup>2</sup>である。Fig. 1に空中物理探査実施地域を示す。

空中物理探査の仕様は以下のとおりである。

- ①手 法           ヘリコプターによる空中物理探査
- ②測定項目       全磁力強度及び放射能強度（U、Th、K、Total）
- ③飛行高度       対地 150 m $\pm$ 30 m
- ④主測線間隔     500 m
- ⑤交叉測線間隔   10 km
- ⑥測線方向

調査地区	Kinabalu	Labuk	Semaga	Semporna
主測線方向	東 西	東 西	南 北	南 北
交叉測線方向	南 北	南 北	東 西	東 西

Fig. II-3-1に飛行測線計画図を示す。

- ⑦総測線長       15,473 line-km
- ⑧調査使用機器   Table II-3-1に調査機器仕様一覧表を掲げる。
- ⑨航 法           慣性航法、電波航法及びGPS（Global Positioning System）  
の併用

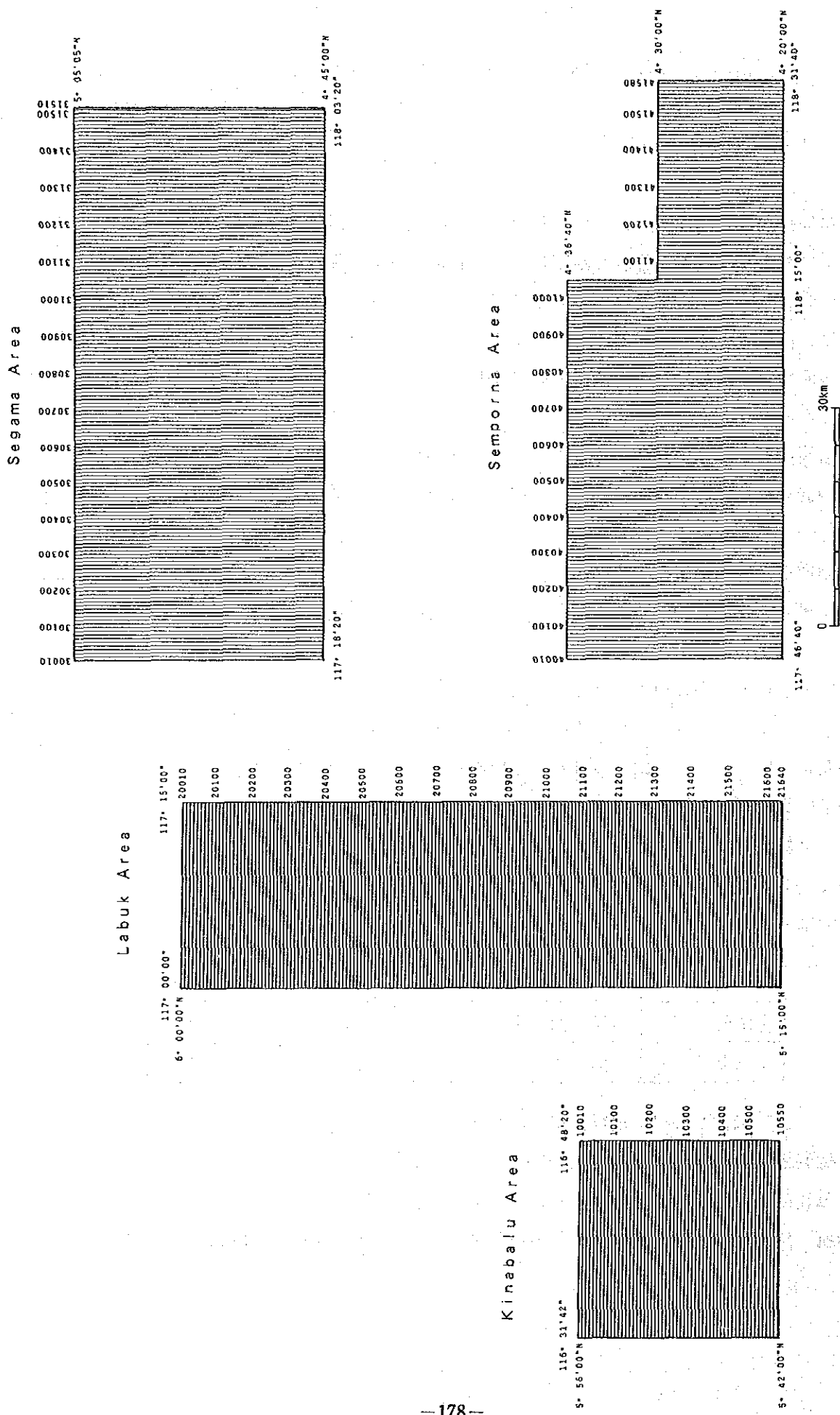


Fig. II-3-1 Flight plan map of heliborne geophysical survey

Table II-3-1 Specifications of instruments for helicopter geophysical survey

Name	Model	Manufacturer(Country)	Specifications																		
Airborne Magnetometer	HSM2	IFG/Aerodat(Canada)	Resolution; 0.001 nT																		
Cesium Magnetometer Sensor	V1W2321H8	Scintrex(Canada)	Sensitivity; 0.005 nT, Range; 20,000 - 100,000 nT																		
Spectrometer	Pgam6000/ Pgam6100/ Pgam6500	Picodas Group (Canada)	Crystal volume; 32.7 $\mu$ (downward), 4.1 $\mu$ (upward) Crystal resolution; >12 %, Range; 0.1 - 3.0 mev/256 ch, 0.1 photopeak resolution Window; <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Bi(upward)</td> <td>1138</td> <td>Higher Limit</td> </tr> <tr> <td>Total(upward)</td> <td>1034</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T1208(downward)</td> <td>201</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bi214(downward)</td> <td>138</td> <td></td> </tr> <tr> <td>K40(downward)</td> <td>113</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total(downward)</td> <td>034</td> <td></td> </tr> </table>	Bi(upward)	1138	Higher Limit	Total(upward)	1034		T1208(downward)	201		Bi214(downward)	138		K40(downward)	113		Total(downward)	034	
Bi(upward)	1138	Higher Limit																			
Total(upward)	1034																				
T1208(downward)	201																				
Bi214(downward)	138																				
K40(downward)	113																				
Total(downward)	034																				
Data Acquisition System/ Graphic Recorder	DGR33	RMS Instruments Ltd. (Canada)	Analog Inputs; 32, Analog Input Range; $\pm 10V$ , Chart Resolution; 4x4 dots/mm, Chart Sensitivity; 10 mv/cm to 10 V/cm Interface; RS-232-C x 4 ports Data Sample Rate: 10/sec Event Markers, Manual Fiducial Mark 5/sec Magnetometer, Navigation 1/sec Spectrometer																		
Cartridge Tape Recorder	TCR12	RMS Instruments Ltd. (Canada)	Recording Density; 6400 BPI Recording Capacity; 11.7 MBytes																		
Station Magnetometer	M234	Barringer Research (Canada)	Sampling Rate; 1 sec, Resolution; 0.1 nT Accuracy; 0.5 nT, Range; 20,000 - 90,000 nT																		
Radar Navigator	PNAV2001	Picodas Group (Canada)	Resolution; 0.5 m																		
GPS Receiver	TANS12017-10	Trimble(U.S.A.)	Accuracy; $\pm 10$ m																		
Barometric Altimeter	1241M	Rosemount(U.S.A.)	Relative Accuracy; $\pm 7$ ft, Resolution; $\pm 10$ ft																		
Radar Altimeter	KRA-10A	King(U.S.A.)	Range; 40 - 2,500 ft, Resolution; 5 ft, Accuracy; 5 %																		
Flight Path Recorder	AG2400 DXC101 DXF40A	Panasonic(Japan) Sony(Japan) Sony(Japan)	VHS style Video-Recorder in NTS format Video Camera Video Monitor																		
Helicopter	TwinStar AS355F2	Aerospatial(France)	Type; Twin-engine turbine(Allison 250-C20F) Size; 10.3 ft(H)x 42.5 ft(L)x 8.3 ft(W) Main Rotor Diameter; 35.1 ft, Useful Load; 2,928 lb(1,212 Kg)																		



