

第2章 地化学探査（予察）

2-1 調査方法及び作業量

2-1-1 調査方法

本調査は、次年度以降に計画している広域地化学探査（概査）に用いる採取試料種、試料採取密度、試料採取位置及び指示元素など、本地域の調査に最も適した調査方法を明らかにするための予察調査として実施した。

調査の範囲としては、鉱化作用と地化学的な特性の関連を明らかにするため、既知鉱床を含む範囲を選定した。更に、異なったタイプの鉱化作用と地化学的な特性との関連性を明らかにするため、調査地域を代表する3つの既知鉱床を選んだ。

キナバル地区では、その地質構造より斑岩型銅鉱床の賦存する可能性が高いことから、本地区の代表的な斑岩型銅鉱床の1つであるヌンコック鉱床を含む範囲を選定した。ラブク及びセガマの両地区では、その地質構造よりキプロス型の塊状硫化鉱床が有望であることから、現在この型の鉱床で最もその構造が解明されているビドゥビドゥヒル鉱床地区を本調査の対象とした。センボルナ地区では、新第三紀の火山活動に伴う金銀鉱床がいくつか知られているが、このうち最も探鉱の進んでいるマンツリィ鉱床地区を調査範囲として選んだ。

本地域での広域地化学探査に適した試料種を決めるため、本調査では河床堆積物、土壌及びパンニング試料を採取した。

河床堆積物の試料採取地点では、最適な試料採取位置を明らかにするため、川岸、流れの縁辺部及び中央部の3箇所より試料を採取し、1地点当たり3試料とした。また、試料の採取地点では、各試料ごとに記載を行いAppendix 4に示す試料リストを作成した。一般に卑金属鉱床の地化学探査では細粒の篩別試料を、貴金属の探査では粗い篩別試料を使用するが、本調査では両種の鉱床が調査の対象となることから-60メッシュの篩別試料を採用した。採取した篩別試料は、各試料とも100g以上である。これを乾燥後秤量しカナダへ送付する試料と日本へ持ち帰る試料とに区分し、さらに残量をGSMで保管することにした。各分析所では、この試料をさらに粉碎し化学分析に供した。

土壌試料の採取に当たっては、より有効な試料の採取深度を明らかにするため、各試料採取地点でA層、B層の上半部及びB層の下半部よりそれぞれ1試料を採取し、1地点当たり3試料とした。更に、各試料毎に採取地点の記載を行いAppendix 5に示す試料リストを作成した。採取した試料は、乾燥後-80メッシュに篩別し100g以上の篩別試料を採取した。篩別した試料は、秤量しカナダへ送付する試料と日本へ持ち帰る試料とに区分した。残りの試料については、GSMに保管を依頼した。各分析所では、この試料を用いて化学分析を行った。

なお、本調査では河床堆積物と土壤の地化学的な関連を明らかにするため、河床堆積物の試料採取地点の周辺で大部分の土壤試料を採取した。また、一部の土壤試料は鉍化作用との関連を明らかにするため既知鉍化帯の周辺より採取した。

パンニング試料は、木製のパンを使用し現地で採取した。採取した試料は、乾燥後化学分析試料と鉍物の構成比率をみるための試料とに分割した。化学分析用の試料は、全量カナダへ送付した。鉍物の構成比率を見るための試料は、全量日本へ持ち帰りQME分析を行った。分析試料は、粗粒であったため粉碎後化学分析に供した。

鉍物の構成比率を明らかにするためのQME分析の試料処理は、以下の方法で行った。

- ① 磁選により強磁性鉍物と弱もしくは無磁性鉍物とに分離及び秤量。
- ② 弱～無磁性鉍物を重液（ブロムホルム、比重 2.82）により軽鉍物及び重鉍物に分離。軽鉍物及び重鉍物の秤量。
- ③ ポイントカウンターによる強磁性鉍物、軽鉍物及び重鉍物を構成する各種鉍物の割合の測定。
- ④ ③の結果に基づき、計算による量比の算出。

本調査では試料番号は6桁とし、最初に地区名（N：ヌンコック鉍床地区、B：ビドゥビドゥヒル鉍床地区、M：マンツリィ鉍床地区）、次に試料種（SS：河床堆積物、SL：土壤、PC：パンニング試料）及び採取地点の番号（2桁）を記し最後に各地点で採取した試料の種類をA、B及びCで表示した。河床堆積物の場合、Aは川岸の試料を、Bは流れの縁辺部からの試料を、Cは流れの中央部から採取した試料であることをそれぞれ示す。土壤試料の場合、AはA層から、BはB層の上半部から、CはB層の下半部より採取した試料であることをそれぞれ示す。

2-1-2 作業量

本調査で採取した地化学探査試料の試料採取地点数、試料数及び分析元素数を地区別及び試料種別にTable II-2-1に示す。

有効な指示元素を明らかにするため、本調査で化学分析を行った元素は以下のとおりである。

① 河床堆積物試料（19元素）

Ag, As, Au, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Pt, S, Sb, Sn, U, W, Zn

② 土壤試料（23元素）

Ag, As, Au, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Pt, Rb, S, Sb, Sn, Sr, U, W, Zn

③ パンニング試料（33元素）

Ag, As, Au, Ba, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, Hg, La, Mn, Mo, Ni, Pb, Pt, Re, S, Sb, Se, Sn, Ta, Te, Th, Ti, U, V, W, Y, Zn, Zr

Table II-2-1 Work amounts of geochemical surveys

Item	Unit	Name of ore deposit area			Total
		Nungkok	Bidu Bidu Hill	Mantri	
Coverage	km ²	16.2	16.1	16.1	48.4
Stream sediments					
Sampling site	points	80	81	81	242
Number of sample	samples	240	243	243	726
Number of element	elements	4,560	4,617	4,617	13,794
Soil					
Sampling site	points	82	82	81	245
Number of sample	samples	246	246	243	735
Number of element	elements	5,658	5,658	5,589	16,905
Pan concentrates					
Sampling site	points	32	32	32	96
Number of sample	samples	32	32	32	96
Number of element	elements	1,056	1,056	1,056	3,168
Total					
Sampling site	points	194	195	194	583
Number of sample	samples	518	521	518	1,557
Number of element	elements	11,274	11,331	11,262	33,867

Table II-2-2 Work amounts of laboratorial studies in geochemical surveys

Items	Name of ore deposit area			Total
	Nungkok	Bidu Bidu Hill	Mantri	
Thin section	10	10	10	30 samples
Polished section	5	5	5	15 samples
Polished thin section	3	2	3	8 samples
EPMA	3	5	-	8 samples
X-ray diffraction analyses	5	6	5	16 samples
QME* ¹ of pan concentrates	32	32	32	96 samples
Total	58	60	55	173 samples

*¹ : Qualitative mineral examination

河床堆積物試料及び土壌試料については、Au、Pt及びUの3元素を除いた元素の化学分析を大手開発(株)の地科学試験所で行った。Au、Pt及びUとパンニング試料の化学分析は、カナダのChemex社で実施した。河床堆積物試料の分析結果をAppendix 6に、土壌試料の結果をAppendix 7に、パンニング試料の分析結果をAppendix 8にそれぞれ示す。

河床堆積物及び土壌試料に対する分析の検出限界は、以下のとおり。

2	ppb	Au
5	ppb	Pt
0.2	ppm	U
0.5	ppm	Ag
1	ppm	Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Rb, Sn, Sr, Zn
2	ppm	Pb
5	ppm	As, Sb
10	ppm	W
0.001	%	S
0.01	%	Fe, K, Na

これらの元素の内 Cr 及び Mn については、検出限界の上限である 10,000 ppm 以上の値を示す試料があった。一方、パンニング試料の検出限界は、Hg 10 ppb、Te 0.1 ppm、Sb、Se 0.2 ppm、As、Ga、Zr、V が 1 ppm、Sn、W 2 ppm、Ge、Y 5 ppm、Ba 10 ppm、Ti 0.01%であり、これ以外の元素の検出限界は、河床堆積物及び土壌試料と同様である。パンニング試料の分析結果では、一部の試料の Au 及び Cr の値がそれぞれの上限の検出限界である 10,000 ppb 及び 10,000 ppm 以上の値を示した。

本調査では、地化学探査の試料採取に平行して、調査地区の地質及び鉱床の概要を明らかにするため、室内試験用の試料を採取した。室内試験では、薄片鑑定、研磨片鑑定、研磨薄片鑑定、EPMA分析試験、粉末X線回折試験などを行った。この試験に供した地区別、試験項目別の試料数をTable II-2-2に示す。

2-1-3 解析手法

本調査では、次年度以降に予定されている広域地化学探査のための調査手法を検討するとともに、その解析手法についても検討した。

地化学探査の解析手法としては、単変量解析及び多変量解析の2手法が一般的に行われているが、本調査でもこの2手法による解析を行った。

単変量解析でその”しきい値”を決める手法としては、各元素の母集団が対数正規分布をするとの前提条件でしきい値を抽出する手法(Lepeltier C., 1969及び Sinclair A.J., 1974)と、

このような前提条件を設けなくてしきい値を決めるEDA法 (Kurzi H., 1988) や $b + 2S.D.$ (b : 後背値, $S.D.$: 標準偏差) よりしきい値を求める手法とがある。この他、後背値の値を統計処理により求める傾向面解析の手法も単変量解析の一手法である。本調査では、Lepeltier (1969) 法、EDA法及び $b + 2S.D.$ によりしきい値を求めて比較した。

多変量解析の手法としては、各元素間の関係を明らかにするクラスター分析、後背地と鉱化帯の区分を数式で明らかにする判別分析及び各元素間の関係より鉱化帯を抽出する主成分分析や因子分析などの手法がある。本調査では、多変量解析手法としてクラスター分析及び因子分析を行った。本調査でのデータ処理及び統計解析には、コンピュータを使用した。

2-2 ヌンコック鉱床地区の調査結果

2-2-1 地質及び鉱床

本鉱床地区の地質は、古第三紀始新世より漸新世にかけて堆積したCrocker (P₂Cr)層とこれを貫く花崗閃緑岩の小岩体より構成される。調査地区の西部では、このCrocker層を覆って第四紀のPinosuk砂礫層が広い範囲に分布する。また、南西部のKadamaian川沿いには小規模な段丘堆積物が認められる。これまでの地質調査の結果(Collenette P., 1958及びGSM 1985)によれば、本地区の東半部は、主として千枚岩及び頁岩より構成される暁新世より始新世にかけて堆積したTrusmadi (P₁Ts)層が分布しCrocker層とN-S系の断層で接していることになっているが、本調査で確認した露頭の大部分がCrocker層と同様の砂岩であること、N-S系の断層の存在を示す地質構造が確認できなかったこと及び地化学探査に供した試料の大部分はCrocker層の分布域より採取されており地化学探査の解析には特に問題が無いことなどから、本地区に分布する堆積岩類はCrocker層とした。本地区の地質図をFig. II-2-1に示す。

Crocker層は、本鉱床地区の広い範囲に分布する。岩相は、灰色で淘汰の良い塊状砂岩より主として構成されており、一部で頁岩やシルト岩の薄層を挟む。本地区の西部より南部にかけての地形的に比較的低い範囲では、このCrocker層を覆って更新世のPinosuk砂礫層が分布する。この砂礫層は、未固結の円礫及び砂より成る砂礫層で花崗岩の巨礫を特徴的に伴うほか、超塩基性岩の円礫も認められる。この花崗岩は、キナバル山を構成する花崗岩と同質である。調査地区の南西部では、河川に沿って小規模な段丘が発達し段丘堆積物が認められる。

ヌンコック (Nungkok)山の西側山腹には、花崗閃緑岩の小規模な岩体が貫入している。この貫入岩体は、本地区で確認されている斑岩型銅鉱床と密接な関係を示す。これまでの探査結果によれば、この岩体の規模は700 m X 400 mの広がりを示す。またこの貫入岩体の周辺では広い範囲にわたってCrocker層の砂岩が著しい珪化作用を受けている。

Crocker層中の走向及び傾斜を見ると、南部ではNW-S E方向で西落し、中央部ではNE-SW方向東落し、北部では南部と同傾向の走向及び傾斜を示す。この様な方向の違い及び地形上より判断するとこれらの地域の間には、NE-SW系の断層の存在が推定される。

本地区で見られる鉱床は、花崗閃緑岩体及びこの岩体近傍の砂岩中に見られる斑岩型のヌンコック銅・モリブデン鉱床である。これまでに実施されたボーリング調査(27孔、4,116 m)の結果によれば、鉱化帯の範囲は915 m (L) X 366 m (W)で、その品位はCu 0.18~0.56%、Mo 0.003~0.051%、Au 0.6 g/t以下、Ag 0.8~9.0 g/tとされている。この様に低品位であること及び鉱体の地形的な位置が良くないことなどより、現時点では開発の対象とはなっていない。

2-2-2 試料採取

本鉱床地区で地化学探査に用いた河床堆積物、土壌及びパンニング試料の採取は、ヌンコック山の西側より南部にかけて分布し西流する河川沿いで主として行った。本地区の西部より南部にかけての地形的に穏やかな地域では、陸稲、ココア、ゴムが山の斜面に栽培されている。河床堆積物の採取地点でのUTM座標、採取地点周辺の地質、河川の状況及び採取試料の色調、粒度などの記載をAppendix 4に示す。土壌試料の座標、周辺地質、採取深度、土壌断面、試料の記載及び採取地点周辺の植生についてはAppendix 5に示す。各試料の採取地点の位置をFig. II-2-2に示す。試料採取地点番号1～63の地点では、河床堆積物の試料採取位置の近傍で土壌試料を採取した。

河床堆積物試料の採取は、2-1-1の項で述べたように各試料採取地点より3試料を採取した。試料採取地点番号64以降NSS64～NSS80の試料は、主として河川の分岐点で2試料を採取した場合の一方の試料である。本地区は地形的に急峻であることから、河川の上流部では川岸での河床堆積物の発達が悪い箇所が多かったため、一部の試料では川岸で採取した試料(A)と流れの縁辺部で採取した試料(B)との区分が明瞭でない地点があった。

土壌試料についても2-1-1の項で述べたように各採取地点で3試料を採取した。試料採取地点番号64以降の試料については、鉱化帯の地化学的特性を明らかにするためヌンコック鉱床近傍より主として採取した。採取地点の選定に当たっては、河川や地滑りの影響の無い地点を選定した。土壌試料の採取にはハンドオーガーを使用した。なお、試料採取の結果では、A層に比較してB層の発達が顕著であった。

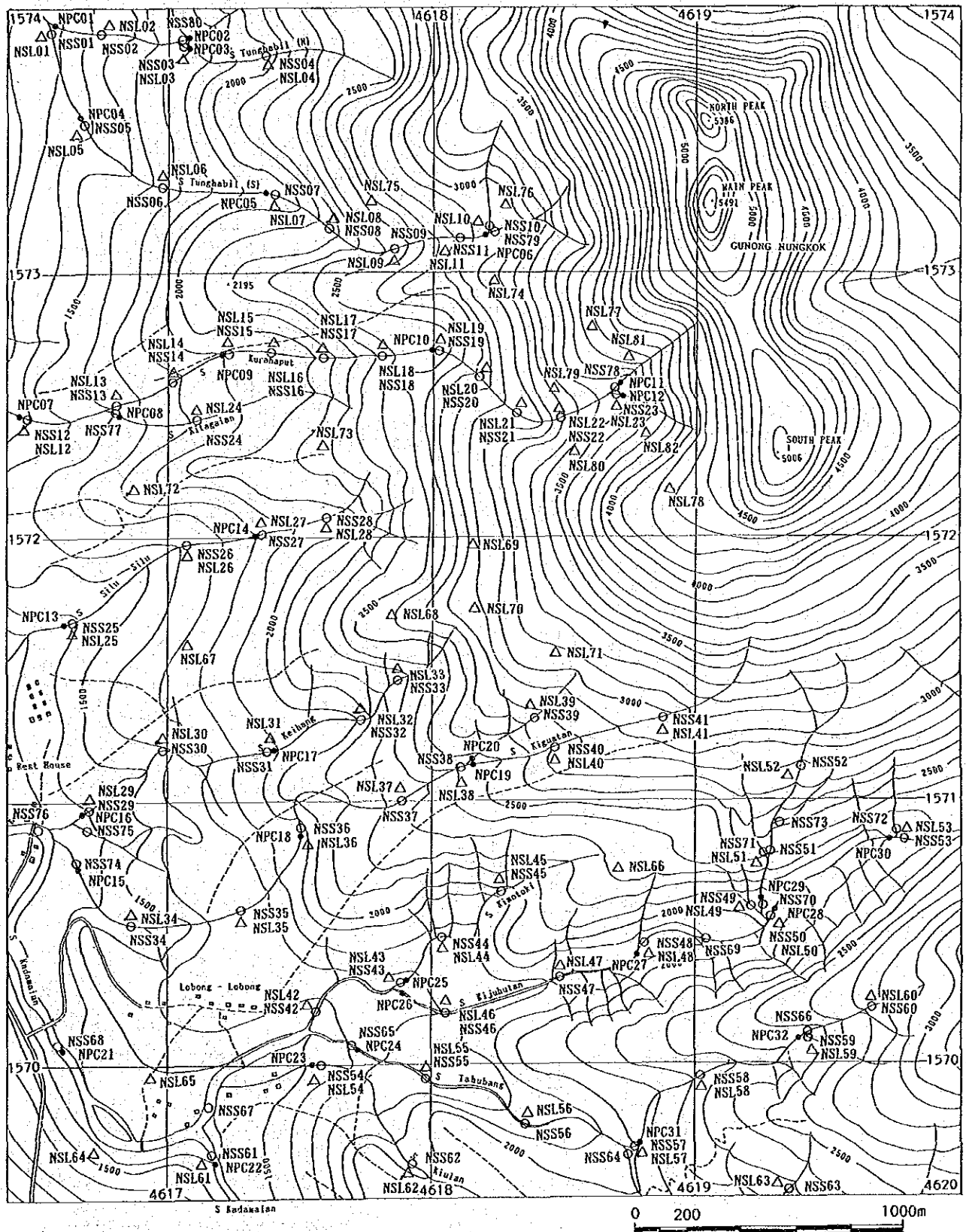
パンニング試料の採取地点選定に当たっては、本地区全体の傾向が得られるよう位置の選定を行った。試料の採取には、木製のパンを使用した。パンニングの結果では、1～2時間パンニングを行ってもブラック・サンドの採取が殆どできなかった箇所がかなりあった。この場合は、2時間程度の時間で採取した試料をパンニング試料とした。

以上の地化学探査試料に加えて、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に供した。室内試験に供した試料の試料採取位置をFig. II-2-3に示す。なお、鉱化帯では著しい風化作用を受けており酸化が著しいことから、試料の一部には転石を使用した。