### 第Ⅲ部 結論及び提言



## 第 1 章 結 論

本調査では、衛星画像解析、3 鉱床地区での地化学探査（予察）及び空中物理探査の 3 手法による調査を実施した。これらの調査結果より以下の結論が得られた。

### （1）衛星画像解析

衛星画像解析では、MSS データによる画像を作成し、本調査地域の全域に対して実施した。更に、この解析結果に基づいて現地調査を行った。これらの調査では以下の結論が得られた。

- ① 画像解析の結果得られた各地質単元の分布は、一部の地区を除き既存の地質図と良く一致する。一致しない地区については、今後の調査が望まれる。
- ② キナバル地区のラノウ周辺で見られる環状構造は、酸性の貫入岩体と密接な関係を示す。これらの貫入岩には鉱化作用が認められるので、今後の探査上この構造に注目することが必要である。
- ③ キナバル地区以外の地区でも画像上で多くの環状構造が認められるので、この構造と鉱化作用との関連を明らかにすることは今後の探査上重要である。
- ④ 現地調査の結果では、Chert-Spilite 層の火山層序の確立及び超塩基性岩の層序の確立が、本地区のキプロス型銅鉱床及びクロム鉱床の探査にとって重要であることを示す。
- ⑤ 現地調査のおり採取したラテライト質土壌の分析結果では、Ni が最高 0.86 % の値を示した。本地域では広範囲にラテライト質土壌が超塩基性岩の分布域で発達するので今後の調査が望まれる。

### （2）地化学探査（予察）

本地化学探査は、次年度以降に計画されている広域地化学探査を含む、本地域での地化学探査に対する最適な調査の方法を決めるために予察的な地化学探査を 3 地区で実施した。本調査の結果では、以下の結論が得られた。

- ① 河床堆積物試料は、流れの縁辺部より採取した試料が最も有効であることを示す。
- ② 土壌試料は、B 層の上半部より採取した試料が最も有効である。
- ③ バンニング試料は、高い濃度を示す元素が多いが、地域性があるため均質な試料の採取が困難である。河床堆積物試料と同時にバンニング試料を採取する場合には、特に化学分析の必要性は認められない。
- ④ 但し、バンニング試料は、特定の地区や特定の鉱物を対象とする場合には、簡便な手法であるので有効である。



- ⑤ 河床堆積物及び土壌試料の解析結果では、ほぼ同様の元素が指示元素として抽出される。抽出された有効と結論される元素は、As、Au、Ba、Cr、Cu、Mn、Mo、Pb、S、U、W、Znの12元素である。
- ⑥ 試料の採取密度は、抽出された各指示元素の異常帯と既知鉱床の位置関係（影響範囲）より推定すると、河床堆積物が4 km<sup>2</sup>当たり1試料、土壌試料の場合1 km<sup>2</sup>当たり1試料の試料採取密度が最小限必要と結論される。従って、河床堆積物試料では2 km<sup>2</sup>当たり1試料、土壌試料では0.5 km<sup>2</sup>当たり1試料が理想的な試料採取密度であると考えられる。河床堆積物の場合、地形が平坦な地区においては、その影響範囲も広いと推定されるので4 km<sup>2</sup>当たり1試料でも問題ないものと考えられる。
- ⑦ 以上の影響範囲より推定される試料の採取密度より判断すると、河床堆積物試料は広域の地化学探査に、土壌試料は限定された地域の地化学精査に採用するのが理想的であると考えられる。
- ⑧ どのような解析手法を採用するかは、調査地域の地質及び期待される鉱床タイプ、採用した試料種により決定すべきであるが、最小限単変量解析手法を1手法、多変量解析手法を1手法は実施すべきである。

本調査地域全域に対し1/50,000の地形図があるが、地形図の精度はあまり良くない。また、ジャングル地帯では、河川の位置や等高線が不明瞭である。このため現地調査での位置決定に困難が予想されるので航空写真の利用が必要であり、一部の地区ではGPS (Global Positioning System) による位置の決定が必要である。

### (3) 空中物理探査

本年度実施した空中物理探査は、測定のみで解析は次年度に実施する。この解析に当たっては本年度実施した衛星画像解析結果も加味することが重要である。

## 第2章 第2年次調査への提言

本調査地域を構成するキナバル地区及びラプク地区で次年度に計画されている広域地化学探査は、以下により実施すべきである。

- ① 使用試料種は、河床堆積物とし、試料は流れの縁辺部より採取する。試料を採取する河川は原則としてセカンド・オーダまでの河川とする。
- ② 試料採取密度は、原則として 2 km<sup>2</sup> 当たり 1 試料とする。地形が平坦な地域 (Fig. I-3) では、4 km<sup>2</sup> 当たり 1 試料とする。
- ③ 指示元素は、As、Au、Ba、Cr、Cu、Mn、Mo、Pb、S、U、W、Zn の 12 元素とする。

上記の河床堆積物による地化学探査のほか、本地域で期待されるラテライト中のニッケル鉍床の可能性を明らかにするため超塩基性岩の分布域 (約 600 km<sup>2</sup>) に対して土壌による地化学探査 (概査) を実施する。この調査方法は、以下のとおり。

- ① 試料は、超塩基性岩の分布域より採取する。採取箇所はラテライト質土壌の B 層の最上部とする。
- ② 試料の採取密度は、3 km<sup>2</sup> 当たり 1 試料とする。
- ③ 指示元素は、Al、Co、Fe 及び Ni の 4 元素とする。

本調査の現地調査は、以下の方法で実施する。

- ① 1/50,000 の地形図で地形が明瞭な地区に対しては、地形図と航空写真により試料採取箇所の位置を決定する。
- ② 地形が平坦で地形図上もしくは航空写真でも試料採取地点の位置の決定ができない地区では、GPS (Global Positioning System) により位置の決定を行う。
- ③ 地化学探査試料の採取と平行して、衛星画像解析の結果と既存の地質図との間に違いが認められた地区に対しては、地質の概査を行う。
- ④ 地化学探査の調査ルートで確認された鉍徴地に対しては、その概要を記載する。

キナバル及びラプク地区で次年度に計画されている河床堆積物による広域地化学探査の試料採取密度及びラテライト質土壌に対する地化学探査 (概査) の範囲を Fig. I-3 に示す。

セガマ及びセンボルナ地区の広域地化学探査については、本調査結果を基に、次年度の調査結果も含めて最終的な調査方法を決定すべきである。

## References

- Akiyama Y. (1984): A case history - exploration, evaluation and development of the Mamut porphyry copper deposit, Geol. Soc. Malaysia, Bull. 17, pp. 217-225.
- Chung S.K. (1984): Annual Report 1982, Geological Survey of Malaysia, Ministry of Primary Industry.
- Collenette P. (1965): Prospecting in Sabah by Borneo Mining Limited 1959 - 1963. Borneo Reg., Geological Survey of Malaysia Annual Report for 1964, pp. 57-61.
- Heng E.H. (1985): Geological map of Sabah. Third Edition, Geological Survey of Malaysia.
- JICA and MMAJ (1988): Report on the mineral exploration in Sabah, Malaysia. Consolidated Report
- Haile N.S. (1968): The northwest Borneo geocyncline in its geotectonic setting. Geolo. Soc. Malaysia Bull. 1, p. 59.
- Kurz H. (1988): Exploratory data analysis: recent advances for the interpretation of geochemical data. Journal of Geochemical Exploration, 30. pp. 309-322.
- Leong K.M. (1976): Mineral distribution map of Sabah, 1st edition. Geological Survey of Malaysia.
- Lepeltier C. (1969): A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. Economic Geology, Vol. 64, pp. 538-550.
- Newton-Smith J. (1967): Bidu Bidu Hill Area, Sabah, East Malaysia, Exploration of Sheet 5-117-2 and part of 5-117-1. Geological Survey of Malaysia.
- Sinclair A.J. (1974): Selection of threshold values in geochemical data using probability graphs. Journal of Geochemical Exploration, 3. pp. 129-149.
- Willson R.A.M. (1964): Annual Report of the Geological Survey, Borneo Region, Malaysia. Geological Survey of Malaysia.

## List of figures

Fig. 1	Location map of the project area	
Fig. I-1	Geologic map of Sabah .....	9
Fig. I-2	Distribution map of mineral occurrences including alluvial and float in the project area .....	11
Fig. I-3	Recommendation map of next phase survey .....	24
Fig. II -1-1	Index map of Landsat data .....	27
Fig. II -1-2	Landsat MSS false color image of the Kinabalu and Labuk areas .....	29
Fig. II -1-3	Landsat MSS false color image of the Segama and Semporna areas .....	31
Fig. II -1-4	Location map of samples collected for laboratorial studies .....	35
Fig. II -1-5	Interpretation map of Landsat images in the project area .....	36
Fig. II -1-6	Interpretation map of geologic structure in the project area .....	39
Fig. II -2-1	Geologic map of the Nungkok deposit area .....	63
Fig. II -2-2	Location map of geochemical samples in the Nungkok deposit area .....	65
Fig. II -2-3	Location map of samples for laboratorial studies in the Nungkok deposit area .....	66
Fig. II -2-4	Dendrogram of elements for stream sediments in the Nungkok deposit area .....	73
Fig. II -2-5	Distribution map of factor 1 and 2 factor scores for stream sediments in the Nungkok deposit area .....	75
Fig. II -2-6	Interpretation map of stream sediment geochemical survey in the Nungkok deposit area .....	76
Fig. II -2-7	Dendrogram of elements for soil in the Nungkok deposit area .....	83
Fig. II -2-8	Distribution map of factor 1 factor score for soil in the Nungkok deposit area .....	85
Fig. II -2-9	Interpretation map of soil geochemical survey in the Nungkok deposit area .....	87
Fig. II -2-10	Interpretation map of pan concentrate survey in the Nungkok deposit area .....	91
Fig. II -2-11	Geologic map of the Bidu Bidu Hill deposit area .....	100
Fig. II -2-12	Location map of geochemical samples in the Bidu Bidu Hill deposit area ...	102
Fig. II -2-13	Location map of samples for laboratorial studies in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	103

Fig. II -2-14	Dendrogram of elements for stream sediments in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	109
Fig. II -2-15	Distribution map of factor 1 and 2 factor scores for stream sediments in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	112
Fig. II -2-16	Interpretation map of stream sediment geochemical survey in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	113
Fig. II -2-17	Dendrogram of elements for soil in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	119
Fig. II -2-18	Distribution map of factor 1 and 4 factor scores for soil in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	122
Fig. II -2-19	Interpretation map of soil geochemical survey in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	123
Fig. II -2-20	Interpretation map of pan concentrate survey in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	129
Fig. II -2-21	Geologic map of the Mantri deposit area .....	137
Fig. II -2-22	Location map of geochemical samples in the Mantri deposit area .....	139
Fig. II -2-23	Location map of samples for laboratorial studies in the Mantri deposit area .....	140
Fig. II -2-24	Dendrogram of elements for stream sediments in the Mantri deposit area ..	146
Fig. II -2-25	Distribution map of factor 1 and 2 factor scores for stream sediments in the Mantri deposit area .....	149
Fig. II -2-26	Interpretation map of stream sediment geochemical survey in the Mantri deposit area .....	150
Fig. II -2-27	Dendrogram of elements for soil in the Mantri deposit area .....	156
Fig. II -2-28	Distribution map of factor 2 factor score for soil in the Mantri deposit area ..	158
Fig. II -2-29	Interpretation map of soil geochemical survey in the Mantri deposit area ...	160
Fig. II -2-30	Interpretation map of pan concentrate survey in the Mantri deposit area ...	166
Fig. II -3-1	Flight plan map of heliborne geophysical survey .....	178

### List of tables

Table I-1	Summary of work amounts .....	2
Table I-2	Work amounts of laboratorial studies .....	2
Table I-3	Statistics of temperature and rainfall .....	7
Table II -1-1	List of Landsat data used .....	26
Table II -1-2	Band characteristics of Landsat MSS data .....	26

Table II -1-3	List of generated Landsat images .....	26
Table II -1-4	Photogeologic interpretation chart .....	33
Table II -1-5	Observation result of thin sections .....	43
Table II -1-6	Observation results of polished and polished thin sections .....	47
Table II -1-7	Results of X-ray diffraction analyses .....	49
Table II -1-8	Results of EPMA analysis .....	51
Table II -1-9	List of samples for whole rock analyses .....	52
Table II -1-10	List of samples for ore assaying .....	54
Table II -2-1	Work amounts of geochemical surveys .....	59
Table II -2-2	Work amounts of laboratorial studies in geochemical surveys .....	59
Table II -2-3	Statistics of stream sediment geochemical survey in the Nungkok deposit area .....	67
Table II -2-4	Coorelation matrix of elements for stream sediments in the Nungkok deposit area .....	69
Table II -2-5	Threshold values obtained by each analytical method for stream sediment geochemical survey in the Nungkok deposit area .....	70
Table II -2-6	Results of factor analyses for stream sediments in the Nungkok deposit area .....	74
Table II -2-7	Statistics of soil geochemical survey in the Nungkok deposit area .....	78
Table II -2-8	Coorelation matrix of elements for soil in the Nungkok deposit area .....	79
Table II -2-9	Threshold values obtained by each analytical method for soil geochemical survey in the Nungkok deposit area .....	80
Table II -2-10	Results of factor analyses for soil in the Nungkok deposit area .....	84
Table II -2-11	Statistics and thresholds of pan concentrate geochemical survey in the Nungkok deposit area .....	88
Table II -2-12	Coorelation matrix of elements for pan concentrates in the Nungkok deposit area .....	89
Table II -2-13	Results of qualitative mineral examination of pan concentrates in the Nungkok deposit area .....	93
Table II -2-14	Observation results of thin sections collected in the Nungkok deposit area .....	94
Table II -2-15	Observation results of polished and polished thin sections collected in the Nungkok deposit area .....	95
Table II -2-16	Results of X-ray diffraction analyses in the Nungkok deposit area .....	97
Table II -2-17	Results of EPMA analysis in the orientation geochemical survey areas ...	98

Table II -2-18	Statistics of stream sediment geochemical survey in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	104
Table II -2-19	Coorelation matrix of elements for stream sediments in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	106
Table II -2-20	Threshold values obtained by each analytical method for stream sediment geochemical survey in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	107
Table II -2-21	Results of factor analyses for stream sediments in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	110
Table II -2-22	Statistics of soil geochemical survey in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	114
Table II -2-23	Coorelation matrix of elements for soil in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	116
Table II -2-24	Threshold values obtained by each analytical method for soil geochemical survey in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	117
Table II -2-25	Results of factor analyses for soil in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	120
Table II -2-26	Statistics and thresholds of pan concentrate geochemical survey in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	125
Table II -2-27	Coorelation matrix of elements for pan concentrates in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	127
Table II -2-28	Results of qualitative mineral examination of pan concentrates in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	130
Table II -2-29	Observation results of thin sections collected in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	132
Table II -2-30	Observation results of polished and polished thin sections collected in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	133
Table II -2-31	Results of X-ray diffraction analyses in the Bidu Bidu Hill deposit area .....	135
Table II -2-32	Statistics of stream sediment geochemical survey in the Mantri deposit area .....	141
Table II -2-33	Coorelation matrix of elements for stream sediments in the Mantri deposit area .....	143
Table II -2-34	Threshold values obtained by each analytical method for stream sediment geochemical survey in the Mantri deposit area .....	144
Table II -2-35	Results of factor analyses for stream sediments in the Mantri deposit area .....	147
Table II -2-36	Statistics of soil geochemical survey in the Mantri deposit area .....	151
Table II -2-37	Coorelation matrix of elements for soil in the Mantri deposit area .....	152
Table II -2-38	Threshold values obtained by each analytical method for soil geochemical survey in the Mantri deposit area .....	154