2-2-3 河床堆積物地化学探査

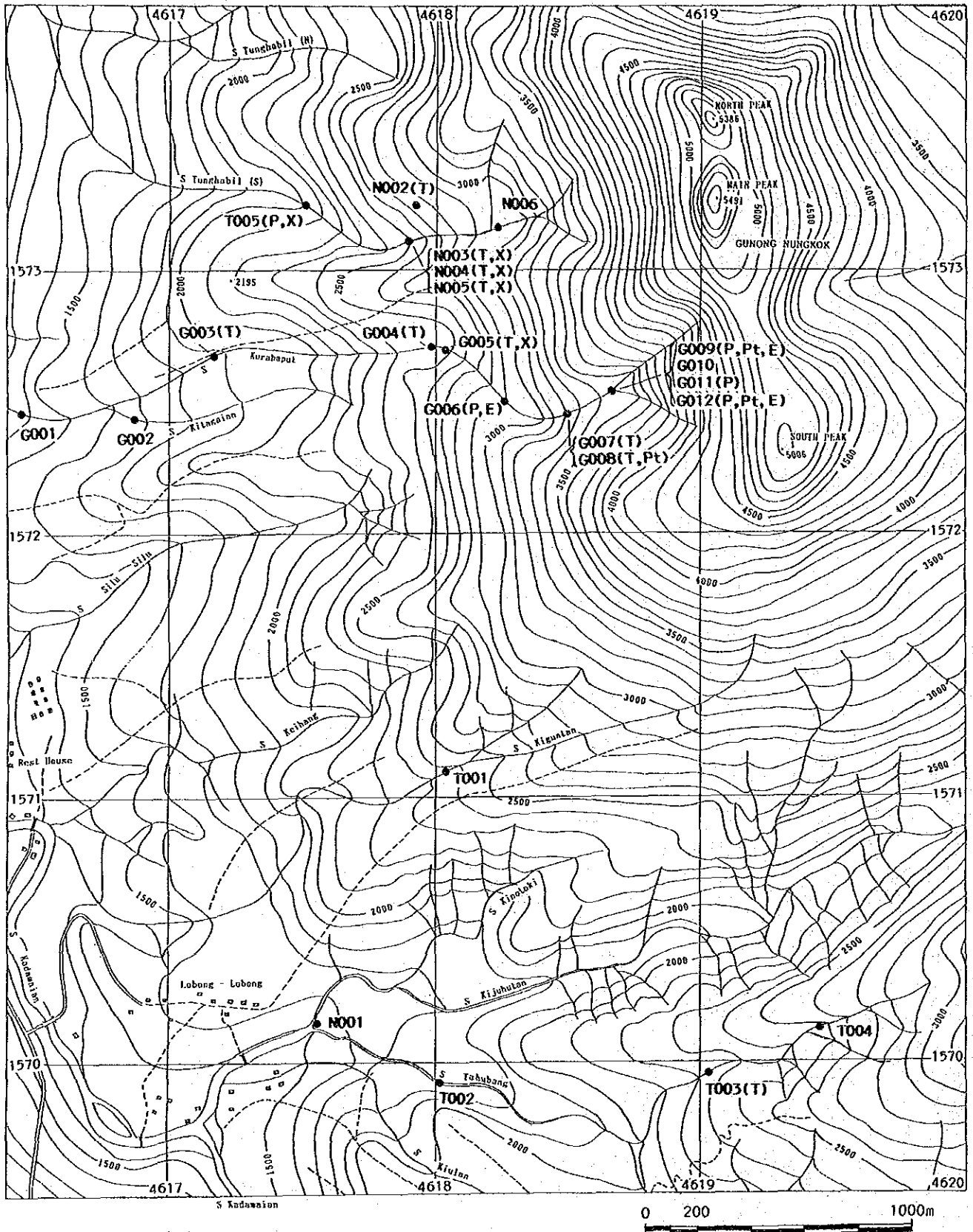
(1) 指示元素

本地区で採取した試料に対し19元素の化学分析を行ったが、この分析結果に対する統計解析結果をTable II-2-3に示す。この表で見られるようにAg、Hg、Pt及びSnの4元素についてはその大部分の試料が検出限界以下の値を示した。



NSS: stream sediment sample NSL: soil sample NPC: pan concentrate sample

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



G005; sample number (T); thin section (P); polished section (Pt); polished thin section (X); x-ray diffraction analyses (E); EPMA analyses

Fig. II-2-3 Location map of samples for laboratorial studies in the Nungkok deposit area

Table II-2-3 Statistics of stream sediment geochemical survey in the Nungkok 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. (%) *1	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean *2	S.D. **	B.D.L. (%) *1	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean *2	S.D. **	B.D.L. (%) *1	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean *2	S.D. **
As	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	53.8	ppm	103	< 5	9.0	0.378	35.0	ppm	114	< 5	11.8	0.390	40.0	ppm	92	< 5	11.1	0.149
Au	37.5	ppb	610	< 2	11.0	0.782	18.8	ppb	1600	< 2	16.0	0.875	42.5	ppb	1600	< 2	11.6	0.754
Co	0	ppm	46	2	7.0	0.358	8.8	ppm	42	< 1	5.4	0.454	10.0	ppm	35	< 1	5.3	0.204
Cr	0	ppm	2363	130	320.0	0.293	0	ppm	3485	105	335.4	0.339	0	ppm	2607	115	333.9	0.110
Cu	0	ppm	910	6	42.6	0.637	0	ppm	1005	5	56.1	0.728	0	ppm	1232	7	66.1	0.540
Fe	0	%	7.15	0.61	2.104	0.264	0	%	8.24	0.74	2.401	0.269	0	%	8.40	0.92	2.429	0.063
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	1248	67	251.1	0.357	0	ppm	1351	61	241.4	0.353	0	ppm	1426	23	245.1	0.131
Mo	66.3	ppm	27	< 1	1.6	0.353	67.5	ppm	19	< 1	1.8	0.409	66.3	ppm	26	< 1	1.8	0.157
Ni	0	ppm	481	10	32.3	0.470	0	ppm	503	10	40.3	0.496	0	ppm	522	12	45.8	0.223
Pb	22.5	ppm	36	< 2	5.3	0.318	21.3	ppm	59	< 2	5.2	0.380	30.0	ppm	109	< 2	5.4	0.184
Pt	100.0	ppb	< 5	< 5	-	0.000	92.5	ppb	10	< 5	5.3	0.080	98.8	ppb	5	< 5	-	0.001
S	0	%	0.090	0.009	0.016	0.189	0	%	0.127	0.008	0.020	0.265	0	%	0.131	0.010	0.028	0.075
Sb	85.0	ppm	12	< 5	5.4	0.084	80.0	ppm	13	< 5	5.5	0.095	85.0	ppm	10	< 5	5.3	0.005
Sn	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000	97.5	ppm	5	< 1	1.0	0.085	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000
U	0	ppm	9.4	1.2	1.98	0.189	0	ppm	18.2	1.2	2.19	0.265	0	ppm	16.6	1.2	1.94	0.060
W	73.8	ppm	108	< 10	14.1	0.306	60.0	ppm	267	< 10	17.7	0.391	61.3	ppm	188	< 10	16.8	0.132
Zn	0	ppm	111	7	28.9	0.277	0	ppm	151	13	34.2	0.269	0	ppm	146	15	36.4	0.062

*1: below detection limit *2: geometric mean **: standard deviation

河床堆積物試料の採取では、同一地点より川岸（A）、流れの縁辺部（B）及び流れの中心部（C）の3箇所より試料を採取したが、統計解析結果よりこれら3試料の幾何平均値を比較すると以下のような結果が得られる。

Aの試料が高い平均値を示す元素： Co、Mn 2元素

Bの試料が高い平均値を示す元素： As、Au、Cr、Mo、Pt、Sb、Sn、U、W 9元素

Cの試料が高い平均値を示す元素： Cu、Fe、Mo、Ni、Pb、S、Zn 7元素

この結果では、流れの縁辺部（B）で採取した試料が平均値も高いことから、その濃度のみで判断すると最も有効であることを示す。

本調査に用いた各試料（A、B、C）の相関マトリックスをTable II-2-4に示す。採取した試料の種類で比較すると、全体的に見て流れの縁辺部（B）で採取した試料がより高い元素間の相関係数を示す。高い相関係数を示す元素の組み合わせは、以下のとおり。

As - Au、 As - Mn、 As - W、 Au - Cu、 Au - W、 Co - Cr、 Co - Fe、 Co - Mn、
 Co - Ni、 Co - Sb、 Co - Zn、 Cr - Fe、 Cr - Mn、 Cr - Ni、 Cr - Pb、 Cr - Sb、
 Cr - U、 Cr - Zn、 Cu - S、 Cu - W、 Fe - Mn、 Fe - Ni、 Fe - Sb、 Fe - U、
 Fe - Zn、 Mn - Ni、 Mn - Sb、 Mn - U、 Mo - W、 Ni - Sb、 Ni - U、 Ni - Zn、
 Sb - U、 Sb - Zn、 U - Zn 相関係数 0.600以上

これらの元素のうち Co、Cr、Fe、Mn、Ni、Sb 及び Zn などの元素が互いに高い相関を示す傾向が認められる。

（2）単変量解析

単変量解析の手法としては、EDA法、Lepeltier法及び幾何平均プラス2倍の標準偏差の3手法を実施し比較検討した。各元素のヒストグラムとLepeltier法によるしきい値の決定に用いた元素別の累積頻度分布図をAppendix 9に示す。更に、これらの解析によって得られたしきい値などの値をTable II-2-5に示す。解析の結果これらの各手法には以下の特徴が見られる。

- ① EDA法では、検出限界以上の値を示す試料数が限られる場合には、適切なしきい値を示さない。また、Upper Fenceの値が最大値以上を示す場合がある。
- ② Lepeltier法による本地区の解析結果では、Cu、Sなどの元素が2つの異なった分布の重なりにより構成されていることを示しており、高い方の分布が鉱化作用を示すものと解釈される。また、Co、Cr、Mnなどの元素でも2つの分布の重なりが認められる。この様にこの手法では、調査地域の地質及び鉱床と解析結果との対比が比較的容易である。
- ③ 幾何平均プラス2倍の標準偏差により求めたしきい値は、理論的にはLepeltier法での2.5%の値に近い値を示すはずであるが、実際にはその元素が対数正規分布を

Table II-2-4 Coorelation matrix of elements for stream sediments in the Nungkok deposit area

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	S	Pt	Sb	U	W	Zn
As	1.000															
Au	.685	1.000														
Co	-.265	-.088	1.000													
Cr	-.222	-.013	.707	1.000												
Cu	.728	.667	-.002	.105	1.000											
Fe	.043	.098	.815	.690	.326	1.000										
Mn	-.526	-.328	.513	.585	-.220	.707	1.000									
Mo	.751	.946	-.246	-.118	.080	.080	-.468	1.000								
Ni	-.421	-.192	.806	.783	-.176	.755	.758	-.396	1.000							
Pb	-.301	-.194	.222	.233	-.101	.203	.357	-.224	.307	1.000						
S	.286	.412	.426	.385	.522	.565	.149	.475	.314	.114	1.000					
Sb	-.255	-.229	.436	.426	-.203	.515	.549	-.208	.466	.212	.120	1.000				
U	-.363	-.327	.624	.524	-.123	.682	.739	-.237	.334	.217	.633	1.000				
W	.654	.465	-.013	.083	.756	.267	-.253	.845	-.162	-.081	.533	-.024	1.000			
Zn	-.335	-.166	.878	.692	-.048	.876	.863	-.270	.883	.296	.416	.494	-.049	1.000		
As	1.000															
Au	.630	1.000														
Co	-.275	.007	1.000													
Cr	-.483	-.179	.605	1.000												
Cu	.624	.679	.149	.045	1.000											
Fe	-.098	.121	.730	.774	.408	1.000										
Mn	-.623	-.301	.773	.757	-.159	.705	1.000									
Mo	.738	.543	-.124	-.245	.834	.115	-.446	1.000								
Ni	-.443	-.118	.819	.864	.073	.857	.863	-.212	1.000							
Pb	-.363	-.090	.394	.524	-.011	.448	.525	-.098	.544	1.000						
Pt	-.224	-.166	-.148	-.010	-.275	-.209	-.050	-.185	-.019	-.098	1.000					
S	.402	.387	.304	.128	.743	.442	.053	.626	.328	.049	-.264	1.000				
SB	-.458	-.185	.618	.663	-.071	.647	.751	-.272	.726	.513	-.139	.053	1.000			
Sn	-.177	-.172	.140	.089	-.072	.129	.195	-.101	.120	.037	-.044	-.057	.225	1.000		
U	-.408	-.024	.544	.765	.043	.718	.715	-.240	.739	.580	-.136	.041	.736	.133	1.000	
W	.609	.570	.026	.008	.810	.304	-.231	.871	.095	.430	-.205	.578	-.081	-.112	.080	1.000
Zn	-.402	-.146	.847	.795	.090	.875	.907	-.185	.919	.510	-.122	.301	.719	.166	-.671	1.000
As	1.000															
Au	.617	1.000														
Co	-.235	-.147	1.000													
Cr	-.518	-.241	.692	1.000												
Cu	.668	.498	.215	.048	1.000											
Fe	-.085	-.061	.773	.750	.434	1.000										
Mn	-.350	-.355	.688	.781	-.122	.718	1.000									
Mo	.746	.395	-.010	-.239	.886	.143	-.833	1.000								
Ni	-.544	-.322	.764	.897	-.092	.715	.808	-.354	1.000							
Pb	-.365	-.127	.401	.613	-.036	.404	.561	-.213	.515	1.000						
S	.592	.467	.188	.040	.914	.894	-.144	.863	-.052	-.021	1.000					
Sb	-.375	-.177	.568	.672	.033	.617	.640	-.215	.545	.445	-.033	1.000				
U	-.289	-.032	.536	.738	.158	.724	.651	-.133	.603	.549	.030	.549	1.000			
W	.638	.361	.069	-.017	.825	.269	-.235	.852	-.176	.034	.772	-.087	.100	1.000		
Zn	-.355	-.220	.842	.807	.154	.846	.839	-.129	.863	.542	-.142	.631	.656	.006	1.000	

Table II-2-5 Threshold values obtained by each analytical method for stream sediment geochemical survey in the Nungkok 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. ^{*1} value	T.H. ^{**} value	%	Median	Upper Wisker	Upper Fence	B.G. ^{*1} value	T.H. ^{**} value	%	Median	Upper Wisker	Upper Fence	B.G. ^{*1} value	T.H. ^{**} value	%	Median	Upper Wisker	Upper Fence	B.G. ^{*1} value	T.H. ^{**} value	%	Median	Upper Wisker	Upper Fence	B.G. ^{*1} value	T.H. ^{**} value	%	
Ag ppm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
As ppm	5.0	23.0	27.5	4	82	2.5	62.4	—	—	—	—	—	10.0	31.0	47.5	10	81	2.5	93.9	—	—	—	—	—	8.0	30.0	50.0	8	79	2.5	86.8
Au ppb	6.0	74.0	107.0	7	195	7.5	523.0	—	—	—	—	—	7.0	150.0	227.0	9	540	5.5	1063.6	—	—	—	—	—	5.0	100.0	127.0	6	205	10.5	809.4
Co ppm	6.0	18.0	24.0	6	12	25.0	36.6	—	—	—	—	—	5.5	18.0	15.5	6	13	23.0	52.0	—	—	—	—	—	5.0	21.0	18.0	5	14	22.0	50.5
Cr ppm	264.0	442.0	565.5	190	815	13.0	1235.3	—	—	—	—	—	266.5	678.0	566.5	280	835	15.5	1596.0	—	—	—	—	—	266.5	635.0	964.0	270	780	16.5	1541.9
Cu ppm	30.0	269.0	273.0	31	120	25.0	802.7	—	—	—	—	—	37.5	501.0	667.0	41	175	30.0	1603.4	—	—	—	—	—	39.0	632.0	921.5	56	370	25.0	1950.7
Fe %	1.88	3.86	5.86	1.95	3.10	30.0	7.09	—	—	—	—	—	2.30	5.12	5.84	2.40	3.90	23.5	8.29	—	—	—	—	—	2.38	4.88	5.78	2.38	4.05	21.5	7.74
Hg ppm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mn ppm	196.5	742.0	1160.5	205	385	34.0	1297.3	—	—	—	—	—	184.5	733.0	842.0	195	495	24.5	1280.3	—	—	—	—	—	209.0	743.0	690.0	200	475	24.5	1295.2
Mo ppm	1.0	3.0	3.5	0.4	11	4.0	10.4	—	—	—	—	—	1.0	5.0	6.0	0.5	16	2.5	13.3	—	—	—	—	—	1.0	5.0	6.0	0.9	14	2.5	12.9
Ni ppm	22.0	85.0	104.0	23	89	21.0	281.2	—	—	—	—	—	27.0	172.0	108.0	26	110	21.5	395.3	—	—	—	—	—	29.0	239.0	140.0	32	107	24.0	402.2
Pb ppm	6.0	11.0	19.5	6	14	7.5	30.9	—	—	—	—	—	5.5	9.0	17.0	5	19	9.5	37.8	—	—	—	—	—	4.5	11.0	19.5	5	26	9.0	51.3
Pt ppb	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.0	5.0	5.0	—	—	—	5.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S %	0.014	0.021	0.031	0.015	0.041	5.0	0.037	—	—	—	—	—	0.019	0.031	0.052	0.020	0.066	5.5	0.069	—	—	—	—	—	0.025	0.056	0.078	0.025	0.044	24.0	0.098
Sb ppm	5.0	5.0	5.0	2	13	2.5	7.0	—	—	—	—	—	5.0	5.0	5.0	4	12	2.5	8.3	—	—	—	—	—	5.0	5.0	5.0	2	10	2.5	6.5
Sn ppm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0	< 0.1	2	2.5	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
U ppm	1.80	2.40	3.40	1.9	4.1	9.0	4.73	—	—	—	—	—	1.80	2.8	3.9	1.9	5.5	11.0	7.41	—	—	—	—	—	1.70	2.40	3.40	1.9	4.2	10.5	5.98
W ppm	10.0	18.0	10.0	2	90	2.5	59.0	—	—	—	—	—	10.0	41.0	47.5	6	185	2.5	125.4	—	—	—	—	—	10.0	39.0	37.5	6	150	2.5	103.5
Zn ppm	24.5	58.0	73.0	26	54	19.5	103.4	—	—	—	—	—	29.5	71.0	70.5	29	53	24.0	118.1	—	—	—	—	—	31.5	63.0	67.5	31	58	22.5	114.4