Table II -2-39	Results of factor analyses for soil in the Mantri deposit area .....	157
Table II -2-40	Statistics and thresholds of pan concentrate geochemical survey in the Mantri deposit area .....	161
Table II -2-41	Coorelation matrix of elements for pan concentrates in the Mantri deposit area .....	163
Table II -2-42	Results of qualitative mineral examination of pan concentrates in the Mantri deposit area .....	167
Table II -2-43	Observation results of thin sections collected in the Mantri deposit area ...	168
Table II -2-44	Observation results of polished and polished thin sections collected in the Mantri deposit area .....	169
Table II -2-45	Results of X-ray diffraction analyses in the Mantri deposit area .....	171
Table II -3-1	Specifications of instruments for heliborne geophysical survey .....	179

## Appendices

Appendix 1	Results of chemical analyses for whole rock samples
Appendix 2	Results of Norm calculation
Appendix 3	Results of assaying for ore samples
Appendix 4	List of sample for stream sediment geochemical survey
Appendix 5	List of sample for soil geochemical survey
Appendix 6	Results of chemical analyses for stream sediments
Appendix 7	Results of chemical analyses for soil
Appendix 8	List of sample and analytical results of pan concentrates
Appendix 9	Nungkok area: histograms of elements for stream sediments
Appendix 10	Nungkok area: distribution map of element for stream sediments
Appendix 11	Nungkok area: histograms of element for soil
Appendix 12	Nungkok area: distribution map of element for soil
Appendix 13	Bidu Bidu Hill area: histograms of element for stream sediments
Appendix 14	Bidu Bidu Hill area: distribution map of element for stream sediments
Appendix 15	Bidu Bidu Hill area: histograms of elements for soil
Appendix 16	Bidu Bidu Hill area: distribution map of element for soil
Appendix 17	Mantri area: histograms of element for stream sediments
Appendix 18	Mantri area: distribution map of element for stream sediments
Appendix 19	Mantri area: histograms of element for soil
Appendix 20	Mantri area: distribution map of element for soil





## APPENDICES

Appendix 1	Results of chemical analyses for whole rock samples .....	1
Appendix 2	Results of Norm calculation .....	3
Appendix 3	Results of assaying for ore samples .....	9
Appendix 4	List of sample for stream sediment geochemical survey .....	11
Appendix 5	List of sample for soil geochemical survey .....	29
Appendix 6	Results of chemical analyses for stream sediments .....	57
Appendix 7	Results of chemical analyses for soil .....	73
Appendix 8	List of sample and analytical results of pan concentrates .....	89
Appendix 9	Nungkok area: histograms of elements for stream sediments .....	93
Appendix 10	Nungkok area: distribution map of element for stream sediments ....	109
Appendix 11	Nungkok area: histograms of element for soil .....	113
Appendix 12	Nungkok area: distribution map of element for soil .....	135
Appendix 13	Bidu Bidu Hill area: histograms of element for stream sediments ....	141
Appendix 14	Bidu Bidu Hill area: distribution map of element for stream sediments .....	155
Appendix 15	Bidu Bidu Hill area: histograms of elements for soil .....	159
Appendix 16	Bidu Bidu Hill area: distribution map of element for soil .....	179
Appendix 17	Mantri area: histograms of element for stream sediments .....	183
Appendix 18	Mantri area: distribution map of element for stream sediments .....	199
Appendix 19	Mantri area: histograms of element for soil .....	203
Appendix 20	Mantri area: distribution map of element for soil .....	223