*1: Background **: Threshold

していない場合異なった値を示しており、しきい値決定の参考にしかならない様である。

E D A法によるしきい値の決定には、Upper Fence の値を使用したが、各元素の最大値がこの値以下であった場合にはUpper Wiskerの値を使用した。流れの縁辺部より採取した試料 (B) による主要な元素の分布図をAppendix 10 に示す。この図ではしきい値以上、しきい値よりMedianの値及びMedianの値以下の3区分により表示している。なお、各元素の分布傾向及び分布の特徴は以下のとおり。

As: ヌンコック鉱床及びその珪化帯より流れ出る河川に沿ってしきい値以上の異常帯が分布しており、鉱床との密接な関係が認められる。

Au: Asと同様の分布傾向を示しており鉱床との密接な関係が認められる。但し、Asに比較して若干下流域で異常帯が認められる傾向がある。

Co: 異常帯は主として南部で認められ、鉱床との関係は示さない。この Co の異常帯は上流域に分布する超塩基性岩類に関係しているものと考えられる。

Cr: Coと同様の分布傾向を示しており、鉱床との関連性は認められない。

Cu: ヌンコック鉱床より流れ出る河川にのみ異常帯が認められ、この鉱床との密接な関係を示している。また、異常帯は鉱床より1.5 km下流まで認められる。

Fe: 異常帯は南部の河川のみで認められ Co 及び Cr と同様の分布傾向を示す。

Mn: Mnも Fe と同様であり、鉱床との関係は認められない。

Mo: Cuと同様ヌンコック鉱床より流れ出ている河川にのみ異常帯が確認されており鉱床との密接な関係を示す。この異常帯は、ヌンコック鉱床の下流 2.0 km まで認められる。

Ni: 異常帯は、Co、Cr、Fe及び Mn と同様南部のみに分布しており、鉱床との関係は認められない。

Pb: 地区南部の河川にのみ異常帯が認められる。鉱化作用との関係は、不明である。

S : 異常帯はヌンコック鉱床近傍にのみ分布しており、鉱床と密接な関係を示す。

U : 異常帯は、Pbとほぼ同様の分布傾向を示し地区南部にのみ認められる。

W : ヌンコック鉱床より流れ出る河川にのみ異常帯が抽出されており、鉱床との関係が認められる。

Zn: 地区南部の河川にのみ異常帯が見られ、Co、Cr、Ni及び Mn などと同様の分布傾向を示す。

各元素の異常帯の分布傾向を総合すると、この調査結果では As、Au、Cu、Mo、S及び Wの6元素が指示元素として使用できることを示している。これ以外の元素は調査地区及び上流域での地質を反映しているものと考えられる。

(3) 多変量解析

本調査では、各元素間の関係を明らかにするため多変量解析の一手法であるクラスター分析を行った。分析の結果をFig. II-2-4に示す。このデンドログラムで見られるようにA、B及びCの試料のいずれにおいても明瞭にMo-W-Cu-S-As-Auより成るクラスターとFe-Zn-Ni-Mn-Cr-Coより成るクラスターとに大別される。前者のクラスターは、その構成元素よりヌンコック鉱床に関係付けられるクラスターであり、後者は後背地に関係するクラスターであると考えられる。

A、B及びCの試料に対し因子分析を行った。因子分析結果をTable II-2-6に示す。この表で示されるように、全体的に見ると流れの縁辺部より採取した試料(B)がこれ以外の試料(A、C)に比較してより高い共通性の値が得られており、より有効であることを示している。一方、各元素と各因子との関係を見ると、試料Bより得られた因子は、A及びCの試料と比較して、各元素に対してより強い関係を示している。試料Bより得られた因子とその因子に密接な関係を示す元素は、以下のとおりである。

第1因子： Co-Cr-Fe-Mn-Ni-U-Zn

第2因子： As-Cu-Mo-S-W

第3因子： Pb

第4因子： Au

これらの因子のうち第1、第3及び第4因子は、上記の元素と負の関係を示している。抽出された因子とその因子に関係する元素より判断すると、第2因子がヌンコック鉱床の特性と良く一致しており、本地区での鉱化作用を示す因子と推定される。また、第1因子は、その関係する元素より判断すると超塩基性岩の可能性が推定される。

Fig. II-2-5に第1因子と第2因子の高因子得点の分布を示す。この図で明らかなように、第2因子は明瞭にヌンコック鉱床の鉱化帯を抽出しており、因子分析による解析が非常に有効であることを示している。また、この因子分析の結果によれば、流れの縁辺部で採取した試料Bの方が試料A及びCに比較して良い結果が得られることを示している。

(4) 総合解析

E D A法による解析により得られた異常帯の分布をFig. II-2-6に示す。この図で見られる様に鉱床周辺では、Au、As、Cu、Mo、S及びWの6元素が抽出されており、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。また、抽出された異常帯は、鉱床より約1.5 kmの下流にまで達しており、影響範囲がかなりの距離まで及ぶことを示す。Co、Cr、Fe、Mn、Ni、Pb、U及びZnなどの元素の異常帯はいずれも後背地を示しており、これらの元素の異常帯からは鉱床の抽出はできない。

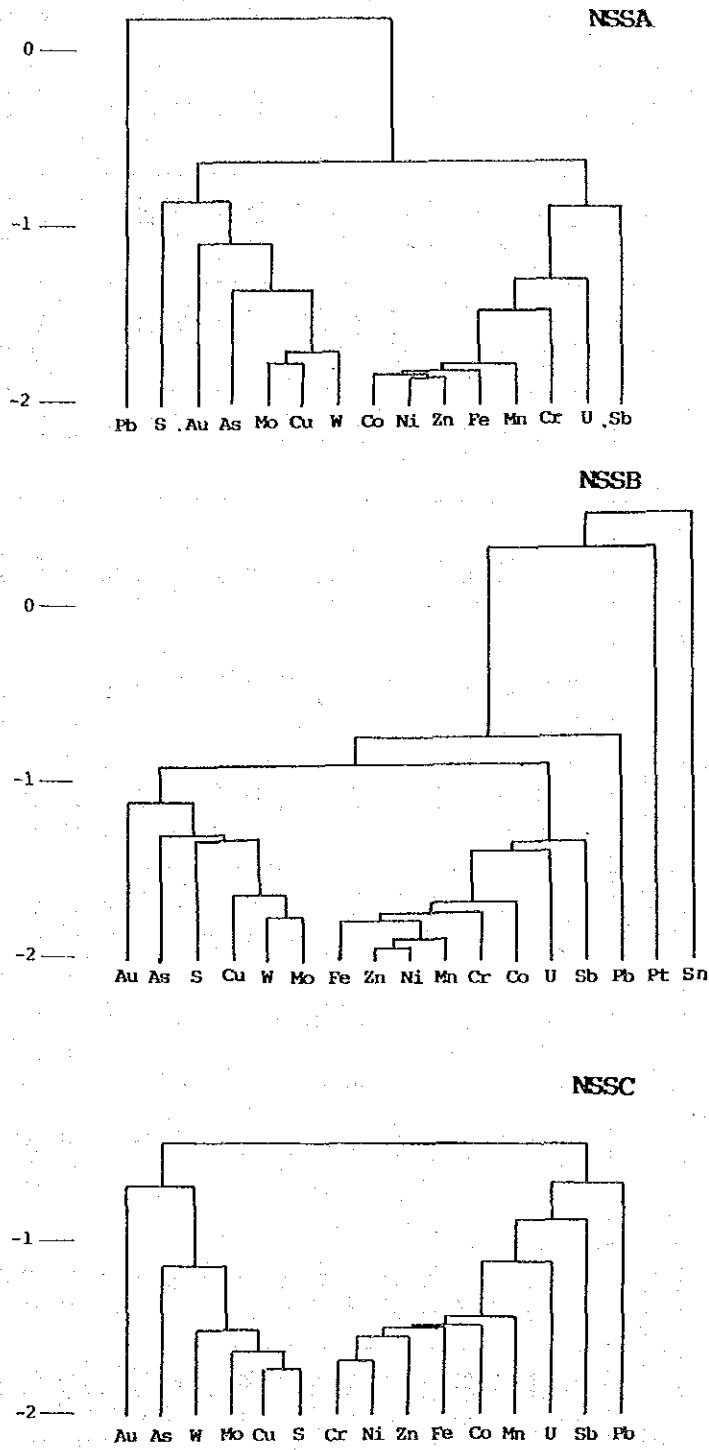
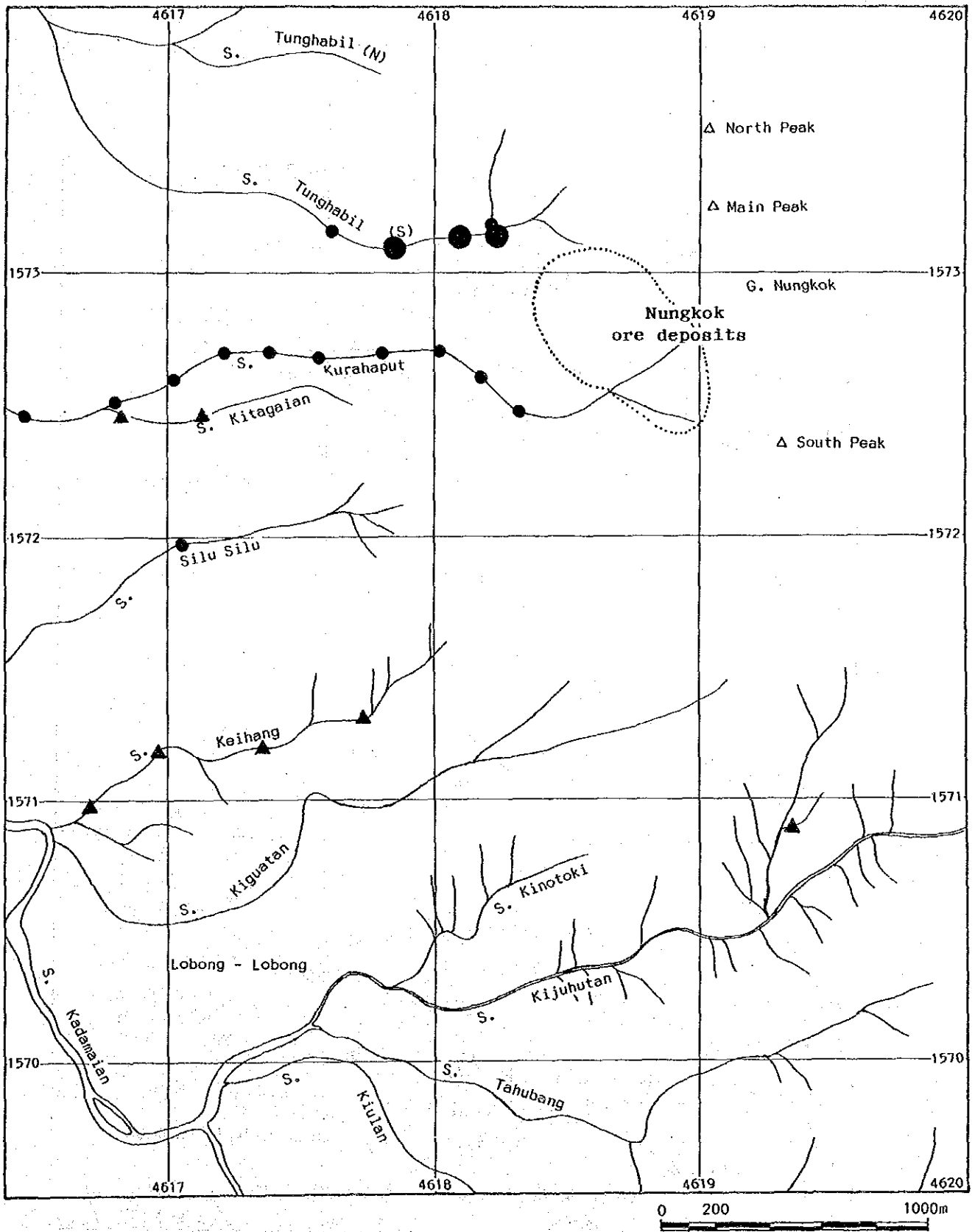


Fig. II-2-4 Dendrogram of elements for stream sediments in the Nungkok deposit area

Table II-2-6 Results of factor analyses for stream sediments in the Nungkok 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	0.217	0.755	-0.123	-0.371	0.7821	0.426	0.698	0.185	-0.279	0.7824	0.356	-0.582	-0.252	-0.364	0.7878
Au	-0.022	0.636	-0.364	-0.330	0.6490	0.077	0.606	0.027	-0.538	0.6958	0.171	-0.399	-0.009	-0.675	0.6436
Co	-0.914	-0.027	0.104	0.081	0.8557	-0.823	0.060	0.047	-0.086	0.8437	-0.864	-0.110	-0.056	0.065	0.8143
Cr	-0.769	0.063	0.086	0.090	0.7831	-0.885	-0.056	-0.079	0.133	0.8866	-0.859	0.060	0.360	-0.116	0.8373
Cu	-0.061	0.024	-0.052	-0.097	0.8698	-0.111	0.915	0.088	-0.156	0.8815	-0.168	-0.929	-0.080	-0.218	0.9456
Fe	-0.877	0.308	0.234	0.057	0.9271	-0.880	0.328	0.025	-0.041	0.9118	-0.891	-0.295	-0.026	0.023	0.9014
Mn	-0.797	-0.288	0.267	0.248	0.8788	-0.887	-0.266	-0.063	0.072	0.9208	-0.847	0.241	0.150	0.148	0.8225
Mo	0.231	0.911	-0.029	-0.066	0.8890	0.221	0.928	-0.051	0.044	0.9141	0.155	-0.947	-0.127	-0.013	0.9379
Ni	-0.886	-0.193	0.064	0.166	0.8989	-0.961	-0.005	-0.057	0.053	0.9327	-0.885	0.199	0.162	0.145	0.8885
Pb	-0.225	-0.101	0.066	0.489	0.3048	-0.536	-0.008	-0.536	0.063	0.5787	-0.498	0.065	0.583	0.023	0.5934
Pt	-	-	-	-	-	0.093	-0.264	-0.060	0.192	0.2326	-	-	-	-	-
S	-0.454	0.629	-0.155	0.165	0.6425	-0.249	0.754	0.188	0.126	0.7162	-0.112	-0.907	0.923	-0.174	0.8871
Sb	-0.462	-0.065	0.606	0.046	0.5885	-0.733	-0.138	-0.238	-0.044	0.7443	-0.716	0.104	0.111	0.024	0.5585
Sn	-	-	-	-	-	-0.108	-0.100	-0.020	0.086	0.1736	-	-	-	-	-
U	-0.617	-0.086	0.533	0.297	0.7613	-0.772	-0.056	-0.306	-0.168	0.8109	-0.729	-0.029	0.250	-0.096	0.7327
W	0.037	0.891	0.149	0.062	0.8287	-0.019	0.897	-0.248	-0.083	0.8660	0.016	-0.905	0.129	-0.012	0.8516
Zn	-0.921	-0.059	0.141	0.212	0.9205	-0.944	0.021	0.018	0.106	0.9491	-0.928	-0.034	0.100	0.094	0.8339
F.C.*1	46.8 %	35.3 %	8.7 %	6.7 %	-	51.2 %	32.7 %	4.7 %	4.2 %	-	50.7 %	34.9 %	5.8 %	6.1 %	-

*1: factor contribution



- ≥ 2.000 factor 2 factor score $2.000 > \bullet \geq 1.000$ factor 2 factor score
- ▲ ≥ 1.000 factor 1 factor score (Sample collected at edge of stream (B))

Fig. II-2-5 Distribution map of factor 1 factor score for stream sediments in the Nungkok deposit area

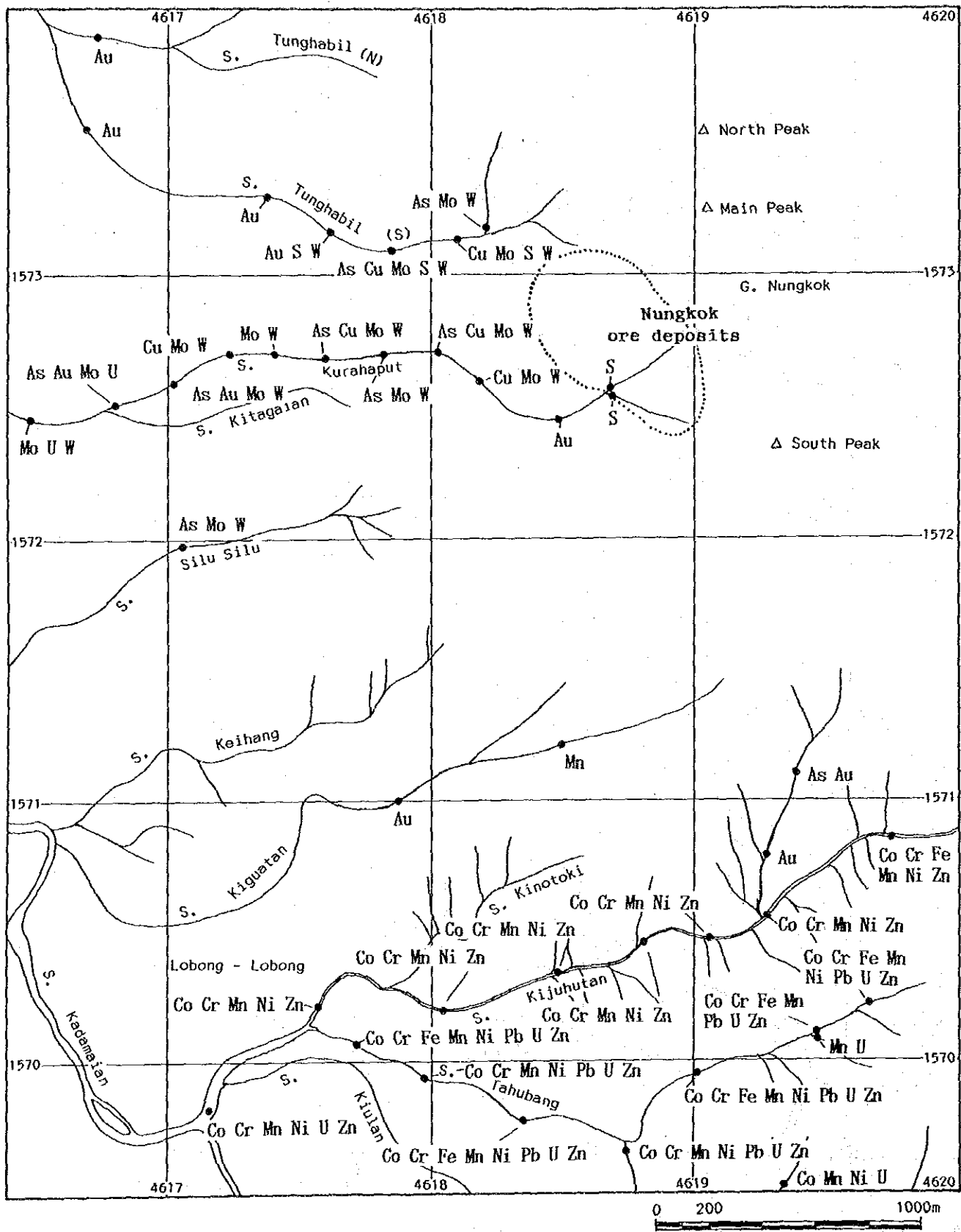


Fig. II-2-6 Interpretation map of stream sediment geochemical survey in the Nungkok deposit area