## **Appendix 1**

### **Results of chemical analyses for whole rock samples**



Sample No.	SiO <sub>2</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	FeO %	MnO %	MgO %	CaO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	L.O.I %	Ag ppm	As ppm	Au ppb	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Hg ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	S %	Sb ppm	U ppm	W ppm	Zn ppm
N094	49.87	0.55	19.67	3.87	4.82	0.18	4.54	9.37	4.01	0.41	0.05	2.36	<0.5	<5	<5	25	49	52	<1	<1	14	<2	116	<5	<0.2	14	85
N115	73.56	0.27	12.67	3.66	0.39	0.06	0.31	1.75	5.10	0.03	0.02	1.70	<0.5	<5	<5	<1	57	6	<1	<1	6	<2	336	<5	1.0	22	22
G014	41.83	0.13	3.44	4.39	4.10	0.13	33.68	2.70	0.11	0.02	0.01	8.67	<0.5	<5	25	90	714	44	<1	<1	1905	<2	173	<5	<0.2	<10	<10
N061	44.31	0.14	2.77	2.02	6.28	0.13	38.00	2.86	0.19	0.01	<0.01	2.57	<0.5	<5	<5	107	745	32	<1	<1	1887	<2	0.94	<5	<0.2	<10	<10
N067	38.62	0.04	1.41	5.35	2.43	0.11	35.78	2.24	0.02	0.01	<0.01	12.29	<0.5	<5	<5	92	544	23	<1	<1	1821	<2	0.46	<5	<0.2	<10	<10
N068	41.17	0.14	2.93	4.37	3.56	0.12	35.27	2.92	0.19	0.02	0.01	8.50	<0.5	<5	<5	95	568	27	<1	<1	1691	<2	0.43	<5	<0.2	<10	<10
N072	40.53	<0.01	1.12	7.71	0.18	0.10	35.30	0.82	0.03	0.01	<0.01	13.53	<0.5	<5	<5	110	1035	12	<1	<1	2023	<2	0.15	<5	<0.2	<10	<10
N054	39.50	0.01	1.19	7.75	0.51	0.10	35.31	0.02	0.01	0.01	<0.01	15.01	<0.5	<5	<5	111	1101	16	<1	<1	2129	<2	0.14	<5	<0.2	<10	<10
N079	38.97	<0.01	0.51	6.95	0.90	0.11	39.99	0.51	0.02	0.01	<0.01	11.43	<0.5	<5	<5	101	679	10	<1	<1	2211	<2	0.13	<5	<0.2	<10	<10
N095	40.48	0.02	1.67	6.27	1.61	0.11	36.20	1.84	0.06	0.02	<0.01	11.04	<0.5	<5	<5	99	849	14	<1	<1	1885	<2	0.25	<5	<0.2	<10	<10
N119	40.01	0.02	1.33	3.80	3.98	0.11	38.58	1.58	0.02	0.01	<0.01	10.25	<0.5	<5	<5	100	797	6	<1	<1	1890	<2	0.94	<5	<0.2	<10	<10
N071	52.41	1.12	13.58	3.60	7.11	0.19	6.55	8.74	2.83	0.07	0.10	3.06	<0.5	<5	<5	40	70	23	<1	<1	68	<2	112	<5	<0.2	44	44
N070	48.35	0.98	15.25	2.52	7.11	0.17	9.01	9.39	2.81	0.27	0.09	3.39	<0.5	<5	<5	44	147	59	<1	<1	117	<2	1.63	<5	<0.2	23	23
N077	46.65	0.36	18.56	3.16	10.45	0.18	6.14	12.53	0.45	0.07	<0.01	0.73	<0.5	<5	35	27	285	<1	<1	58	<2	0.70	<5	<0.2	43	54	
N101	44.49	0.71	17.47	0.71	3.20	0.08	11.39	15.86	2.63	0.11	<0.01	3.18	<0.5	<5	<5	30	269	6	<1	<1	292	<2	0.74	<5	<0.2	22	<10
N103	49.12	0.18	17.26	0.83	4.10	0.12	11.11	13.59	1.58	0.01	<0.01	1.47	<0.5	<5	<5	35	160	55	<1	<1	236	<2	1.12	<5	<0.2	60	<10
N117	45.74	0.12	17.20	0.66	2.43	0.07	9.34	18.16	1.10	0.30	<0.01	3.60	<0.5	<5	<5	29	182	67	<1	<1	191	<2	0.84	<5	<0.2	38	<10
N120	45.27	2.75	14.01	3.06	8.79	0.27	5.84	10.78	2.85	0.07	0.24	0.62	<0.5	<5	<5	44	53	61	<1	<1	24	<2	2.08	<5	<0.2	45	90
N121	47.16	1.34	15.26	3.63	6.73	0.18	8.82	12.77	2.04	0.03	0.11	1.84	<0.5	<5	<5	46	168	57	<1	<1	74	<2	0.85	<5	<0.2	29	41
T007	47.67	1.10	14.76	6.05	3.07	0.18	8.52	6.88	3.96	0.67	0.09	6.49	<0.5	<5	<5	38	110	50	<1	<1	87	<2	0.46	10	<0.2	11	36
N065	54.92	0.81	13.77	3.15	4.17	0.12	5.22	11.56	1.20	0.01	0.37	4.50	<0.5	<5	<5	32	98	40	<1	<1	74	<2	1.63	<5	0.2	91	33
N076	50.94	0.98	12.77	5.60	4.45	0.17	7.19	7.54	4.05	0.03	0.05	5.55	<0.5	<5	<5	52	243	76	<1	<1	302	<2	1.00	<5	<0.2	40	52
N080	49.00	1.82	14.84	5.56	7.95	0.20	4.32	8.08	2.43	0.07	0.14	5.50	<0.5	<5	<5	39	20	33	<1	<1	14	<2	2.11	<5	<0.2	26	70
N081	47.73	1.24	6.99	6.99	2.34	0.21	5.32	14.07	1.54	0.24	0.11	5.10	<0.5	<5	<5	33	107	42	<1	<1	55	<2	0.88	<5	<0.2	110	39
N086	49.57	0.88	15.94	3.79	6.09	0.15	4.99	7.89	3.24	0.21	0.09	7.50	<0.5	<5	<5	29	72	83	<1	<1	38	<2	0.43	<5	0.2	<10	55
N097	49.17	1.29	14.25	3.25	7.37	0.17	6.01	9.53	3.45	0.03	0.10	3.53	<0.5	<5	<5	39	78	51	<1	<1	50	<2	1.61	<5	<0.2	50	50
N098	49.15	1.51	14.73	3.40	5.71	0.16	7.92	10.77	3.26	0.22	0.19	3.39	<0.5	<5	<5	38	173	48	<1	<1	106	<2	0.58	<5	<0.2	<10	41
N099	49.02	0.97	14.66	2.82	5.78	0.16	7.24	9.04	2.47	0.20	0.14	6.13	<0.5	<5	<5	38	129	76	<1	<1	69	<2	2.85	<5	<0.2	<10	63
N100	44.08	1.23	13.53	3.20	4.75	0.11	5.19	15.58	1.99	0.10	0.14	9.13	<0.5	<5	<5	32	129	44	<1	<1	113	<2	1.08	<5	<0.2	<10	41
N102	46.86	1.10	13.46	4.13	4.75	0.15	7.03	12.05	3.21	0.15	0.09	6.33	<0.5	<5	<5	39	153	62	<1	<1	93	<2	0.66	<5	<0.2	<10	39
N104	50.30	1.09	13.96	4.25	5.39	0.14	7.09	9.95	3.26	0.06	0.10	4.73	<0.5	<5	<5	41	87	54	<1	<1	61	<2	0.94	<5	<0.2	24	24
N116	49.01	0.80	13.02	2.75	4.36	0.13	6.20	12.77	3.87	0.22	0.07	5.80	<0.5	<5	<5	34	203	48	<1	<1	76	<2	3.60	<5	0.4	11	32
N106	54.36	2.17	14.51	2.46	9.49	0.15	5.38	7.26	3.32	0.25	0.15	0.11	<0.5	<5	<5	38	141	49	<1	<1	120	<2	0.53	<5	0.4	22	91
N107	51.61	0.52	17.99	5.52	5.52	0.19	4.07	4.01	5.58	1.22	0.20	4.29	<0.5	<5	<5	22	25	19	<1	<1	3	<2	0.89	<5	1.0	<10	64
N108	60.71	1.21	16.23	3.82	0.51	<0.01	6.22	0.41	5.31	0.52	0.01	6.00	<0.5	23	<5	4	24	36	<1	<1	3	<2	2.18	<5	0.8	19	19
N109	51.09	0.88	17.26	3.12	5.82	0.17	6.64	9.45	2.35	0.70	0.17	1.97	<0.5	<5	<5	34	134	50	<1	<1	134	<2	0.81	<5	0.8	18	43
N110	63.55	0.73	23.52	1.10	0.33	0.10	0.10	0.21	0.03	0.03	0.19	9.82	<0.5	10	<5	2	38	3	<1	<1	5	<2	1.31	<5	1.6	<10	63
N111	53.60	0.75	18.54	2.67	6.03	0.18	4.22	9.68	2.01	0.97	0.12	0.72	<0.5	<5	<5	30	43	40	<1	<1	23	<2	0.69	<5	1.0	41	48
N114	62.00	0.43	15.88	2.19	1.80	0.11	1.56	4.36	3.07	3.32	0.19	4.95	<0.5	<5	<5	12	19	12	<1	<1	9	<2	0.31	<5	2.5	13	48
N112	72.82	0.35	13.06	1.63	1.03	0.03	0.82	1.45	4.17	3.21	0.35	1.27	<0.5	<5	<5	11	43	8	<1	<1	14	<2	0.17	<5	2.5	58	46
N113	45.32	0.81	16.86	2.85	6.21	0.16	4.84	10.08	1.88	0.40	0.09	6.87	<0.5	<5	<5	30	679	51	<1	<1	19	<2	1.48	<5	0.4	<10	47
N050	51.49	0.38	15.92	2.16	3.65	0.12	2.34	6.48	3.01	3.04	0.25	2.44	<0.5	<5	<5	26	579	45	<1	<1	258	<2	0.86	<5	0.4	58	58
N052	63.85	0.61	14.75	1.46	3.85	0.10	3.86	4.45	2.17	4.15	0.23	2.77	<0.5	<5	<5	24	76	34	<1	<1	19	<2	0.83	<5	3.2	99	49
N053	62.41	0.63	14.68	2.07	3.59	0.11	3.11	3.72	2.65	3.94	0.24	2.70	<0.5	<5	<5	12	46	13	<1	<1	11	<2	0.27	<5	2.2	92	53
N058	59.54	0.68	15.82	3.15	3.33	0.17	3.28	4.87	2.45	3.96	0.24	2.86	<0.5	<5	<5	24	43	18	<1	<1	14	<2	0.89	<5	2.2	260	53
N058	62.80	0.60	14.62	0.83	4.62	0.10	3.21	4.17	2.76	4.59	0.27	1.33	<0.5	<5	<5	54	58	53	<1	<1	23	<2	0.85	<5	1.6	89	55
N063	60.37	0.57	15.89	1.14	4.23	0.12	2.53	4.41	2.35	2.64	0.19	5.00	<0.5	<5	<5	19	41	58	<1	<1	13	<2	2.09	<5	3.0	341	46
N093	54.52	0.49	13.93	1.56	3.46	0.11	5.00	5.00	2.91	4.49	0.24	0.88	<0.5	<5	<5	25	82	44	<1	<1	13	<2	0.71	<5	3.0	160	44
N092	56.89	0.65	14.82	2.03	5.07	0.15	3.82	6.71	3.04	4.15	0.38	0.89	<0.5	<5	<5	30	90	92	<1	<1	22	<2	1.21	<5	4.6	115	45
N017	42.77	0.47	10.33	23.30	0.95	1.32																					