2-2-4 土 壤 地 化 学 探 査

(1) 指示元素

本地区で採取した土壌試料に対し23元素の化学分析を行った。この分析結果に対する統計解析の結果をTable II-2-7に示す。この表で明らかなように、Ag及びHgの2元素は全ての試料で検出限界以下の値を示した。更に、Mo、Pt、Sb、Sn及びWの5元素についてもその大部分の試料が検出限界以下の値を示している。

土壌試料は、各試料採取地点でA層(A)、B層の上部(B)及びB層の下部(C)より3試料を採取した。統計解析結果でこれらの3試料の幾何平均値を比較すると以下のような結果が得られる。

Aの試料が高い平均値を示す元素：Au、Cr、Cu、Mn、Na、Ni、Pb、Pt、Sb、Sn、Sr、Zn

Bの試料が高い平均値を示す元素：Co、Fe、Mo、W

Cの試料が高い平均値を示す元素：As、K、Rb、U

この結果では、A層より採取した試料が最も高い平均値を示している。但し、後述のヒストグラムでは、A層より採取した試料でかなりのバラツキが認められる。

本調査で用いた各元素間の相関マトリックスを試料別にTable II-2-8に示す。採取した試料の種類で比較すると、試料Aでの各元素間の相関は試料B及びCに比較すると良くない傾向を示している。試料B及び試料Cは、ほぼ同様の傾向を示す。試料Bで高い相関係数(0.600以上)を示す元素の組み合わせは、以下のとおり。

As - Au、As - Mo、Au - Cu、Cr - Ni、Cu - Mo、Cu - W、Fe - U、K - Rb、
Mn - Zn、Mo - W、Na - Sr

この結果では、本地区の鉱化作用と関係の深い元素間の相関が良好である傾向が読み取れる。

(2) 単変量解析

単変量の解析手法としては、河床堆積物試料と同様EDA法、Lepeltier法及び幾何平均プラス2倍の標準偏差の3手法を用いしきい値を求めた。試料別元素別のヒストグラム及び累積頻度分布図をAppendix 11に示す。更に、EDA法及びこの累積頻度分布図よりLepeltier法で求めたしきい値などの値をTable II-2-9に示す。得られた結果を手法別に見ると本地区での河床堆積物で見られた特徴と同様の特徴が認められる。試料別に各元素のヒストグラムを比較すると、試料Aは試料B及びCに比較してその分布にバラツキが認められる。このことは、地化学探査での統計処理及びしきい値の抽出には、試料BまたはCの方が有効であることを示す。

EDA法により求めたしきい値(Upper FenceまたはUpper Wisker)及びMedianの値より、しきい値以上、しきい値の値よりMedianの値まで、Medianの値以下の3区分により各元素の分布図を

Table II-2-7 Statistics of soil geochemical survey in the Nungkok deposit area

Element	Zone A (A)						Upper part of zone B (B)						Lower part of zone B (C)					
	B.D.L. (%) ^{*1}	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean ^{*2} value	S.D. ^{**}	B.D.L. (%) ^{*1}	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean ^{*2} value	S.D. ^{**}	B.D.L. (%) ^{*1}	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean ^{*2} value	S.D. ^{**}
Ag	100.0	ppm	<0.5	<0.5	—	—	100.0	ppm	<0.5	<0.5	—	100.0	ppm	<0.5	<0.5	—	—	—
As	46.3	ppm	225	< 5	8.0	0.562	36.6	ppm	220	< 5	9.8	0.572	28.0	ppm	243	< 5	11.1	0.551
Au	28.0	ppb	230	< 2	6.2	0.667	34.1	ppb	176	< 2	5.6	0.706	30.5	ppb	190	< 2	5.6	0.695
Co	3.7	ppm	33	< 1	8.7	0.360	1.2	ppm	34	< 1	9.8	0.330	4.9	ppm	38	< 1	8.7	0.403
Cr	0	ppm	1048	61	232.8	0.261	0	ppm	1028	30	112.3	0.348	0	ppm	572	36	80.9	0.245
Cu	0	ppm	2806	16	94.2	0.635	0	ppm	2730	12	89.3	0.710	0	ppm	2909	12	86.2	0.715
Fe	0	%	5.96	2.25	3.45	0.097	0	%	6.13	2.09	3.68	0.099	0	%	5.55	1.91	3.600	0.098
Hg	100.0	ppm	< 1	< 1	—	—	100.0	ppm	< 1	< 1	—	—	100.0	ppm	< 1	< 1	—	—
K	0	%	2.61	0.22	0.825	0.191	0	%	3.06	0.32	0.973	0.169	0	%	3.28	0.36	0.988	0.176
Mn	0	ppm	2179	32	489.5	0.412	0	ppm	1761	30	475.1	0.388	0	ppm	1761	36	456.1	0.419
Mo	76.8	ppm	23	< 1	0.9	0.464	63.4	ppm	28	< 1	1.1	0.515	76.8	ppm	31	< 1	0.9	0.506
Na	0	%	1.03	0.05	0.14	0.280	0	%	0.95	0.05	0.128	0.327	0	ppm	1.00	0.05	0.137	0.310
Ni	0	ppm	341	20	83.6	0.261	0	ppm	308	19	50.1	0.313	0	ppm	373	11	33.9	0.311
Pb	20.7	ppm	32	< 2	6.5	0.478	20.7	ppm	107	< 2	5.4	0.464	59.8	ppm	12	< 2	2.1	0.402
Pt	80.5	ppb	10	< 5	3.3	0.240	98.8	ppb	10	< 5	2.5	0.066	90.2	ppb	10	< 5	2.7	0.140
Rb	0	ppm	262	33	120.0	0.164	0	ppm	279	46	128.8	0.150	0	ppm	297	51	133.4	0.155
S	0	%	0.123	0.025	0.061	0.129	0	%	0.112	0.028	0.056	0.119	0	%	0.093	0.025	0.045	0.152
Sb	80.5	ppm	11	< 5	3.1	0.191	87.8	ppm	10	< 5	2.8	0.139	95.3	ppm	9	< 5	2.6	0.102
Sn	95.3	ppm	11	< 1	0.6	0.224	96.3	ppm	7	< 1	0.5	0.184	100.0	ppm	< 1	< 1	—	—
Sr	0	ppm	134	7	31.7	0.258	0	ppm	131	7	29.7	0.267	0	ppm	129	1	26.2	0.329
U	0	ppm	4.2	1.8	2.49	0.071	0	ppm	4.4	1.8	2.68	0.075	0	ppm	4.4	2.0	2.74	0.069
W	85.4	ppm	75	< 10	6.2	0.243	82.9	ppm	61	< 10	6.5	0.268	84.1	ppm	55	< 10	6.4	0.257
Zn	0	ppm	89	19	52.3	0.135	0	ppm	95	20	51.4	0.138	0	ppm	81	17	46.7	0.145

*1: below detection limit ** : geometric mean ** : standard deviation

Table II-2-8 Corelation matrix of elements for soil in the Nungkok deposit area

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Pt	Rb	S	Sb	Sn	Sr	U	W	Zn	
As	1.000																					
Au	-0.592	1.000																				
Co	-0.214	-0.037	1.000																			
Cr	-0.160	-0.030	-0.336	1.000																		
Cu	-0.394	-0.429	-0.334	-0.243	1.000																	
Fe	-0.066	-0.122	-0.077	-0.080	-0.298	1.000																
K	-0.318	-0.132	-0.116	-0.059	-0.231	-0.024	1.000															
Mn	-0.587	-0.516	-0.410	-0.556	-0.462	-0.116	-0.260	1.000														
Mo	-0.036	-0.269	-0.559	-0.272	-0.462	-0.407	-0.655	-0.178	1.000													
Na	-0.130	-0.034	-0.465	-0.319	-0.243	-0.053	-0.284	-0.033	-0.355	1.000												
Ni	-0.135	-0.465	-0.117	-0.319	-0.243	-0.053	-0.284	-0.033	-0.355	-0.303	1.000											
Pb	-0.016	-0.030	-0.054	-0.100	-0.232	-0.089	-0.143	-0.137	-0.185	-0.039	-0.039	1.000										
Pt	-0.239	-0.257	-0.447	-0.250	-0.315	-0.294	-0.428	-0.352	-0.353	-0.134	-0.077	-0.185	1.000									
Rb	-0.214	-0.299	-0.112	-0.149	-0.362	-0.185	-0.054	-0.003	-0.290	-0.311	-0.143	-0.090	-0.151	-0.244	1.000							
S	-0.080	-0.081	-0.268	-0.217	-0.059	-0.305	-0.180	-0.221	-0.050	-0.399	-0.259	-0.141	-0.074	-0.057	-0.435	1.000						
Sb	-0.051	-0.045	-0.194	-0.150	-0.140	-0.046	-0.050	-0.094	-0.097	-0.109	-0.179	-0.088	-0.093	-0.097	-0.074	-0.005	1.000					
Sn	-0.081	-0.059	-0.564	-0.154	-0.298	-0.139	-0.560	-0.543	-0.120	-0.758	-0.253	-0.080	-0.136	-0.209	-0.348	-0.450	-0.065	1.000				
Sr	-0.032	-0.029	-0.127	-0.181	-0.091	-0.581	-0.262	-0.011	-0.131	-0.284	-0.237	-0.052	-0.042	-0.186	-0.074	-0.067	-0.074	-0.000	1.000			
U	-0.592	-0.430	-0.205	-0.103	-0.598	-0.050	-0.241	-0.355	-0.654	-0.074	-0.048	-0.061	-0.100	-0.598	-0.211	-0.101	-0.073	-0.033	-0.037	1.000		
W	-0.411	-0.199	-0.536	-0.241	-0.155	-0.550	-0.635	-0.509	-0.294	-0.455	-0.332	-0.261	-0.029	-0.632	-0.027	-0.176	-0.002	-0.477	-0.119	-0.312	1.000	
Zn																						

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Pt	Rb	S	Sb	Sn	Sr	U	W	Zn	
As	1.000																					
Au	-0.793	1.000																				
Co	-0.231	-0.008	1.000																			
Cr	-0.005	-0.113	-0.559	1.000																		
Cu	-0.544	-0.734	-0.093	-0.286	1.000																	
Fe	-0.112	-0.239	-0.324	-0.318	-0.188	1.000																
K	-0.030	-0.098	-0.576	-0.117	-0.180	-0.481	1.000															
Mn	-0.473	-0.362	-0.735	-0.115	-0.272	-0.221	-0.339	1.000														
Mo	-0.600	-0.557	-0.129	-0.056	-0.743	-0.060	-0.053	-0.301	1.000													
Na	-0.077	-0.302	-0.532	-0.365	-0.591	-0.554	-0.579	-0.217	-0.185	1.000												
Ni	-0.141	-0.918	-0.320	-0.878	-0.109	-0.502	-0.228	-0.262	-0.330	-0.442	1.000											
Pb	-0.383	-0.423	-0.207	-0.088	-0.487	-0.074	-0.087	-0.433	-0.258	-0.052	-0.270	1.000										
Pt	-0.116	-0.024	-0.930	-0.159	-0.127	-0.130	-0.164	-0.045	-0.070	-0.039	-0.084	-0.188	1.000									
Rb	-0.709	-0.267	-0.157	-0.028	-0.470	-0.472	-0.707	-0.472	-0.502	-0.840	-0.189	-0.084	-0.130	1.000								
S	-0.143	-0.381	-0.152	-0.352	-0.488	-0.057	-0.025	-0.061	-0.242	-0.369	-0.214	-0.213	-0.170	-0.272	1.000							
Sb	-0.019	-0.135	-0.135	-0.223	-0.232	-0.224	-0.127	-0.093	-0.149	-0.335	-0.043	-0.044	-0.051	-0.262	-0.051	1.000						
Sn	-0.623	-0.078	-0.092	-0.009	-0.038	-0.242	-0.034	-0.034	-0.133	-0.033	-0.043	-0.044	-0.021	-0.882	-0.037	-0.088	1.000					
Sr	-0.189	-0.056	-0.547	-0.216	-0.410	-0.132	-0.356	-0.451	-0.192	-0.788	-0.300	-0.048	-0.039	-0.015	-0.502	-0.458	-0.056	1.000				
U	-0.042	-0.146	-0.193	-0.155	-0.056	-0.655	-0.337	-0.021	-0.129	-0.244	-0.289	-0.068	-0.028	-0.365	-0.014	-0.088	-0.170	-0.131	1.000			
W	-0.583	-0.507	-0.207	-0.103	-0.580	-0.085	-0.121	-0.394	-0.635	-0.156	-0.044	-0.236	-0.047	-0.542	-0.218	-0.105	-0.080	-0.112	-0.112	1.000		
Zn	-0.454	-0.374	-0.512	-0.189	-0.244	-0.196	-0.454	-0.612	-0.238	-0.345	-0.396	-0.511	-0.039	-0.491	-0.096	-0.087	-0.042	-0.417	-0.172	-0.321	1.000	

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Pt	Rb	S	Sb	Sn	Sr	U	W	Zn	
As	1.000																					
Au	-0.692	1.000																				
Co	-0.153	-0.004	1.000																			
Cr	-0.293	-0.141	-0.464	1.000																		
Cu	-0.510	-0.748	-0.043	-0.069	1.000																	
Fe	-0.125	-0.273	-0.409	-0.576	-0.184	1.000																
K	-0.029	-0.166	-0.597	-0.267	-0.213	-0.531	1.000															
Mn	-0.370	-0.345	-0.741	-0.229	-0.315	-0.410	-0.344	1.000														
Mo	-0.641	-0.533	-0.132	-0.187	-0.738	-0.10	-0.111	-0.203	1.000													
Na	-0.009	-0.277	-0.493	-0.483	-0.526	-0.389	-0.586	-0.172	-0.226	1.000												
Ni	-0.255	-0.057	-0.500	-0.521	-0.025	-0.660	-0.401	-0.334	-0.190	-0.383	1.000											
Pb	-0.216	-0.413	-0.181	-0.187	-0.501	-0.103	-0.014	-0.438	-0.101	-0.068	-0.199	1.000										
Pt	-0.021	-0.014	-0.667	-0.114	-0.544	-0.065	-0.137	-0.028	-0.130	-0.188	-0.101	-0.068	1.000									
Rb	-0.155	-0.280	-0.517	-0.283	-0.378	-0.504	-0.751	-0.467	-0.424	-0.094	-0.394	-0.128	-0.192	1.000								
S	-0.332	-0.456	-0.553	-0.135	-0.625	-0.042	-0.007	-0.062	-0.473	-0.293	-0.118	-0.052	-0.191	-0.366	1.000							
Sb	-0.044	-0.052	-0.071	-0.138	-0.134	-0.147	-0.081	-0.025	-0.087	-0.276	-0.162	-0.061	-0.050	-0.005	-0.072	1.000						
Sr	-0.048	-0.175	-0.482	-0.369	-0.419	-0.203	-0.394	-0.223	-0.729	-0.352	-0.058	-0.288	-0.028	-0.050	-0.299	-0.254	1.000					
U	-0.011	-0.144	-0.233	-0.443	-0.057	-0.617	-0.348	-0.029	-0.102	-0.212	-0.489	-0.068	-0.068	-0.386	-0.132	-0.112	-0.070	1.000				
W	-0.593	-0.488	-0.202	-0.128	-0.654	-0.12	-0.101	-0.365	-0.817	-0.177	-0.149	-0.125	-0.106	-0.480	-0.389	-0.092	-0.136	-0.010	1.000			
Zn	-0.313	-0.313	-0.660	-0.381	-0.232	-0.176	-0.530	-0.753	-0.261	-0.331	-0.443	-0.351	-0.027	-0.557	-0.086	-0.066	-0.336	-0.028	-0.318	-0.028	1.000	

Table II-2-9 Threshold values obtained by each analytical method for soil geochemical survey in the Nungkok deposit area

Unit	Zone A (A)						Upper part of zone B (B)						Lower part of zone B (C)						
	E.D.A. method			Lepeltier method			E.D.A. method			Lepeltier method			E.D.A. method			Lepeltier method			
	Median	Upper Whisker	Upper Fence	B.G.*1 value	T.H.**2 value	%	Median	Upper Whisker	Upper Fence	B.G.*1 value	T.H.**2 value	%	Median	Upper Whisker	Upper Fence	B.G.*1 value	T.H.**2 value	%	
Ag ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As ppm	6.0	30.0	47.5	6	125	2.5	9.0	36.0	55.0	9	120	2.5	10.0	37.0	52.5	10	98	4.0	138.9
Au ppb	4.0	34.0	52.0	6	78	5.5	4.0	34.0	52.0	6	72	6.5	4.0	30.0	62.0	6	83	5.5	136.7
Co ppm	10.0	16.0	24.5	9	30	2.5	11.0	18.0	28.5	11	30	2.5	10.0	17.0	24.5	10	17	19.5	55.4
Cr ppm	201.5	388.0	602.0	200	345	27.0	86.0	274.0	459.0	150	480	2.5	68.5	105.0	133.0	71	185	13.0	249.6
Cu ppm	54.5	513.0	581.5	58	250	27.0	52.0	681.0	574.0	58	320	25.0	41.0	650.0	611.5	48	305	25.0	2316.4
Fe %	3.44	4.15	5.72	3.4	5.5	2.5	3.73	4.32	5.88	3.8	5.8	2.5	3.52	4.54	5.51	3.7	5.7	2.5	5.66
Hg ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K %	0.84	1.17	1.62	0.86	1.50	8.0	0.95	1.34	2.05	1.0	1.7	10.0	0.95	1.35	2.06	1.0	1.5	15.0	2.24
Mn ppm	598.0	1062.0	2080.5	590	1900	2.5	603.5	1021.0	2068.0	610	1500	2.5	583.0	1016.0	1995.5	585	1150	9.0	3136.8
Mo ppm	1.0	2.0	1.0	< 1	11	4.0	1.0	3.0	3.5	< 1	8	10.0	1.0	3.0	1.0	1	12	5.0	9.3
Na %	0.12	0.25	0.43	0.13	0.57	2.5	0.10	0.27	0.47	0.10	0.62	2.5	0.11	0.28	0.43	0.12	0.55	2.5	0.57
Ni ppm	73.0	138.0	243.5	79	240	6.5	43.0	99.0	162.0	43	210	5.5	28.5	42.0	64.5	31	102	10.5	142.2
Pb ppm	9.0	16.0	33.0	9	24	7.0	6.5	13.0	25.5	7	26	3.0	2.0	6.0	9.5	1	12	2.5	13.1
Pt ppb	5.0	5.0	5.0	-	-	-	5.0	5.0	5.0	-	-	-	5.0	5.0	5.0	-	-	-	5.2
Rb ppm	120.5	165.0	241.5	118	240	2.5	133.5	175.0	253.0	130	250	2.5	133.5	182.0	254.5	135	270	2.5	272.9
S %	0.060	0.079	0.109	0.06	0.11	2.5	0.053	0.069	0.095	0.06	0.10	2.5	0.045	0.063	0.102	0.04	0.09	2.5	0.090
Sb ppm	5.0	5.0	5.0	1	10	2.5	5.0	5.0	5.0	1	9	2.5	5.0	5.0	5.0	2	9	2.5	4.2
Sn ppm	1.0	1.0	1.0	< 1	10	2.5	1.0	1.0	1.0	< 1	6	2.5	-	-	84.5	-	-	-	-
Sr ppm	31.5	51.0	83.0	32	97	2.5	29.0	52.0	82.5	30	103	2.5	28.0	49.0	84.5	28	79	2.5	114.4
U ppm	2.40	2.80	3.7	2.6	3.7	2.5	2.60	3.00	3.40	2.7	4.1	2.5	2.80	3.00	3.90	2.8	3.1	16.0	3.76
W ppm	10.0	10.0	10.0	2	88	2.5	10.0	10.0	10.0	3	58	2.5	10.0	10.0	10.0	3	35	3.5	20.9
Zn ppm	52.5	70.0	100.5	54	83	2.5	53.0	68.0	97.0	51	81	5.0	48.0	63.0	88.0	48	75	2.5	91.2