## **Appendix 2**

### **Results of Norm calculation**





Sample No	N094	N115	G014	N061	N067	N069	N072	N054
q	0.00	40.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
c	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37
or	2.48	0.18	0.12	0.00	0.00	0.12	0.06	0.00
ab	34.95	44.09	1.02	1.69	0.17	1.78	0.06	0.00
an	35.47	8.75	8.77	6.91	4.33	7.81	3.38	0.10
ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ns	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ks	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
diwo	5.04	0.00	2.07	3.25	3.52	3.38	0.56	0.00
dien	3.31	0.00	1.72	2.60	3.03	2.85	0.48	0.00
clfs	1.38	0.00	0.06	0.27	0.01	0.10	0.00	0.00
hyen	4.79	0.80	35.13	23.34	33.78	27.25	47.64	52.06
hyfs	2.00	0.00	1.64	2.43	0.07	0.92	0.00	0.00
clfo	2.48	0.00	39.11	50.42	45.99	46.75	38.34	36.55
olfa	1.14	0.00	2.02	5.79	0.10	1.75	0.00	0.00
mt	5.77	0.67	7.03	3.03	8.32	6.99	0.93	2.29
hm	0.00	3.28	0.00	0.00	0.00	0.00	8.33	7.60
il	1.08	0.53	0.27	0.27	0.09	0.28	0.00	0.02
tn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pf	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
fn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ap	0.12	0.05	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.01	100.00	99.99	99.99	100.00	100.00	99.98	99.98
* or	3.40	0.33	1.08	0.00	0.00	1.22	1.60	0.00
* ab	47.34	83.16	9.31	19.68	3.76	18.31	6.87	0.00
* an	48.66	16.50	89.60	80.32	96.24	80.48	91.53	100.00
* wo	30.52	0.00	5.08	10.19	8.70	9.80	1.14	0.00
* en	49.00	100.00	90.67	81.34	91.12	87.24	98.86	100.00
* fs	20.48	0.00	4.24	8.47	0.18	2.96	0.00	0.00
* fc	88.47	0.00	95.08	39.70	99.79	96.40	100.00	100.00
* fa	31.53	0.00	4.91	10.50	0.21	3.60	0.00	0.00
* C.I.	27.10	5.32	89.09	91.40	95.50	90.29	95.30	98.53
* D.I.	37.43	84.79	1.13	1.69	0.17	1.90	0.31	0.00
T.FeO	8.34	3.77	8.89	8.37	8.32	8.30	8.22	8.86
O.I.	1.20	0.11	0.93	3.11	0.45	0.82	0.02	0.07
A.I.	39.44	17.22	8.23	6.24	3.56	7.12	2.76	3.01
S.I.	26.59	3.43	80.46	82.10	83.14	82.01	83.33	82.52
F.M.I.	1.79	11.77	0.24	0.21	0.20	0.21	0.20	0.21
A	25.91	56.19	0.30	0.42	0.04	0.49	0.08	0.00
M	26.59	3.43	80.46	82.10	83.14	82.01	83.33	82.52
F	47.50	40.38	19.24	17.82	16.82	17.51	16.59	17.48
Na2O	0.067	0.084	0.003	0.003	0.000	0.003	0.000	0.000
K2O	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al2O3	0.199	0.127	0.037	0.028	0.016	0.028	0.015	0.014

Sample No.	N117	N120	N121	T007	N065	N076	N080	N081
q	0.00	1.02	0.00	0.00	20.12	4.24	10.54	8.38
c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
or	1.83	0.41	0.18	4.25	0.06	0.19	0.41	1.48
ab	4.58	24.45	17.60	36.05	10.68	36.55	21.83	13.79
an	42.78	26.57	33.03	22.08	33.85	17.68	31.19	34.73
ne	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ns	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ks	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
diwo	21.27	11.33	12.88	5.84	10.88	9.11	5.44	16.02
dien	16.32	7.54	8.84	5.04	7.84	7.20	3.39	13.84
difs	2.70	2.96	3.00	0.00	2.32	0.88	1.72	0.00
hyen	0.00	6.46	8.45	9.54	6.03	11.90	6.56	0.18
hyfs	0.00	2.52	2.87	0.00	1.89	1.49	4.43	0.00
olfo	5.53	0.00	3.57	5.79	0.00	0.00	0.00	0.00
olfa	1.01	0.00	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mt	1.00	11.85	5.36	7.83	4.81	8.68	8.55	4.35
hm	0.00	0.00	0.00	1.11	0.00	0.00	0.00	4.25
il	0.23	5.30	2.60	2.24	1.61	1.99	3.67	2.49
tn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pf	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ru	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ap	0.00	0.00	0.25	0.23	0.18	0.14	0.35	0.28
cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	99.99	100.07	99.99	100.00	100.05	100.03	100.08	100.00
* or	3.72	0.82	0.35	6.82	0.13	0.33	0.77	2.95
* ab	9.30	48.49	34.64	57.78	23.92	67.18	40.86	27.59
* an	86.97	50.69	65.01	35.40	75.95	32.50	58.37	69.46
* wo	52.78	36.66	35.72	28.58	37.83	29.78	23.10	53.32
* en	40.51	45.28	47.98	71.42	47.52	62.48	50.78	46.68
* fs	6.70	18.06	16.30	0.00	14.65	7.74	26.12	0.00
* fo	84.58	0.00	72.75	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
* fa	15.42	0.00	27.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
* C.I.	48.06	48.58	49.19	37.62	35.35	41.36	36.08	41.62
D.I.	6.41	25.89	17.78	40.30	30.84	40.97	32.78	23.65
T.FeO	3.15	16.26	10.19	9.16	7.38	10.09	12.79	9.03
O.I.	3.67	1.09	1.85	0.51	1.32	0.79	1.27	0.32
A.I.	36.79	30.94	32.36	30.96	25.06	25.07	30.28	31.05
S.I.	67.87	22.62	42.23	39.34	38.83	34.69	23.72	34.04
F.M.I.	0.32	2.89	1.13	1.00	1.34	1.32	2.66	1.60
A	10.13	11.92	9.91	21.37	8.98	19.67	13.09	11.37
M	67.87	22.62	42.23	39.34	38.83	34.69	23.72	34.04
F	22.00	65.46	47.86	36.29	52.18	45.64	63.19	54.59
Na2O	0.018	0.047	0.034	0.069	0.020	0.070	0.042	0.026
K2O	0.003	0.001	0.000	0.008	0.000	0.000	0.001	0.003
Al2O3	0.175	0.139	0.153	0.156	0.142	0.134	0.154	0.154