*1: Background **2: Threshold

作成した。この分布図をAppendix 12 に示す。この分布図の作成に使用した試料は、B層の上半部より採取した試料Bである。この分布図より読み取れる各元素の分布の特徴は、以下のとおりである。

As: ヌンコック鉱床周辺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を示す。

Au: 異常帯は、ヌンコック鉱床及びそれを取り巻く珪化帯の周辺部に分布する傾向を示しており、鉱床との密接な関係が推定される。

Co: 異常帯は、調査地区の南部に主として分布するが、ヌンコック鉱床周辺においても比較的高い濃度の分布が認められる。

Cr: Coと同様の分布傾向を示し、異常帯は地区の北西部で見られる。

Cu: 異常帯は、ヌンコック鉱床周辺に集中しており鉱床との密接な関係を示す。また、捕捉された異常帯は、ヌンコック鉱床を取り巻く珪化帯の外側 1.0 km まで及んでいる。

Fe: 調査地区全域に高濃度帯が見られ、明瞭な傾向は認められない。

K: 調査地区南部及びヌンコック鉱床近傍で異常帯及び高濃度帯が抽出されている。鉱床地区の高濃度帯は鉱化作用による Kの富化を、また南部のものはその地質との関係が推定される。

Mn: 高濃度帯は、西部より南部にかけて分布しており、鉱床近傍では特徴的にMedian値以下の低い値を示している。

Mo: 異常帯はヌンコック鉱床近傍に集中しており、鉱床との密接な関係を示す。また、異常帯は、ヌンコック鉱床を取り巻く珪化帯の外側 1.0 km まで捕捉されている。

Na: 異常帯及び高濃度帯は、ヌンコック鉱床周辺及び南東部で見られる。この分布より判断すると鉱床との関連も推定される。

Ni: 地区の南部に異常帯が認められる。ヌンコック鉱床及びその近傍では、特徴的に低濃度を示す。

Pb: 鉱床地区では、低い濃度を示す特徴が認められるが、高濃度帯の分布傾向は明瞭ではない。

Rb: 異常帯及び高濃度帯は、主として南東部に分布する。この分布の傾向は、地質を反映している可能性が推定されるがはっきりしない。

S: ヌンコック鉱床周辺に異常帯が主として見られ、鉱床との関連性を示唆している。

Sr: ヌンコック鉱床及び地区の南部に異常帯及び高濃度帯が分布する。鉱床の周辺部では低い濃度を示す特徴が見られる。

U: 異常帯は地区の南東部に主として分布する。鉱床との関係は不明瞭である。

Zn: 調査地区全域で高濃度帯が見られるが、Srと同様ヌンコック鉱床の周辺部では低い濃度を示す特徴が認められる。

以上の結果を総合すると、少なくともAs、Au、Cu、Mo及びSの5元素は指示元素として有効であることを示している。Co、K、Na、Sr及びZnの5元素も指示元素として使用できる可能性が考えられる。Mn、Ni及びPbの3元素は鉱化帯と負の関係を示しており、これら3元素も指示元素として有効である可能性が推定される。

(3) 多変量解析

本調査では、河床堆積物試料と同様多変量解析を行った。本調査で採用した多変量解析の手法は、クラスター分析及び因子分析である。クラスター分析の結果をFig. II-2-7に、また因子分析の結果をTable II-2-10にそれぞれ示す。

クラスター分析の結果では、試料BでAs-Au-Cu-Mo-Wのクラスターが、試料CではAs-Au-Cu-Mo-S-Wのクラスターが抽出されており、これらの元素の組み合わせが鉱化作用と関係するクラスターと考えられる。この様な元素の組み合わせは、河床堆積物に対して行ったクラスター分析の結果でも得られている。このクラスター分析の結果によれば、As、Au、Cu、Mo、S及びWの6元素が指示元素として使えることを示している。これ以外クラスターとしては、Co-Mn-Zn及びCr-Niがいずれの試料からも抽出されており、これらの元素が密接な関係にあることを示している。

試料A、B及びCに対する因子分析の結果では、Table II-2-10で見られるように、試料Bが全体的に見てより高い共通性を示しており、さらに各因子と各元素との間でもより強い関係が認められる。この様に因子分析の結果より判断すると、試料Bが他の試料よりも有効であることを示している。試料Bでの各因子とその因子と深い関係を示す元素の組み合わせは、以下のとおりである。

第1因子：As-Au-Cu-Mo-W

第2因子：Na-Sb-Sr

第3因子：Fe-Rb-U

第4因子：Cr-Ni

これらの各因子のうち第4因子と元素とは負の関係にある。第1因子に関係する元素は、ヌンコック鉱床の鉱化作用の特徴を示す元素を含んでいるので、この第1因子が本地区での鉱化作用を示す因子と推定される。

第1因子に対する高因子得点の分布をFig. II-2-8に示す。この図で見られる様に高因子得点を示す試料は、Kurahaput川及びTunghabil川に沿った区域で見られ鉱化帯との関連を明瞭に示している。この因子分析の結果によればこの解析手法が有効であることを示している。さらに、この結果では、第1因子に関係付けられる元素がいずれも有効な指示元素であることを明らかにし

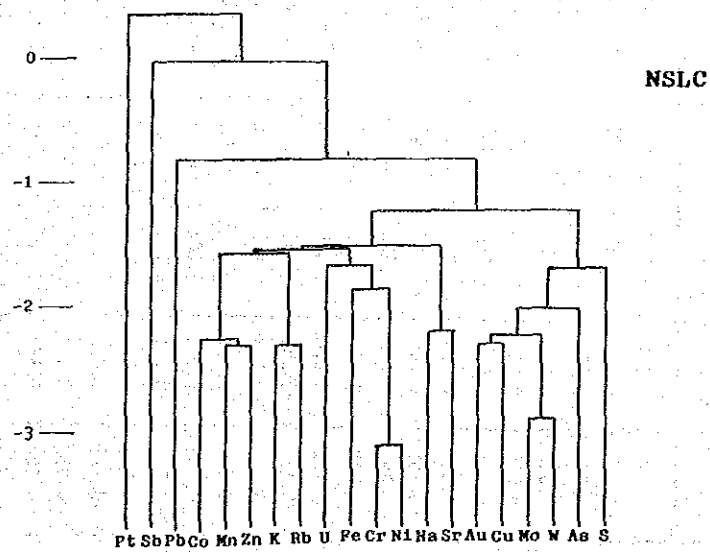
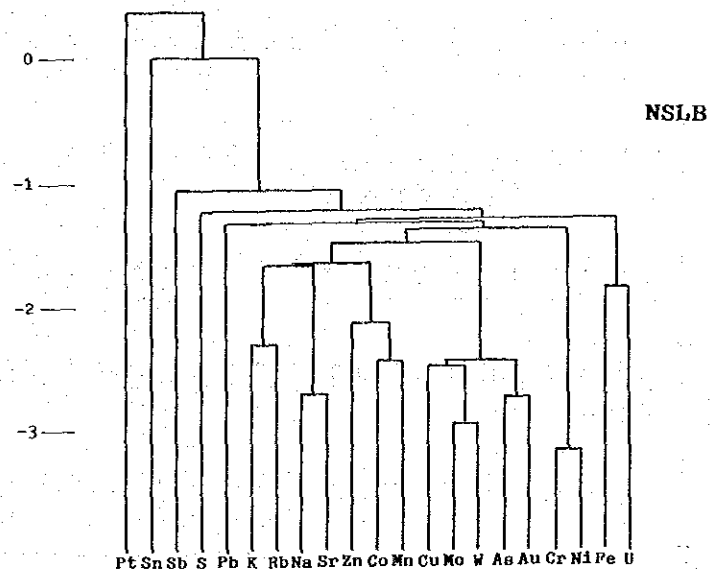
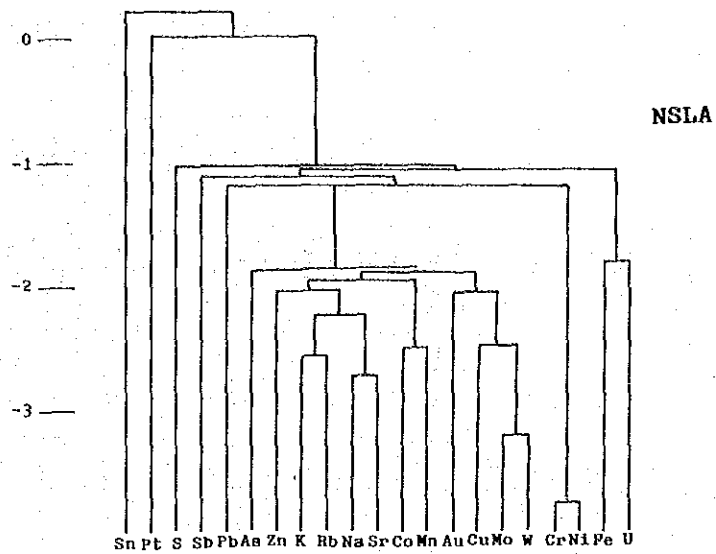
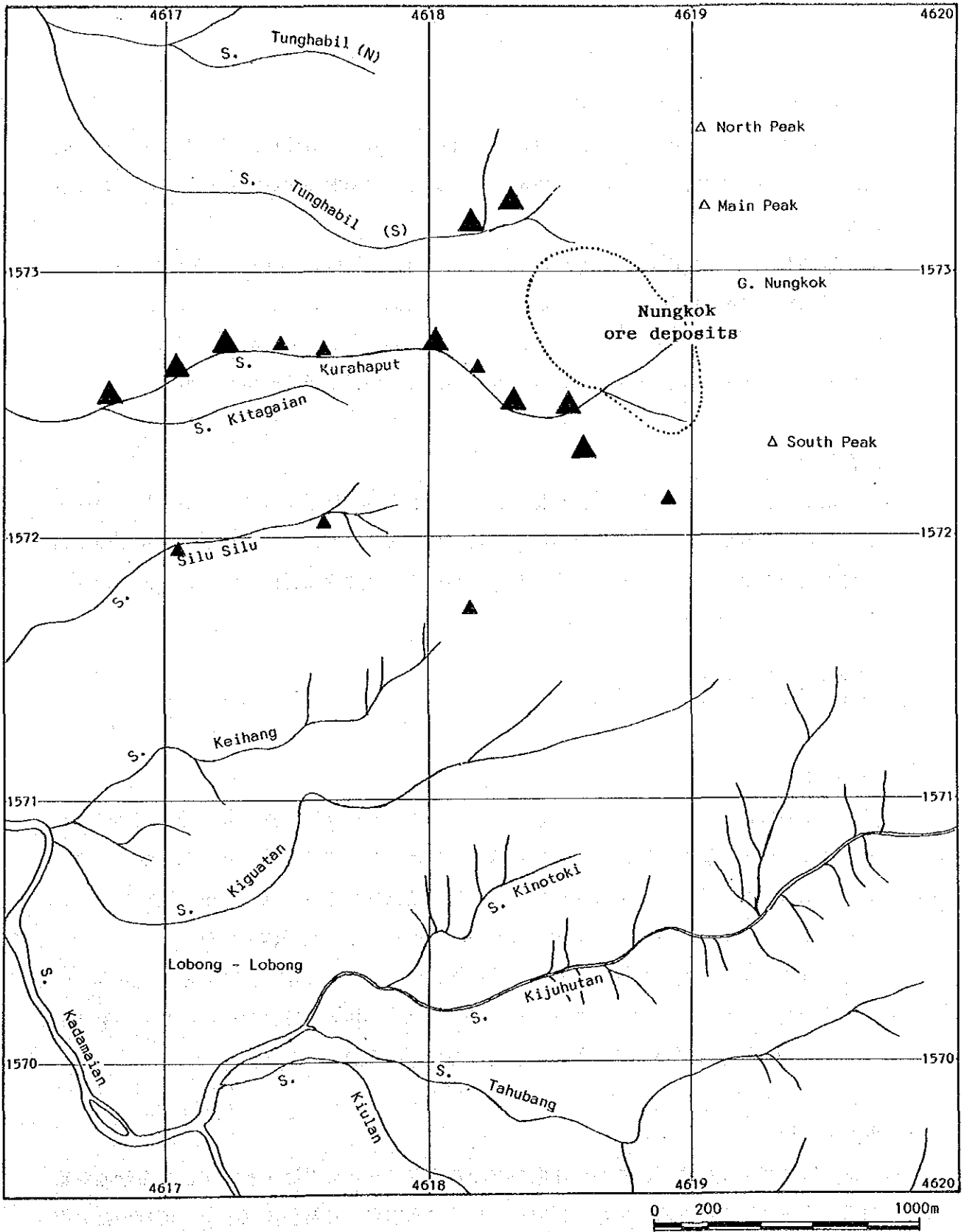


Fig. II-2-7 Dendrogram of elements for soil in the Nungkok deposit area

Table II-2-10 Results of factor analyses for soil in the Nungkok 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	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Communality		
As	0.156	0.697	0.243	-0.137	0.5934	0.794	-0.210	0.159	0.063	0.7869	0.188	0.678	-0.129	0.068	0.6949
Au	-0.047	0.633	0.037	-0.155	0.8420	0.742	0.054	0.268	-0.017	0.8182	0.284	0.486	-0.142	-0.360	0.7944
Co	-0.757	-0.076	-0.842	-0.014	0.7183	-0.070	0.224	0.175	-0.249	0.7850	-0.735	-0.071	-0.220	-0.319	0.7896
Cr	-0.958	0.042	-0.888	-0.242	0.9405	0.072	0.146	0.072	-0.904	0.8910	-0.223	-0.141	0.046	-0.365	0.9078
Cu	-0.920	0.706	-0.296	-0.039	0.7806	0.730	0.414	-0.014	-0.092	0.8506	0.169	0.593	0.071	-0.030	0.8524
Fe	-0.201	0.107	-0.189	-0.731	0.6429	0.065	0.109	0.765	-0.250	0.7206	-0.043	0.111	-0.446	-0.685	0.7195
K	-0.815	0.013	0.043	-0.360	0.8041	0.861	0.216	0.392	0.095	0.8029	-0.377	0.076	-0.712	-0.190	0.8291
Mn	-0.758	-0.267	-0.024	0.205	0.7106	-0.339	0.136	-0.061	-0.101	0.8061	-0.861	-0.246	-0.067	-0.307	0.8089
Mo	0.094	0.895	-0.075	0.171	0.8672	0.862	0.199	-0.206	-0.047	0.8432	0.091	0.894	0.165	0.094	0.9006
Na	-0.617	0.201	-0.213	-0.210	0.7772	0.191	0.730	0.194	-0.163	0.8218	-0.205	0.119	-0.154	-0.272	0.7946
Ni	-0.193	0.026	-0.885	-0.276	0.9576	-0.038	0.218	0.259	-0.856	0.9106	-0.318	-0.129	-0.081	-0.855	0.9341
Pb	-0.118	-0.152	-0.185	0.105	0.4998	-0.300	-0.022	-0.007	-0.182	0.5073	-0.533	-0.030	0.215	-0.070	0.4253
Pt	-0.056	-0.163	0.089	0.099	0.1233	-0.043	-0.022	0.008	0.114	0.1708	0.064	-0.113	-0.229	-0.080	0.0808
Rb	-0.655	-0.417	0.161	-0.335	0.8446	-0.354	-0.207	0.457	0.053	0.8351	-0.416	-0.227	-0.741	-0.245	0.8549
S	-0.012	0.255	-0.023	-0.062	0.4433	0.207	0.321	-0.093	-0.295	0.4539	-0.148	0.349	0.292	0.110	0.6106
Sb	-0.173	-0.111	-0.078	-0.181	0.4875	0.069	0.539	0.146	-0.168	0.8471	0.078	0.030	-0.039	-0.106	0.1557
Sn	0.073	-0.027	0.290	-0.209	0.1554	-0.082	0.033	0.305	-0.001	0.1466	-	-	-	-	-
Sr	-0.583	0.096	-0.071	0.071	0.7866	0.088	0.791	-0.004	-0.044	0.8342	-0.381	0.121	-0.026	-0.070	0.7279
U	-0.051	-0.078	-0.079	-0.668	0.4892	0.000	0.116	0.757	-0.074	0.5997	0.087	0.016	-0.363	-0.616	0.5210
W	0.222	0.864	-0.101	0.090	0.8339	0.824	0.181	-0.195	-0.058	0.8075	0.185	0.883	0.207	-0.002	0.8751
Zn	-0.705	-0.248	-0.133	-0.131	0.6888	-0.316	0.248	0.045	-0.137	0.6653	-0.789	-0.170	-0.224	-0.106	0.7520
F.C.*1	27.7 %	25.0 %	15.4 %	12.0 %	-	25.6 %	15.0 %	13.7 %	7.5 %	-	21.9 %	21.3 %	13.0 %	19.0 %	-