Sample No	N096	N097	N098	N099	N100	N102	N104	N116
q	5.84	0.00	0.00	4.60	0.00	0.00	3.44	0.00
c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
or	1.36	0.18	1.36	1.30	1.00	1.24	0.35	1.42
ab	29.79	30.46	26.77	22.59	17.43	28.79	29.11	29.37
an	28.16	24.38	25.82	30.64	30.52	23.38	22.80	18.23
ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.22	0.00	3.62
ac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ns	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ks	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
diwo	5.74	10.59	11.87	7.16	2.56	18.78	11.88	20.53
dier	3.50	6.44	8.26	4.78	0.00	12.47	8.48	14.44
difs	1.93	3.33	2.63	1.85	0.00	2.69	2.36	4.34
hyen	10.03	9.88	9.28	14.72	0.00	0.00	9.90	0.00
hyfs	5.64	5.11	2.96	5.80	0.00	0.00	2.83	0.00
clfo	0.00	1.34	0.30	0.00	0.00	4.46	0.00	1.48
olfa	0.00	0.76	0.10	0.00	0.00	1.06	0.00	0.49
at	5.97	4.93	5.13	4.42	5.15	6.44	6.50	4.28
hm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
il	1.82	2.56	2.96	1.99	2.58	2.24	2.18	1.63
tn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pf	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
in	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ap	0.23	0.23	0.46	0.25	0.37	0.23	0.25	0.19
cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.11	100.00	100.02	100.12	60.27	100.00	100.09	100.02
or	2.29	0.32	2.43	2.38	2.05	2.32	0.68	2.89
ab	50.22	55.37	51.33	41.43	35.60	53.90	55.70	59.92
an	47.48	44.31	46.24	56.19	62.35	43.77	43.63	37.19
wo	21.39	29.54	33.93	20.88	100.00	52.56	53.53	52.23
en	50.39	46.44	50.11	56.83	0.00	38.02	51.85	36.74
fs	28.21	24.02	15.96	22.29	0.00	8.41	14.62	11.04
fo	0.00	63.69	74.01	0.00	0.00	80.80	0.00	75.13
fa	0.00	36.31	25.98	0.00	0.00	19.20	0.00	24.87
C.I.	34.83	44.86	43.97	40.94	17.70	46.58	44.35	47.37
D.I.	37.08	30.64	30.13	28.50	18.43	30.03	32.90	30.79
T.FeO	10.33	10.76	9.14	8.99	8.45	9.11	9.71	7.32
O.I.	1.61	2.26	1.66	2.05	1.48	1.15	1.27	1.58
A.I.	30.34	28.99	29.97	29.91	30.69	28.73	26.57	26.56
S.I.	27.84	33.72	36.09	39.72	34.69	37.20	35.84	36.00
F.M.I.	1.80	1.47	1.27	1.15	1.47	1.20	1.32	1.10
A	19.22	16.72	18.17	14.66	14.30	18.01	17.00	24.36
M	27.84	33.72	36.09	39.72	34.69	37.20	35.84	36.00
F	52.84	49.56	45.73	45.62	51.01	44.80	47.16	38.65
Na2O	0.057	0.058	0.055	0.043	0.035	0.056	0.051	0.069
K2O	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.003
Al2O3	0.160	0.146	0.150	0.156	0.147	0.142	0.138	0.137

Sample No1	N106	N107	N108	N109	N111	N112	N050	N051
q	7.81	0.00	24.81	4.67	9.83	32.70	14.91	17.32
c	0.00	0.71	7.74	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00
or	1.54	7.56	3.31	4.25	5.79	19.32	18.50	25.35
ab	28.26	49.67	53.65	20.48	17.28	35.96	26.23	18.04
an	24.02	19.58	2.12	35.39	39.16	7.02	20.77	18.11
ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ns	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ks	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
diwo	4.68	0.00	0.00	4.87	3.62	0.00	3.81	2.09
dien	2.40	0.00	0.00	3.25	1.98	0.00	2.20	1.23
difs	2.16	0.00	0.00	1.25	1.50	0.00	1.44	0.76
hyen	11.06	5.03	0.60	13.74	8.65	1.57	4.33	8.69
hyfs	10.17	2.93	0.00	5.43	6.68	0.02	2.81	5.48
olfa	0.00	3.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
olfa	0.00	2.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mt	3.58	5.93	0.00	4.84	3.91	2.41	3.23	2.16
hm	0.00	0.00	5.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
il	4.14	1.63	2.47	1.71	1.44	0.68	1.14	1.23
tn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pf	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ap	0.35	0.49	0.02	0.39	0.22	0.12	0.60	0.60
cc	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
pr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.19	100.00	100.63	100.09	100.12	100.00	100.07	100.08
* or	2.85	9.85	5.60	7.08	9.31	31.02	28.24	41.90
* ab	52.51	64.68	90.81	34.06	27.74	57.72	40.05	31.47
* an	44.63	29.47	3.58	58.86	62.95	11.26	31.71	26.63
* wo	15.35	0.00	0.00	17.07	16.13	0.00	25.95	11.46
* en	44.19	63.16	100.00	59.49	47.40	98.89	44.41	54.30
* fs	40.45	36.84	0.00	23.44	36.47	1.11	29.64	54.25
* fo	0.00	60.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
* fa	0.00	39.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C.I.	38.49	22.49	8.95	35.26	28.04	4.79	19.66	22.24
D.I.	37.61	57.23	81.76	29.40	32.88	87.98	59.63	61.71
T.FeO	11.76	9.48	5.88	8.55	8.54	2.54	5.77	5.85
O.I.	3.86	1.42	0.09	1.77	2.26	0.63	1.69	3.03
A.I.	26.69	34.86	30.03	33.78	34.59	18.01	26.09	22.40
S.I.	26.04	20.47	1.84	36.85	26.98	5.89	17.92	24.31
F.M.I.	2.17	2.22	24.49	1.25	2.00	4.04	2.20	1.47
A	17.33	34.19	53.01	16.96	19.08	70.32	42.62	39.95
M	26.04	20.47	1.84	36.85	26.98	5.89	17.92	24.31
F	56.63	45.34	45.15	46.19	53.95	23.79	35.74	35.74
Na2O	0.054	0.095	0.102	0.039	0.033	0.069	0.050	0.036
K2O	0.003	0.014	0.006	0.008	0.010	0.035	0.033	0.046
Al2O3	0.143	0.186	0.192	0.174	0.184	0.131	0.158	0.140

Sample No	N079	N095	N119	N062	N071	N077	N101	N103
q	0.00	0.00	0.00	7.67	0.00	3.36	0.00	0.00
c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
or	0.00	0.12	0.00	0.41	1.65	0.41	0.65	0.06
ab	0.17	0.59	0.17	24.88	24.79	3.89	-0.01	13.62
an	1.49	4.78	3.98	25.04	29.38	49.11	36.98	40.85
ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.56	0.00
ac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ns	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ks	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
diwo	0.58	2.31	2.01	8.06	7.77	5.82	18.74	11.70
dien	0.50	2.00	1.88	4.98	5.05	2.78	14.23	8.52
difs	0.00	0.00	0.00	2.59	2.18	2.96	2.57	2.08
hven	30.76	36.55	26.14	12.19	10.76	12.74	0.00	11.31
hyfs	0.00	0.00	1.18	6.46	4.64	13.82	0.00	2.77
oifo	57.44	44.57	55.81	0.00	5.31	0.00	10.71	5.91
olfa	0.00	0.00	2.77	0.00	2.52	0.00	2.13	1.59
mt	3.71	8.19	8.16	5.41	3.81	4.85	1.07	1.23
hm	5.34	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
il	0.00	0.04	0.04	2.20	1.84	0.70	0.36	0.34
th	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pf	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
rn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ap	0.00	0.00	0.00	0.23	0.21	0.00	0.00	0.00
cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	99.99	89.98	100.00	100.14	100.01	100.25	100.01	99.99
or	0.00	2.15	0.00	0.82	2.96	0.77	1.73	0.11
ab	10.18	10.78	4.08	49.43	44.41	7.29	-0.01	24.98
an	89.82	87.07	95.92	49.75	52.63	81.94	88.29	74.91
wo	1.82	5.66	6.46	23.50	25.55	15.28	52.71	32.15
en	98.18	94.34	89.51	50.11	52.02	40.71	40.05	54.51
fs	0.00	0.00	4.04	26.40	22.42	44.02	7.24	13.33
fo	100.00	100.00	95.26	0.00	67.80	0.00	83.38	78.77
fa	0.00	0.00	4.74	0.00	32.20	0.00	16.62	21.23
C.I.	98.34	94.50	85.85	42.08	44.18	43.37	49.82	45.46
D.I.	0.17	0.71	0.17	32.86	28.45	7.66	0.64	13.68
T.FeO	8.13	8.21	8.27	10.74	9.78	13.49	4.00	4.95
O.I.	0.13	0.28	1.05	1.88	2.82	3.30	4.50	4.93
A.I.	1.31	4.12	3.33	26.92	31.53	39.78	39.27	35.14
S.I.	84.80	83.17	83.87	33.42	41.96	30.77	63.38	63.32
F.M.I.	0.18	0.20	0.19	1.56	1.04	2.17	0.34	0.44
A	0.04	0.18	0.04	14.58	14.35	2.62	15.24	9.04
M	84.80	83.17	83.87	33.42	41.96	30.77	63.38	63.32
F	15.16	16.65	16.09	52.00	43.69	66.61	21.37	27.64
Na2O	0.000	0.001	0.000	0.047	0.047	0.007	0.044	0.026
K2O	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.001	0.001	0.000
Al2O3	0.008	0.018	0.015	0.138	0.156	0.185	0.178	0.173