*1: factor contribution



▲ ≥ 1.500 factor 1 factor score $1.500 \geq$ ▲ ≥ 0.800 factor 1 factor score

Fig. II-2-8 Distribution map of factor 1 factor score for soil in the Nungkok deposit area

ている。

(4) 河床堆積物試料と土壌試料との関係

試料採取地点番号 1~63の試料については、河床堆積物試料の採取地点近傍で土壌試料を採取した。これら両試料の関係を明らかにするため、各元素ごとに相関係数を求めた。この結果は以下のとおり。

As: 0.662	Au: 0.327	Co: 0.330	Cr: 0.157	Cu: 0.769	Fe: 0.548
Mn: 0.338	Mo: 0.635	Ni: 0.549	Pb: 0.252	Pt: -0.041	S: 0.386
Sb: 0.307	Sn: -0.031	U: 0.442	W: 0.569	Zn: 0.528	

この結果では、鉱床と直接関係する As、Cu 及び Mo などの元素が強い相関を示す。

(5) 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-2-9に示す。この図から明らかのように抽出された異常帯は、ヌンコック鉱床周辺に集中しており、As、Au、Cu及び Mo などの元素が鉱床との密接な関係を示す。また、抽出されたこれらの元素の異常帯は、鉱床の西方 1.5 km まで及んでおり広い影響範囲を示す。

2-2-5 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33元素の化学分析を行った。分析結果 (Appendix 8)に対する統計処理の結果をTable II-2-11 に示す。分析の結果では、Ag、Ge、Pt、Re及び Ta の各元素の大部分が検出限界以下の値を示した。分析の結果を河床堆積物の結果と比較すると、Mn及びNiを除くと各元素ともパンニング試料の方が高濃度を示す傾向が認められる。

本調査で分析した各元素間の相関マトリックスをTable II-2-12 に示す。この結果ではCo、Cr La、Mn、Ni、Th及び Yが互いに強い相関を示す。また、鉱化作用との関係が推定される As、Cu、Mo、S、Se 及び Wの6元素についても互いに強い相関が認められる。

(2) 単変量解析

採取した試料数が少ないこと、試料の採取の際のパラッキなどの問題があるが、分布傾向と鉱床との関係を明らかにするため、本試料に対してもE D A法による解析を試みた。解析の結果得られた数値をTable II-2-11 に示す。また、これにより抽出された、異常値を示す試料の分布をFig. II-2-10 に示す。この結果では、ヌンコック鉱床の近傍でAu、Cu、Mo、S、Se 及び Wなどの

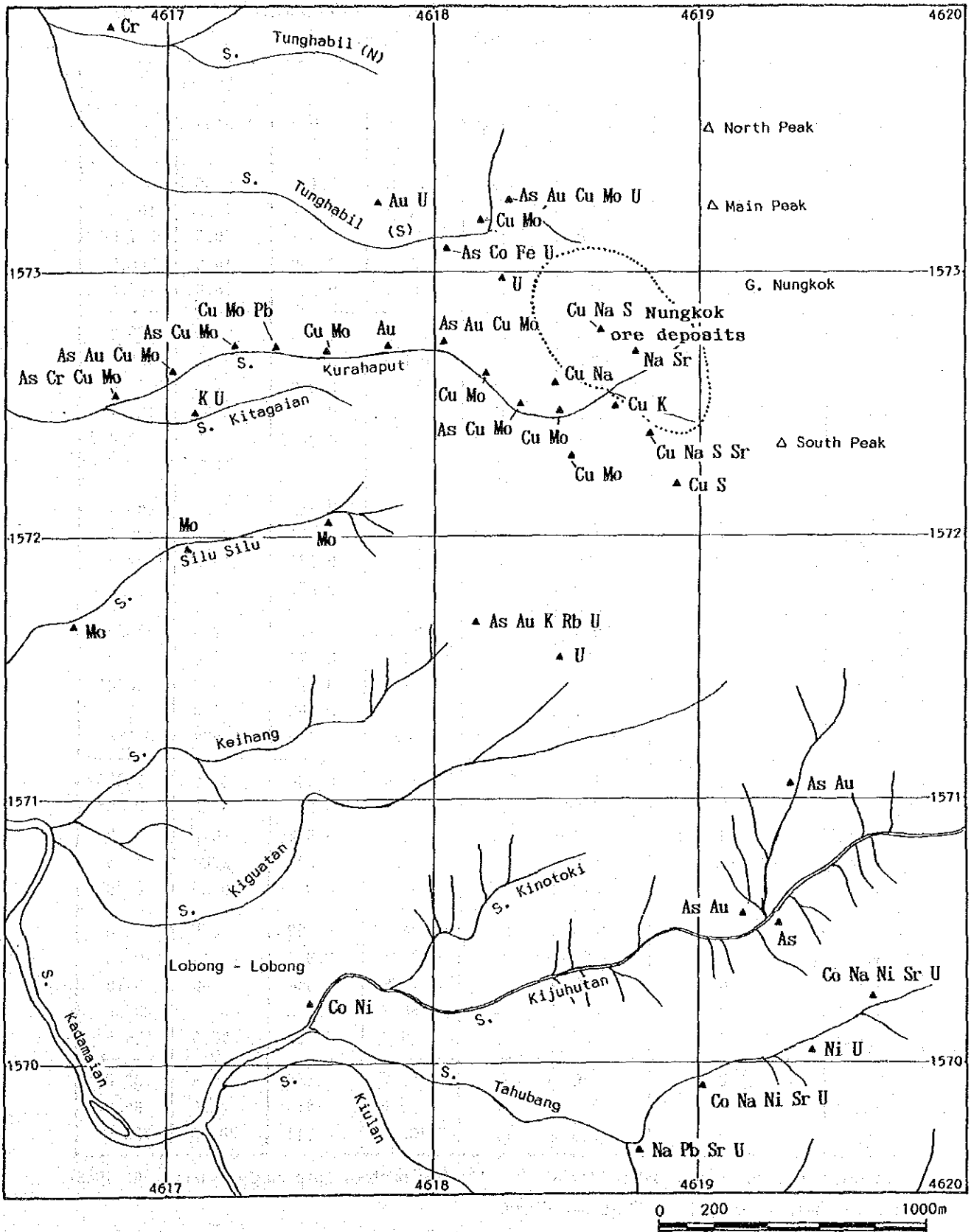


Fig. II-2-9 Interpretation map of soil geochemical survey in the Nungkok deposit area

Table II-2-11 Statistics and thresholds of pan concentrate geochemical survey in the Nungkok deposit area

Statistics						EDA method ^{*3}	
Element	Below detection limit (%)	Maximum value	Minimum value	Mean ^{*1} value	S.D. ^{*2}	Median	Upper Fence
Ag (ppm)	88	1.0	< 0.5	0.28	0.135	0.50	0.50
As (ppm)	0	170	1	13.0	0.652	18.0	104.0
Au (ppb)	19	1000	< 2	17.4	0.941	20.0	297.0
Ba (ppm)	0	610	20	109.7	0.330	110.0	360.0
Ce (ppm)	0	800	24	87.5	0.381	76.0	204.0
Co (ppm)	0	95	1	7.0	0.583	5.0	20.5
Cr (ppm)	0 (13 % ^{*4})	> 10000	127	480.0	0.731	196.0	1498.5
Cu (ppm)	0	1900	1	66.1	0.950	57.5	1054.0
Fe (%)	0	20.10	0.46	2.65	0.500	1.98	13.22
Ga (ppm)	0	12	1	3.9	0.327	4.0	9.0 ^{*5}
Ge (ppm)	100	< 5	< 5	—	—	—	—
Hg (ppb)	0	820	20	51.1	0.365	40.0	105.0
La (ppm)	0	416	15	43.3	0.371	35.0	99.0
Mn (ppm)	0	2950	45	225.2	0.573	140.0	1692.5
Mo (ppm)	41	19	< 1	1.6	0.551	1.0	11.0
Ni (ppm)	0	1070	3	21.6	0.871	7.5	112.5
Pb (ppm)	0	206	2	9.9	0.479	9.0	34.0
Pt (ppb)	72	60	< 5	4.9	0.511	5.0	30.0 ^{*5}
Re (ppm)	69	4	< 1	0.8	0.303	1.0	3.5
S (%)	0	0.398	0.016	0.048	0.419	0.039	0.178
Sb (ppm)	13	1.8	< 0.2	0.50	0.400	0.60	1.20 ^{*5}
Se (ppm)	75	4.2	< 0.2	0.19	0.521	0.20	0.80 ^{*5}
Sn (ppm)	0	3	2	2.1	0.052	2.0	2.0
Ta (ppm)	88	8.0	< 2.0	1.23	0.247	2.00	2.00
Te (ppm)	0	1.70	0.10	0.21	0.339	0.25	0.48
Th (ppm)	0	146.0	2.0	8.2	0.450	6.0	24.0
Ti (%)	0	1.56	0.08	0.21	0.354	0.16	0.52
U (ppm)	0	16.2	0.6	1.99	0.356	1.60	3.70
V (ppm)	0	631	10	56.2	0.548	52.5	290.5
W (ppm)	6	525	< 2	19.6	0.794	16.5	156.5
Y (ppm)	0	49	5	11.3	0.284	9.5	32.0
Zn (ppm)	0	376	8	34.5	0.515	21.0	69.0
Zr (ppm)	0	3880	165	359.1	0.311	302.5	702.5

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

*⁴: above detection limit *⁵: Upper Wisker

Table II-2-12 Coorelation matrix of elements for pan concentrates in the Nungkok deposit area

	Ag	As	Au	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	Hg	La	Mn	Mo	Ni	Pb	Pt	Re	S	Sb	Se	Sn	Ta	Te	Th	Ti	U	Y	W	Y	Zn	Zr			
Ag	1.000																																		
As	.203	1.000																																	
Au	.185	.639	1.000																																
Ba	.227	.465	.065	1.000																															
Ce	.729	.371	.291	.495	1.000																														
Co	.618	.493	.411	.528	.813	1.000																													
Cr	.645	.169	.150	.343	.773	.902	1.000																												
Cu	.263	.812	.472	.480	.385	.304	-.011	1.000																											
Fe	.606	.554	.462	.479	.837	.949	.848	.396	1.000																										
Ga	.451	.477	.374	.626	.738	.737	.649	.415	.784	1.000																									
Hg	-.238	.037	.188	-.023	.161	-.001	-.025	.058	.150	.233	1.000																								
La	.770	.361	.299	.468	.977	.788	.746	.424	.827	.706	.178	1.000																							
Mn	.626	.200	.206	.492	.193	.902	.903	.085	.860	.682	.050	.789	1.000																						
Mo	.405	.651	.432	.349	.607	.513	.295	.762	.645	.520	.069	.637	.345	1.000																					
Ni	.650	.251	.173	.413	.772	.921	.987	.057	.867	.706	-.049	.749	.912	.336	1.000																				
Pb	.715	.356	.228	.433	.632	.700	.631	.321	.673	.412	-.313	.679	.720	.441	.659	1.000																			
Pt	.597	.266	.081	.425	.666	.821	.882	.140	.725	.565	-.273	.626	.736	.267	.883	.628	1.000																		
Re	.199	.198	-.057	.607	.369	.574	.587	-.038	.454	.563	-.082	.340	.597	-.041	.647	.384	.548	1.000																	
S	.274	.803	.535	.526	.488	.525	.225	.804	.608	.554	.290	.515	.334	.733	.277	.292	.236	.157	1.000																
Sb	.033	.881	.616	.449	.292	.509	.209	.617	.559	.440	.151	.242	.234	.439	.266	.315	.300	.218	.669	1.000															
Se	-.192	.569	.307	.152	.043	-.047	-.330	.679	.110	.136	.285	.062	-.237	.691	-.285	-.140	-.314	-.271	.671	.417	1.000														
Sn	-.114	-.017	.396	-.274	-.085	.068	.012	-.098	.110	-.061	.114	-.029	.032	.106	-.019	.013	-.187	-.101	.025	.031	.098	1.000													
Ta	.674	-.122	.199	-.027	.655	.515	.629	-.039	.584	.380	.045	.713	.646	.384	.583	.581	.378	.072	.013	-.178	-.201	.279	1.000												
Te	-.039	.506	.477	.127	.007	.159	-.040	.378	.136	.016	-.165	.026	-.031	.221	-.034	.176	.058	-.010	.420	.437	.234	.468	-.168	1.000											
Th	.780	.281	.295	.483	.960	.817	.803	.305	.838	.728	.100	.972	.853	.547	.805	.726	.673	.399	.411	.213	-.079	.003	.749	-.001	1.000										
Ti	.658	.136	.284	.330	.827	.848	.883	.016	.853	.627	.162	.837	.914	.394	.865	.655	.655	.429	.292	.158	-.212	.143	.803	-.067	.890	1.000									
U	.696	.170	.269	.316	.883	.741	.742	.195	.795	.642	.236	.921	.820	.535	.732	.652	.495	.335	.364	.118	-.030	.187	.840	-.046	.933	.907	1.000								
Y	.608	.410	.425	.505	.852	.894	.815	.319	.949	.773	.225	.854	.889	.604	.824	.654	.659	.398	.580	.420	.066	.097	.656	.067	.882	.921	.848	1.000							
W	.254	.736	.549	.191	.389	.301	.021	.838	.421	.252	.092	.448	.096	.826	.067	.337	.013	-.151	.685	.499	.695	.124	.199	.345	.312	.150	.328	.331	1.000						
Y	.642	.459	.270	.637	.901	.843	.768	.456	.872	.847	.204	.914	.833	.605	.805	.661	.685	.504	.575	.405	.076	-.096	.546	.009	.903	.795	.834	.885	.360	1.000					
Zn	.655	.352	.326	.472	.786	.956	.939	.162	.925	.716	-.008	.776	.917	.416	.950	.716	.860	.560	.422	.393	-.186	.045	.578	.096	.834	.900	.752	.914	.152	.830	1.000				
Zr	.036	-.033	.150	-.043	.387	.264	.255	-.103	.358	.155	.659	.420	.388	.171	.221	.096	-.080	.068	.174	.044	.067	.299	.421	-.126	.404	.530	.606	.440	.153	.347	.257	1.000			

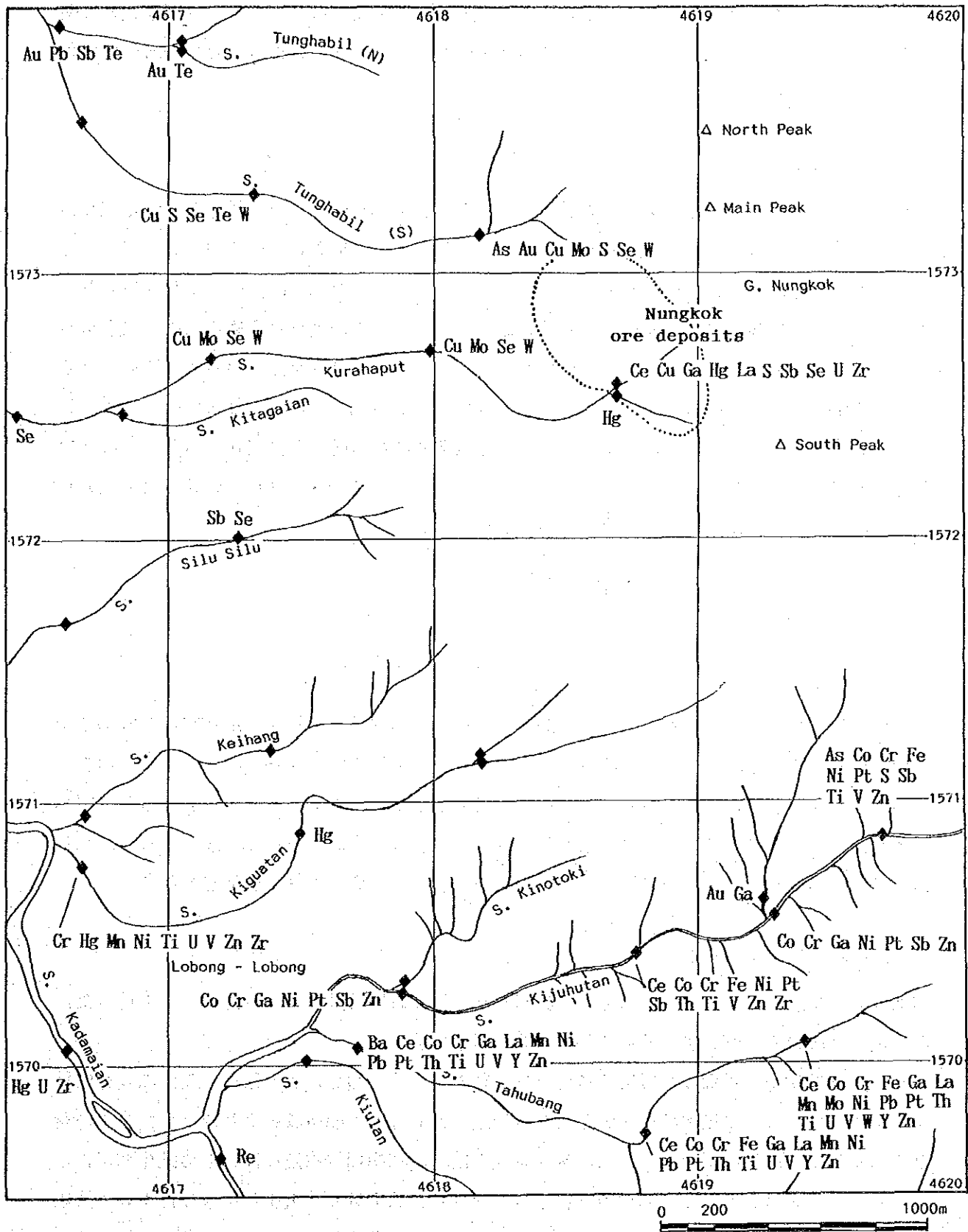


Fig. II-2-10 Interpretation map of pan concentrate survey in the Nungkok deposit area

元素が異常を示す試料が見られ、これらの元素と鉍床との密接な関係が認められる。鉍床との関係が弱いと推定される元素の異常帯は、その殆どが調査地区の南部に分布しており、河床堆積物と同様の傾向を示す。

(3) QME分析

本地区より採取したパンニング試料では、ブラック・サンドを含まない試料が多かったがQMM分析の結果でも多量の石英が確認されている。QME分析の結果をTable II-2-13に示す。この表で示される様に、ヌンコック鉍床より流れるTunghabil川及びKrahapat川より採取した試料では、黄鉄鉍、黄銅鉍、斑銅鉍及び白鉄鉍のほか比較的多量の針鉄鉍が認められた。黒雲母がKurahapat川の上流で採取した試料に認められたが、これはヌンコック鉍床の生成に関係付けられている花崗閃緑岩からのものと推定される。調査地区の南東部で採取した試料では、クロム鉄鉍が特徴的に認められる。これは上流に分布する超塩基性岩との関係が推定されるが、この結果は前述の河床堆積物に対する地化学探査の結果とも良く一致する。このほかこの区域より採取した試料では、角閃石やかんらん石も比較的多く認められる。

2-2-6 室内試験結果

(1) 薄片鑑定

本地区に広く分布するCrocker層の砂岩と、これを貫き本地区での鉍化作用と密接な関係を示す花崗閃緑岩体より10試料を採取し薄片の鑑定を行った。鑑定の結果をTable II-2-14に示す。

砂岩の鑑定結果では、二次鉍物として緑泥石が認められ他、一部でカオリナイト、石英、絹雲母などが見られる。これらの鉍物は、主として鉍化作用により生成したものと推定される。花崗閃緑岩は、斑晶として石英、斜長石、カリ長石、黒雲母及び角閃石を伴う酸性岩である。

(2) 研磨片及び研磨薄片鑑定

本地区では主としてヌンコック鉍床より試料を採取し、研磨片及び研磨薄片の鑑定を行った。鑑定に供した試料の一覧と鑑定結果をTable II-2-15に示す。

ヌンコック鉍床より採取した研磨片試料では、黄銅鉍、閃亜鉛鉍、磁硫鉄鉍、黄鉄鉍及び磁鉄鉍が同定されている。検鏡の結果同定された黄鉄鉍の大部分は、磁硫鉄鉍より変化した二次の黄鉄鉍である。研磨薄片の鑑定結果では、ヌンコック鉍床が花崗閃緑岩及び砂岩中の鉍化作用により生成したことを示している。G012の試料は、ヌンコック鉍床近くの沢より採取したクロム鉄鉍の転石であり、多量のクロム鉄鉍が観察されているが、この分析結果(Appendix 3)では高い値は示さなかった。

Table II-2-15 Observation results of polished and polished thin sections collected in the Nungkok deposit area

Sample No.	Location	Descriptions	Texture	Observed minerals														Remarks									
				Chalcopyrite	Covellite	Sphalerite	Pyrrhotite	Pyrite	Magnetite	Chromite	Gangue minerals	Quartz	Plagioclase	Biotite	Hornblende	Apatite	Leucocene		Albite	Chlorite	Epidote	Serpentine	Carbonate minerals				
T005	S. Tunghabil	Silicified rock with pyrite/chlorite veinlet	Veinlet	•			⊙																				Secondary py. Float
G006	S. Kurahaput	Silicified rock with pyrite veinlet	Veinlet & disseminations	•			○																				Secondary py. Float
G009	S. Kurahaput	Granodiorite with pyrite chalcopyrite disseminations	Veinlet & disseminations	○			○																				Secondary py.
G011	S. Kurahaput	Granodiorite with pyrite-chalcopyrite stringer	Veinlet & disseminations	•			•																				Secondary py.
G012	S. Kurahaput	Disseminated chromite	disseminations	•			⊙																				Float
G008	S. Kurahaput	Micr-granodiorite with pyrite disseminations	Holocryst.	○			•																				Secondary py. Float
G009	S. Kurahaput	Silicified sandstone with pyrite, chalcopyrite diss.	Clastic	•			•																				
G012	S. Kurahaput	Disseminated chromite	-	•			⊙																				Float

⊙ : abundant ○ : common ○ : little • : rare

(3) X線回折試験

本調査地区より5試料を採取し、粉末X線回折試験に供した。本試験結果をTable II-2-16に示す。

この表で見られるように粘土鉱物としては、緑泥石、絹雲母、カオリナイトなどが同定されているがあまり顕著なピークは示さないので、採取した試料の変質は比較的弱いようである。本調査での薄片鑑定の結果、N004及びN005の試料では角閃石が観察されているが、このX線試験の結果では同定されていない。この理由は、角閃石の量が少なかったためX線回折試験では同定されなかったものと推定される。角閃石以外の造岩鉱物については、このX線回折試験の結果でも同定されている。

(4) EPMA分析試験

作成した研磨片試料より3試料を選び各試料1点のEPMAによる定量分析を行った。地化学探査地区で行ったEPMAの分析の結果をTable II-2-17に示す。

分析は、黄鉄鉱2点と磁鉄鉱1点の計3点である。G012の試料では、クロムの分析を目的としたが定性分析の結果クロムが殆ど認められなかったことから、磁鉄鉱を分析した。分析の結果では、黄鉄鉱はほぼ理論値に近い値を示した。

Table II-2-16 Results of X-ray diffraction analyses in the Nungkok deposit area

Sample No.	Location	Descriptions	Detected minerals								Remarks		
			Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Hornblende	Calcite	Biotite	Chlorite	Sericite		Kaolinite	Pyrite
N003	S. Tunghabil	Gray massive sandstone	⊙	○			○		•	•			
N004	S. Tunghabil	Porphyritic granodiorite silicified	⊙	⊙	○				○	•			Float
N005	S. Tunghabil	Granodiorite with pyrite disseminations	⊙	⊙	○				○				Float
T005	S. Tunghabil	Silicified rock with pyrite/chlorite veinlet	⊙	•	○	○				•		•	
G005	S. Kurahaput	Silicified & argillized rock with quartz string.	⊙									•	•

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

Table II-2-17 Results of EPMA in the orientation geochemical survey areas

Ser. No.	Sample No.	Descriptions	Cu %	Fe %	S %	Zn %	O %	Remarks
1	G006	Chalcopyrite	34.01	29.63	34.36	—	—	Ningkok deposit area
2	G009	Chalcopyrite	34.11	30.35	33.93	—	—	Nungkok deposit area
3	G012	Magnetite	—	71.73	—	—	29.06	Ningkok deposit area
4	N021	Chalcopyrite	33.56	30.05	34.36	—	—	Bidu Bidu Hill deposit area
5	N022	Sphalerite	5.54	10.26	32.34	52.12	1.02	Bidu Bidu Hill deposit area
6		Sphalerite	10.82	9.62	33.03	46.66	0.81	
7		Chalcopyrite	34.36	29.91	34.55	—	—	
8	N024	Chalcopyrite	34.40	29.65	34.30	—	—	Bidu Bidu Hill deposit area

2-3 ビドゥビドゥヒル鉱床地区の調査結果

2-3-1 地質及び鉱床

本鉱床地区の地質は、白亜紀より古第三紀始新世にかけて堆積したChert-Spilite層とこれを貫く細粒斑れい岩及び超塩基性岩類より構成される。北東部の低地は、第四紀の砂礫層により覆われている。構造は、比較的複雑で数条の断層及び衝上断層の存在が推定される。本地区は全般に風化作用による土壌の発達が著しく、岩石の露出は限られる。本地区の地質図をFig. II-2-11に示す。

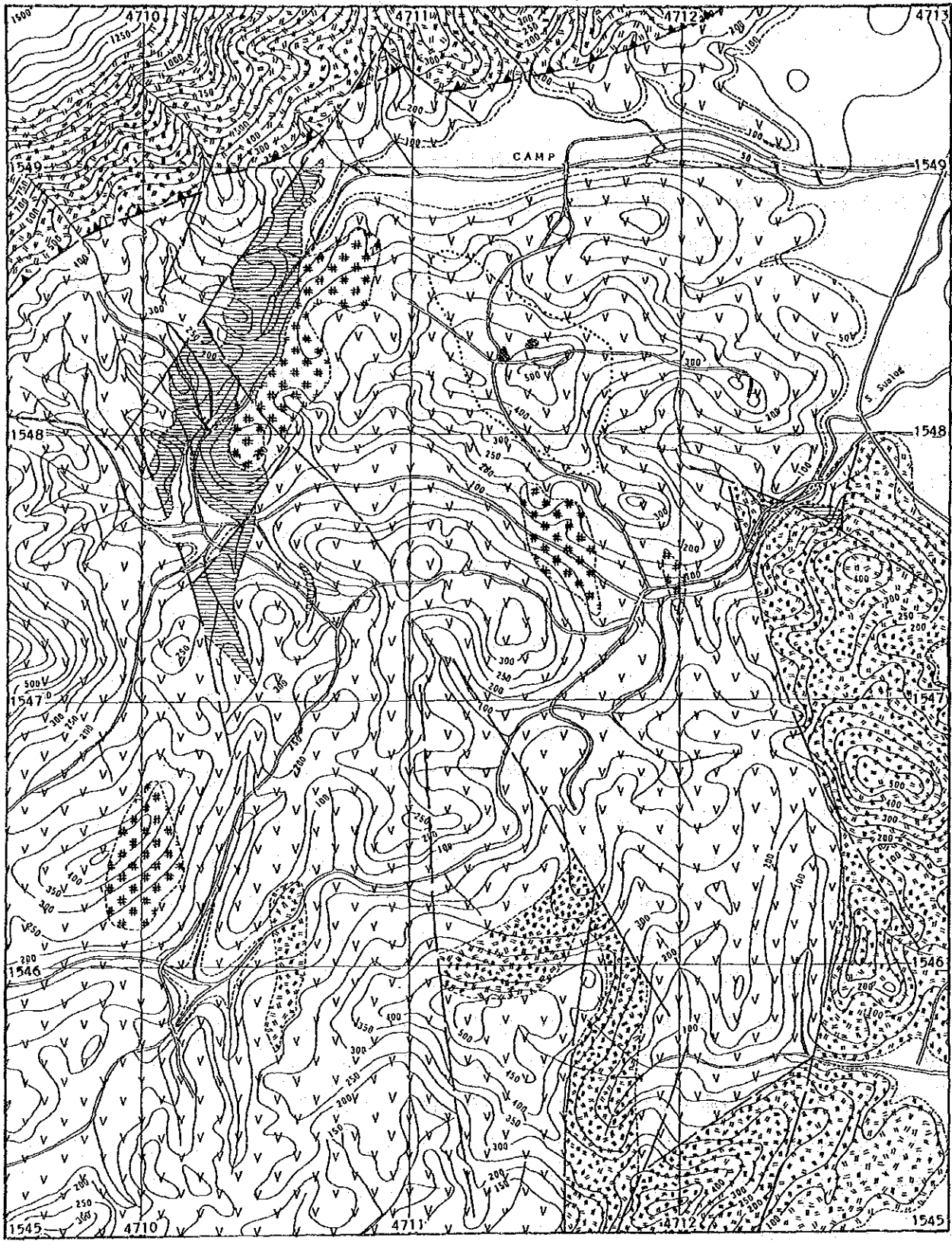
Chert-Spilite層は、主として玄武岩質枕状溶岩より構成され局所的に砂岩、マッシュ溶岩、ピロブレッチャーなどを挟む。本地区北部で確認されているビドゥビドゥヒル鉱床に対して行ったボーリング調査では、赤色泥岩層の挟在が確認されている。玄武岩質枕状溶岩は、緑色を呈し比較的強い緑泥石化作用を受けており、局所的には黄鉄鉱の鉱染が認められる場合が多い。

調査地区の中央部より西部にかけて小規模な細粒斑れい岩の岩体が分布する。本岩は、暗緑色を呈する粗粒玄武岩質の完晶質岩で、本岩が本地区の枕状溶岩を供給したものと推定される。

超塩基性岩類は、本地区の北部及び東部に分布する。ビドゥビドゥヒル鉱床に対して実施されたボーリングでも小規模な超塩基性岩類が確認されている。これらの超塩基性岩類は、いずれも蛇紋岩化作用を受けているが、その源岩はハルツバージャイトである場合が多い。これらの超塩基性岩類とChert-Spilite層との関係は露出状況が悪いことからはっきりしないが、北部では衝上断層で、東部では断層関係で接するものと推定される。鉱床の近傍及び南部で見られる超塩基性岩の小岩体は、貫入岩体と推定されるが、Chert-Spilite層との関係ははっきりしない。

本地区に分布するChert-Spilite層の走向は、砂岩の走向及び鉱体の形態より推定するとNW方向を示すものと推定される。また、砂岩及び鉱体の落しがNE方向であることから、本地区の中部及び南部に分布するChert-Spilite層は、ビドゥビドゥヒル鉱床の下盤に当たると考えられる。本地区に分布する岩石の分布状況より、NE-SW、NW-SE及びN-S系の断層の存在が推定される。また、北部に分布する超塩基性岩類とChert-Spilite層との関係は、超塩基性岩類の分布及び地形より、超塩基性岩類がChert-Spilite層の上位に衝上したものと推定される。

本調査地区の北部に位置するビドゥビドゥヒル鉱床は、これまでに171本、合計約40,000 mのボーリング調査がなされており、これにより鉱量3.6百万トン、品位Cu 3.6%、Au 1~2 g/t、Ag 8~15 g/tが確認されている。これまでの調査結果によれば、鉱石は主として塊状鉱より構成され、一部でストックワーク状鉱が見られる。断面的に見ると下位より玄武岩溶岩、変質玄武岩、鉱化帯、変質玄武岩、赤色泥岩、玄武岩溶岩となっており、鉱化帯は変質した玄武岩の溶岩に挟まれている。塊状鉱は、全般に細粒でコロホーム組織やフランボイダル組織が認められる。鉱石鉱物は、黄鉄鉱及び黄銅鉱より成るが、地表に近い部分では二次富化作用を受けており、輝



- | | | | |
|-------------------|--------------|------------------|------------------------|
| Alluvium | Basalt lavas | Sandstone | Microgabbro |
| Ultra basic rocks | Gossans | Ore deposit area | Fault and thrust fault |

Fig. II-2-11 Geologic map of the Bidu Bidu Hill deposit area

銅鉱、斑銅鉱などが認められる。脈石鉱物としては、石英、緑泥石、石膏、方解石などが認められる。本鉱床の形態、母岩、鉱質、構成鉱物などを総合すると、本鉱床はキプロス型の塊状硫化物鉱床と考えられる。なお、本鉱床の露頭部は、完全にゴッサン化しており多量の褐鉄鉱及び針鉄鉱が認められる。

2-3-2 試料採取

本鉱床地区は、地形が比較的平坦であるため河川が安定しており、土壤の発達も良好であることから、ビドゥビドゥヒル鉱床周辺で試料の採取密度を若干高めた他は、ほぼ均等に試料の採取を行った。本地区の大部分は、大木の伐採が済んでいる二次ジャングルであり、伐採に使用した林道が発達している。各河床堆積物及び土壤試料の記載をAppendix 4及び5にそれぞれ示す。本調査で採取した河床堆積物、土壤及びパンニング試料の採取位置をFig. II-2-12に示す。試料採取地点番号1～66の地点では、河床堆積物試料の採取地点近傍で土壤試料を採取した。

河川が比較的安定しているため、河床堆積物試料の試料採取位置選定は比較的容易であり、目的にそった試料の採取が可能であった。しかしながら一部の箇所では、木材伐採用道路の影響で河川に多量の土壤が流入しており、これが採取した試料に影響している可能性が推定される。

本地区では土壤の発達が著しく、試料の採取でC層を確認したものは殆どなかった。各試料の採取地点では、ヌンコック鉱床地区と同様河川や地滑りの影響のない地点で3試料を採取した。試料採取地点番号67以降の試料の大部分は、Chert-Spilite層の分布域より採取した。

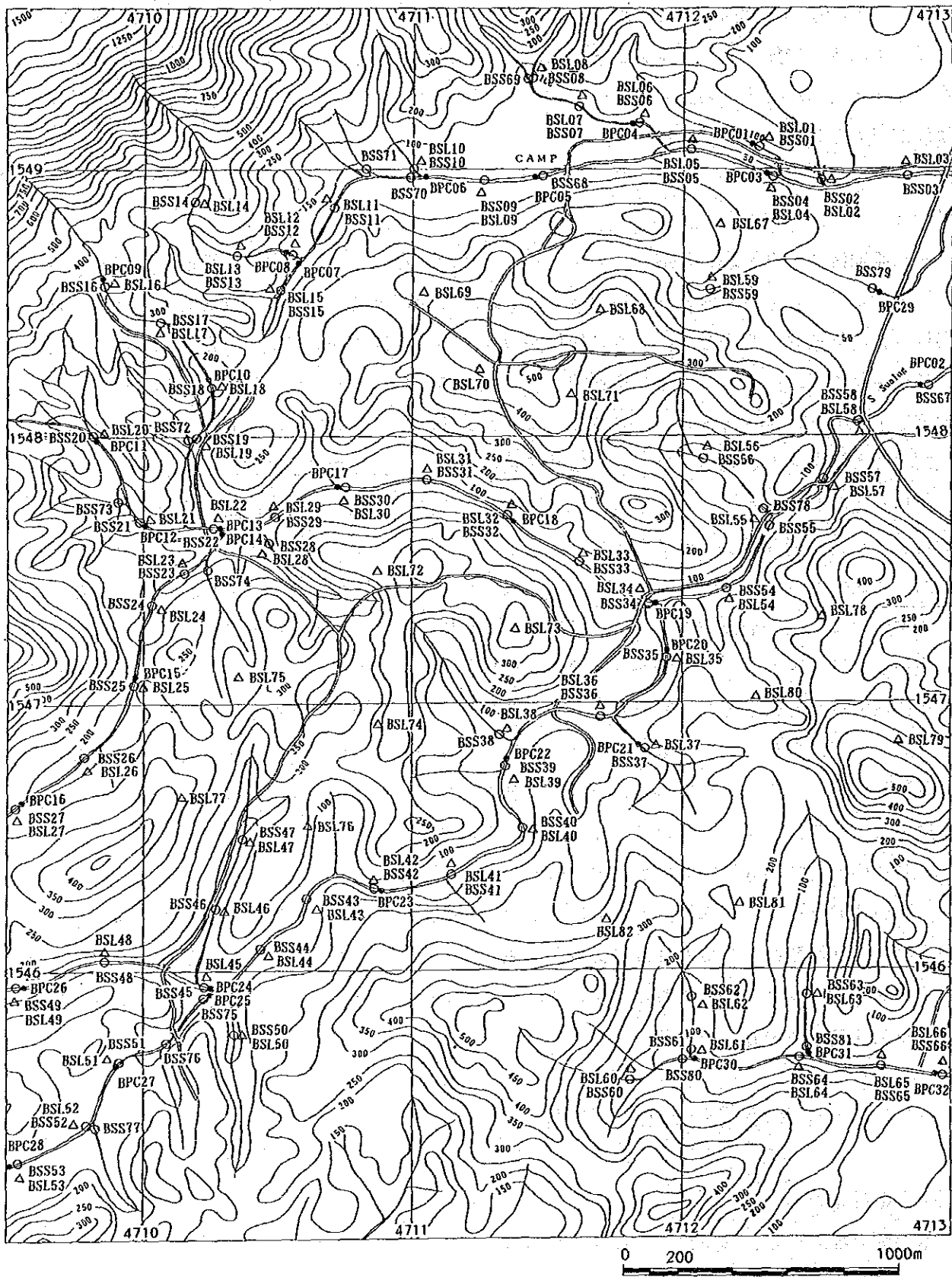
パンニング試料は、調査地区全域よりほぼ均等に採取した。本地区の河床堆積物中には多量の重鉱物、特に磁鉄鉱及びクロム鉄鉱が多量に含まれており、試料の採取は容易であった。採取した試料に対しては、化学分析のほかQME分析を行った。