Sample No1	N052	N053	N057	N058	N063	N090	N092
q	20.64	18.34	18.46	14.35	23.60	17.73	7.56
c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	0.00	0.00
or	23.93	23.93	16.49	27.54	16.55	26.83	24.70
ab	23.02	21.24	21.58	23.89	21.07	24.88	25.89
an	17.17	17.76	24.90	13.10	20.62	11.81	14.88
ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ns	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ks	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
diwo	0.06	1.81	0.85	3.07	0.00	4.87	6.83
dien	0.03	1.12	0.59	1.60	0.00	2.61	3.63
difs	0.03	6.80	0.20	1.39	0.00	2.10	2.99
hyen	5.22	3.61	2.65	6.52	6.68	2.97	4.71
hyfs	0.00	0.00	0.00	5.81	6.59	2.46	3.99
oifo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
oifa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mt	2.17	3.07	4.71	1.22	1.75	2.29	2.97
hm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
il	1.20	1.22	1.33	1.16	1.14	0.85	1.25
tn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pf	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
rn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ap	0.58	0.58	0.44	0.63	0.46	0.58	0.88
cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.08	100.05	100.05	100.08	100.10	100.07	100.10
* or	37.33	38.03	26.18	42.61	28.41	42.24	37.84
* ab	35.90	33.75	34.27	36.83	36.18	39.17	39.67
* an	26.78	28.22	39.55	20.36	35.41	18.60	22.50
* wo	0.55	12.97	7.01	16.72	0.00	32.45	30.85
* en	53.24	56.90	69.54	44.14	50.32	37.15	37.66
* fs	46.21	30.13	23.46	39.14	49.68	30.40	31.49
* fo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
* fa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
* C.I.	15.31	18.78	18.62	21.38	16.61	18.80	27.24
* D.I.	67.59	63.51	56.53	65.58	61.22	69.44	58.15
T.FeO	5.31	5.58	6.36	5.45	5.58	4.92	6.95
O.I.	2.64	1.73	1.06	5.58	3.71	2.22	2.49
A.I.	23.17	23.59	26.57	22.65	25.24	21.58	25.17
S.I.	16.75	20.76	22.46	20.17	19.78	15.30	19.09
F.M.I.	2.19	1.75	1.88	1.67	2.08	2.20	2.08
A	46.66	42.83	35.38	46.15	39.04	51.09	41.27
M	16.75	20.76	22.46	20.17	19.78	15.30	19.09
F	36.59	56.41	42.16	33.69	41.18	33.61	39.64
Na2O	0.044	0.040	0.041	0.045	0.040	0.047	0.049
K2O	0.043	0.043	0.030	0.049	0.030	0.048	0.044
Al2O3	0.149	0.147	0.160	0.142	0.160	0.138	0.147

## **Appendix 3**

### **Results of assaying for ore samples**





Ser. No.	Sample No.	Ag ppm	As ppm	Au ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	Hg ppb	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Pt ppm	Sb ppm	Sn ppm	U ppm	W ppm	Zn ppm
1	G009	1.3	5	0.17	47	221	7520	3.02	58	476	1	34	11	< 0.09	19	< 1	1.6	726	90
2	G010	0.9	1	0.06	34	251	2540	2.70	41	251	4	62	13	< 0.09	12	< 1	1.6	538	49
3	G012	< 0.1	1	0.06	55	239	280	37.38	27	1310	< 1	98	< 1	< 0.09	19	< 1	1.4	115	169
4	T008	< 0.1	37	< 0.06	59	391	163	8.72	164	467	< 1	98	7	< 0.09	35	< 1	< 0.2	196	4820
5	N009	< 0.1	607	5.07	20	555	3180	56.07	86	1970	141	53	< 1	< 0.09	97	< 1	1.8	13	109
6	N026	7.3	210	1.70	1110	70	53960	38.76	15	108	34	88	47	< 0.09	14	< 1	0.8	139	3210
7	N037	1.6	50	0.71	32	151	586	13.12	270	2010	< 1	23	1360	< 0.09	14	< 1	0.2	457	421
8	N038	0.7	176	0.45	81	158	509	16.05	504	603	< 1	23	525	< 0.09	30	< 1	0.2	317	131
9	N040	3.3	109	3.57	19	192	550	12.96	406	107	< 1	24	1450	< 0.09	14	< 1	0.8	899	36
10	N047	3.1	15	0.91	39	172	6580	5.28	49	389	36	160	42	< 0.09	27	8	2.4	615	223
11	N049	37.0	1330	0.74	47	212	4250	7.35	6070	266	12	72	39500	< 0.09	1910	7	< 0.2	1480	340
12	N060	< 0.1	4	0.06	57	208	18	0.35	238	110	< 1	24	117	< 0.09	10	< 1	0.4	653	< 1
13	N073	< 0.1	1	0.11	79	292	48	4.18	24	983	< 1	316	19	< 0.09	68	< 1	< 0.2	110	1210
14	N074	< 0.1	2	0.09	812	20190	82	39.00	128	5730	< 1	8590	< 1	< 0.09	20	< 1	0.2	< 10	493
15	N078	< 0.1	2	0.34	500	9180	119	33.52	212	4620	< 1	4720	< 1	< 0.09	55	< 1	< 0.2	< 10	1190
16	N082	< 0.1	2	0.11	485	8040	110	32.27	110	7070	< 1	4550	< 1	< 0.09	47	< 1	< 0.2	< 10	1040
17	N084	0.5	246	0.88	188	348	39	14.60	2020	167	< 1	137	142	< 0.09	21	< 1	0.8	343	20
18	N086	0.2	7	0.11	2	340	15	1.16	158	788	< 1	39	83	< 0.09	2	< 1	< 0.2	< 10	2
19	N087	< 0.1	2	0.06	84	250	< 1	0.82	68	481	< 1	25	35	< 0.09	11	< 1	< 0.2	757	< 1
20	N093	0.9	402	0.17	< 1	58	7	0.03	39400	5	< 1	14	2	0.17	841200	< 1	< 0.2	< 10	< 1
21	N105	0.5	4	0.06	57	342	58	7.43	71	2100	< 1	206	15	< 0.09	388	< 1	1.0	< 10	233
22	N118	< 0.1	3	0.06	149	6110	25	14.55	152	2308	< 1	4640	< 1	< 0.09	42	< 1	< 0.2	< 10	153
23	N122	0.2	5	0.06	160	88600	18	14.73	10	2570	3	577	109	< 0.09	62	57	1.8	< 10	1020
24	N123	0.2	1	1.15	220	149700	30	33.28	8	2330	6	352	< 1	< 0.09	33	30	0.2	< 10	562
25	N124	0.2	37	0.06	54	835	122	5.76	234	1010	< 1	148	35	< 0.09	2750	< 1	< 0.2	435	153
26	N125	0.2	2	0.51	44	851	83	5.92	19	1110	< 1	114	6	< 0.09	83	< 1	< 0.2	295	588