これらの地化学探査試料のほか、本鉱床地区での地質及び鉱床を明らかにするため室内試験用の試料の採取を行った。本調査で実施した室内試験は、薄片鑑定、研磨片鑑定、研磨薄片鑑定及びX線回折試験及びEPMA分析である。本地区では露出状況が悪かったことから、試料は主としてビドゥビドゥヒル鉱床に対して実施されているボーリングのコアより採取した。室内試験に供した試料の採取位置をFig. II-2-13に示す。

2-3-3 河床堆積物地化学探査

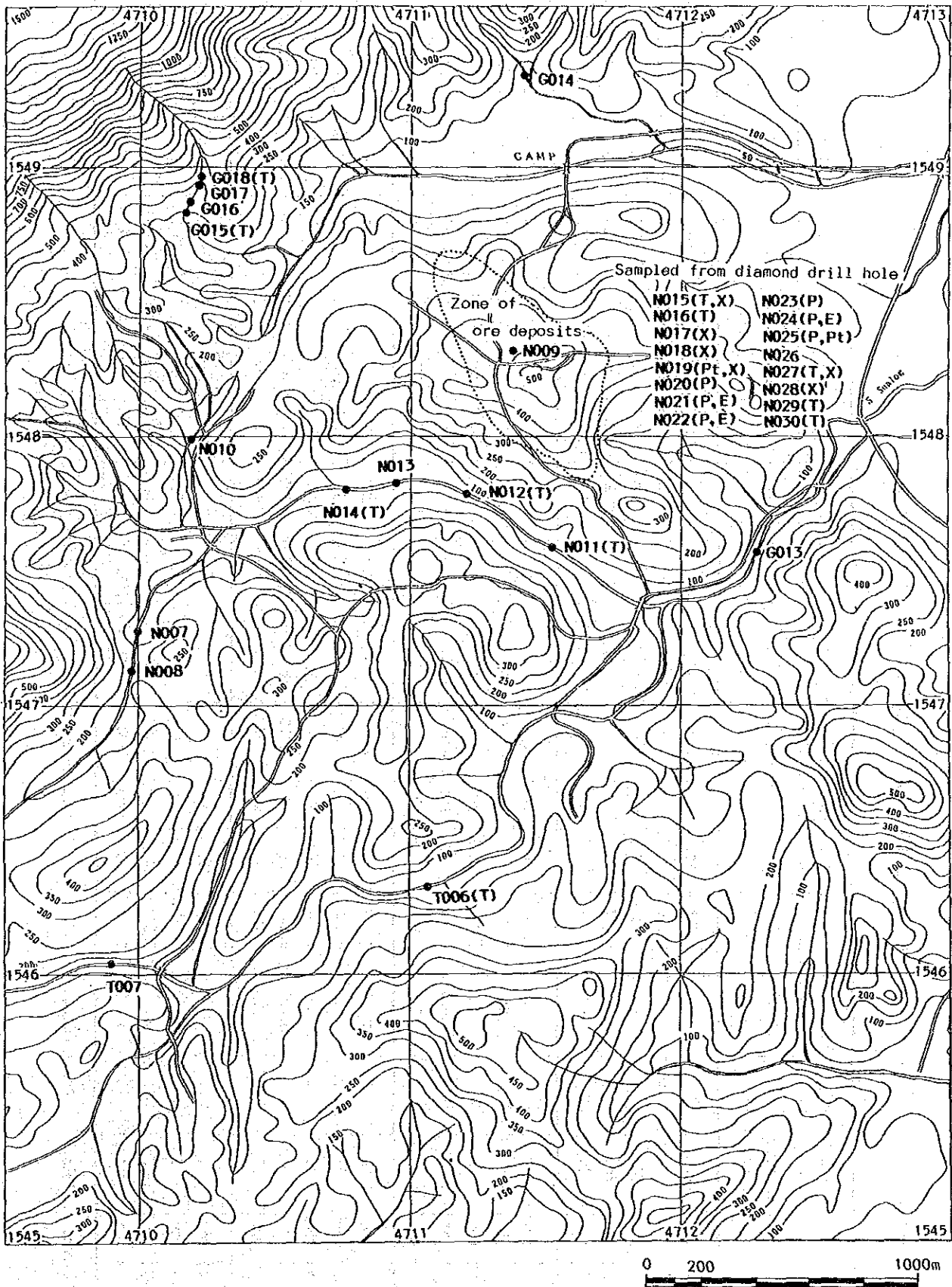
(1) 指示元素

本地区で採取したA(川岸)、B(流れの縁辺部)及びC(流れの中心部)の試料それぞれに対して19元素の化学分析を行った。これらの元素の試料別統計値をTable II-2-18に示す。この表で示されるようにAg、Hg、Mo、Sn及びWの5元素については、いずれも検出限界以下の値



BSS: stream sediment sample BSL: soil sample BPC: pan concentrate sample

Fig. II-2-12 Location map of geochemical samples in the Bidu Bidu Hill deposit area



G023; sample number (T); thin section (P); polished section (Pt); polished thin section (X); x-ray diffraction analyses (E); EPMA analyses

Fig. II-2-13 Location map of samples for laboratorial studies in the Bidu Bidu Hill deposit area

Table II-2-18 Statistics of stream sediment geochemical survey in the Bidu Bidu Hill 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. (%) ^{**1}	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean ^{**2} value	S.D. ^{**3}	B.D.L. (%) ^{**1}	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean ^{**2} value	S.D. ^{**3}	B.D.L. (%) ^{**1}	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean ^{**2} value	S.D. ^{**3}
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	100.0	ppm	< 5	< 5	-	0.000	98.8	ppm	5	< 5	-	0.033	93.8	ppm	24	< 5	2.7	0.180
Au	72.8	ppb	380	< 2	1.8	0.521	56.8	ppb	280	< 2	3.1	0.692	56.7	ppb	220	< 2	3.0	0.703
Co	0	ppm	568	34	122.7	0.217	0	ppm	313	39	122.3	0.188	0	ppm	333	34	116.0	0.187
Cr	86.4 ^{**3}	ppm	>10000	715	-	0.257	87.7 ^{**3}	ppm	>10000	948	-	0.236	86.4 ^{**3}	ppm	>10000	615	-	0.259
Cu	0	ppm	294	12	48.9	0.306	0	ppm	376	20	53.5	0.293	0	ppm	401	13	57.4	0.324
Fe	0	%	15.85	6.08	11.814	0.088	0	%	16.19	7.10	11.757	0.081	0	%	16.26	7.46	11.690	0.079
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	>10000	1481	2952.6	0.153	0	ppm	>10000	1569	2901.7	0.155	0	ppm	8575	1368	2875.4	0.154
Mo	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000
Ni	0	ppm	3339	86	682.5	0.347	0	ppm	2998	84	726.2	0.341	0	ppm	2729	77	640.1	0.350
Pb	79.0	ppm	428?	2	1.7	0.480	91.4	ppm	47	< 2	1.3	0.350	75.3	ppm	26	< 2	1.5	0.382
Pt	98.8	ppb	40	< 5	2.6	0.134	98.8	ppb	5	< 5	2.5	0.033	90.1	ppb	15	< 5	2.8	0.201
S	0	%	0.090	0.012	0.025	0.155	0	%	0.192	0.017	0.030	0.175	0	%	0.141	0.008	0.023	0.207
Sb	82.7	ppm	13	< 5	3.0	0.195	91.4	ppm	8	< 5	2.7	0.114	100.0	ppm	< 5	< 5	-	0.000
Sn	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000	100.0	ppm	< 1	< 1	-	0.000
U	44.4	ppm	1.6	<0.2	0.20	0.339	44.4	ppm	1.6	<0.2	0.20	0.332	43.2	ppm	1.8	<0.2	0.20	0.321
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	844	82	364.2	0.267	0	ppm	888	79	376.5	0.255	0	ppm	841	80	346.5	0.243

^{**1}: below detection limit ^{**2}: geometric mean ^{**3}: standard deviation ^{**4}: above detection limit

を示した。また、Crについては、分析結果の大部分が検出限界以上の値を示している。得られた統計値よりA、B及びCの3試料の幾何平均値を比較すると以下のとおりである。

Aの試料が高い平均値を示す元素：Co、Mn、Pb、Sb

Bの試料が高い平均値を示す元素：Au、Fe、Ni、S、Zn

Cの試料が高い平均値を示す元素：Cu、Pt

この結果では、ヌンコック鉱床地区と同様Bの試料が他の試料と比較して若干高い濃度を示している。

各試料別の相関マトリックスをTable II-2-19に示す。全体的に見ると、各元素間の相関は、試料Aが最も良好である。試料Aでの高い相関係数を示す元素の組み合わせは、以下のとおり。

Co - Fe、Co - Ni、Co - Sb、Co - Zn、Cr - Ni、Cr - Sb、Fe - Ni、
Fe - Zn、Mn - U、Ni - Sb、Ni - Zn、Sb - Zn 相関係数 0.500以上

この様にCo、Fe、Ni、Sb、Znなどの元素が互いに強い相関を示す。

(2) 単変量解析

単変量解析の手法としては、ヌンコック鉱床地区と同様、EDA法、Lepeltier法及び幾何平均値プラス2倍の標準偏差の3手法を実施し、各手法の比較検討を行った。各元素のヒストグラムとLepeltier法によるしきい値の決定に用いた、元素別の累積頻度分布図をAppendixと13に示す。これらの3手法によって得られたしきい値などの一覧をTable II-2-20に示す。採用した3手法による本地区に対する解析結果では、以下が指摘される。

- ① EDA法による解析結果では、Pb及びSbの2元素は、検出限界以下の分析値を示す試料が多かったことからMedian、Upper Wisker及びUpper Fenceの各値が同一の値を示した。更に、Crでは大部分の試料が検出限界異常の値を示したことからPb及びSbと同様3つの値が同一であった。
- ② Lepeltier法による解析の結果では、Cu及びSの累積頻度分布図より2つの分布の重なりが認められ、高い方の分布は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られた値は、大部分の元素で最も高い値を示す。このことは、この値をしきい値として採用した場合、抽出される異常帯の範囲が他の手法と比較して最も狭いことを意味する。

EDA法によるしきい値は、ヌンコック鉱床地区と同様Upper Fenceの値を用いることを原則とした。全般的に見て試料Bが他の試料(A、C)と比較して高い濃度を示したことから、試料Bの主要な元素の分布図(Appendix 14)を作成した。この図では、しきい値以上、しきい値よりMedianの値及びMedianの値以下の3区分により表示している。各元素の分布の傾向及び特徴は、以下のとおりである。

Table II-2-19 Coorelation matrix of elements for stream sediments in the Bidu Bidu Hill deposit area

	Au	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Pt	S	Sb	U	Zn
Au	1.000												
Co	.076	1.000											
Cr	.133	.647	1.000										
Cu	.438	-.290	-.042	1.000									
Fe	.222	.654	.487	-.059	1.000								
Mn	.338	.178	-.038	.333	.320	1.000							
Ni	.030	.921	.728	-.318	.547	-.045	1.000						
Pb	.172	.104	-.028	-.157	.205	.466	.042	1.000					
Pt	-.055	.030	.038	-.120	.071	-.094	.055	.178	1.000				
S	-.084	-.167	.059	.172	.035	-.027	-.144	.251	.078	1.000			
Sb	-.023	-.514	-.685	.193	-.246	.064	-.608	.172	-.050	.095	1.000		
U	.339	-.093	-.244	.249	-.090	.526	-.139	.374	-.103	-.216	.219	1.000	
Zn	.001	.806	.740	-.416	.631	-.092	.815	-.082	.075	-.121	-.591	-.240	1.000

Bidu Bidu Hill
Stream sediments (A)

	Au	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	S	Sb	U	Zn
Au	1.000											
Co	.019	1.000										
Cr	.284	-.383	1.000									
Cu	.023	.462	.411	1.000								
Fe	.257	-.076	-.019	.392	1.000							
Mn	.067	.836	.585	-.399	.265	1.000						
Ni	-.024	-.215	-.034	.171	.009	.470	1.000					
Pb	-.066	-.296	-.049	.286	-.002	-.097	-.395	1.000				
S	.020	-.399	-.483	.045	-.315	.072	-.446	.111	1.000			
Sb	.211	-.166	.001	.421	.082	.499	-.078	-.226	-.179	1.000		
U	-.048	.783	.756	-.364	.567	-.163	.683	-.239	-.116	-.433	1.000	
Zn												1.000

Bidu Bidu Hill
Stream sediments (B)

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Pt	S	U	Zn
As	1.000												
Au	-.042	1.000											
Co	-.277	.036	1.000										
Cr	-.161	.103	.544	1.000									
Cu	.140	.160	-.252	.032	1.000								
Fe	-.197	-.066	.521	.453	.181	1.000							
Mn	.133	.204	.081	.060	.405	.359	1.000						
Ni	-.321	.058	.953	.666	-.322	.461	-.047	1.000					
Pb	.155	.112	-.067	-.008	.121	.095	.417	-.064	1.000				
Pt	.091	.091	.266	.103	.005	-.002	.119	.244	-.010	1.000			
S	-.084	-.148	-.355	-.089	.237	-.196	-.149	-.286	.011	-.059	1.000		
U	.293	.246	-.080	-.034	.334	-.059	.541	-.132	.372	.142	-.118	1.000	
Zn	-.385	.072	.742	.771	-.263	.588	-.034	.730	-.134	.073	-.195	-.252	1.000

Bidu Bidu Hill
Stream sediments (C)

Table II-2-20 Threshold values obtained by each analytical method for stream sediment geochemical survey in the Bidu Bidu Hill 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 Whisker	Upper Fence	B.G.**	T.H.**	value	%	Median	Upper Whisker	Upper Fence	B.G.**	T.H.**	value	%	Median	Upper Whisker	Upper Fence	B.G.**	T.H.**	value	%	Median	Upper Whisker	Upper Fence	B.G.**	T.H.**	value	%		
As ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
As ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Au ppb	2.0	4.0	2.0	1	31	3.5	19.7	2.0	16.0	22.0	1	78	4.0	75.3	2.0	16.0	12.0	2	85	5.0	127.0	159.0	219.0	128	215	4.0	274.9			
Co ppm	137.0	176.0	288.0	140	265	3.0	333.9	138.0	170.0	275.0	140	230	2.5	290.6	10000	10000	10000	-	-	-	10000	10000	10000	-	-	-	-	26989.5		
Cr ppm	10000	10000	10000	-	-	-	26822.7	10000	10000	10000	-	-	-	-	24705.9	10000	10000	10000	-	-	-	10000	10000	10000	-	-	-	-	26989.5	
Cu ppm	54.0	85.0	140.5	52	140	7.0	200.2	49.0	87.0	142.0	53	190	7.0	206.5	58.0	104.0	150.5	58	208	7.0	58.0	104.0	150.5	58	208	7.0	255.1			
Fe %	11.93	14.03	18.27	12.0	16.0	2.5	17.42	11.97	13.90	18.28	12.0	16.0	2.5	17.04	12.03	13.84	18.34	12.3	16.0	2.5	12.03	13.84	18.34	12.3	16.0	2.5	16.8			
Hg ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Mn ppm	2849.0	3700.0	5057.0	2980	3950	16.0	5956.3	2708.0	3628.0	4841.0	2880	4000	12.5	5925.1	2741.0	3722.0	5168.0	2900	4450	14.5	2741.0	3722.0	5168.0	2900	4450	14.5	5846.5			
Mo ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Ni ppm	801.0	1327.0	2087.0	800	1280	21.0	3374.6	853.0	1405.0	2336.0	810	1150	26.0	3489.6	740.0	1095.0	1724.5	750	1180	20.0	740.0	1095.0	1724.5	750	1180	20.0	3206.2			
Pb ppb	2.0	3.0	2.0	< 1	27	2.5	16.0	2.0	2.0	2.0	< 1	24	2.5	6.3	2.0	4.0	2.0	2	13	5.5	2.0	4.0	2.0	2	13	5.5	9.2			
Pt ppb	5.0	5.0	5.0	-	-	-	4.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0		
S %	0.023	0.033	0.042	0.023	0.051	5.2	0.051	0.028	0.038	0.057	0.030	0.066	4.9	0.068	0.027	0.038	0.051	0.027	0.074	6.0	0.027	0.038	0.051	0.027	0.074	6.0	0.076			
Sb ppm	5.0	5.0	5.0	3	12	2.5	7.5	5.0	5.0	5.0	1	7	2.5	4.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Sn ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
U ppm	0.20	0.40	0.70	0.2	0.6	14.5	0.97	0.20	0.40	0.70	0.2	1.3	2.5	0.94	0.20	0.40	0.70	0.2	0.9	2.5	0.20	0.40	0.70	0.2	0.9	2.5	0.90			
W ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Zn ppm	422.0	572.0	991.5	430	620	17.0	1248.5	418.0	599.0	971.5	400	445	45.0	1216.3	397.0	495.0	749.0	390	580	15.5	397.0	495.0	749.0	390	580	15.5	1062.4			

*: Background

** : Threshold

- Au: ビドゥビドゥヒル鉱床を取り囲む河川に沿って異常帯が主として分布しており、鉱床との関連が推定される。
- Co: 最北部及び東部の河川に沿って高濃度帯が分布する傾向が読み取れる。この分布傾向から超塩基性岩との関係が読み取れる。
- Cu: 異常帯は、ビドゥビドゥヒル鉱床の南側の河川及び南西部の河川で捕捉されている。鉱床の南側の異常帯はビドゥビドゥヒル鉱石床に、また南西部の異常帯はその上流約800 m 付近で知られているSouthwest Sualog鉱徴地に関係付けられる。
- Fe: 全体的に見ると明瞭な傾向は認められないが、地形的に平坦な部分で採取した試料で高濃度を示す傾向が読み取れる。
- Mn: 地区の中央西部より中央部にかけて高濃度帯及び異常帯が認められ、Chert-Spilite層中の堆積岩類の分布と密接な関係を示す。
- Ni: 地区の北部及び東部で高濃度帯が見られ、本地区での超塩基性岩の分布と良く一致する。
- S: ビドゥビドゥヒル鉱床周辺では、低濃度を示す特徴がある。南西部で見られる異常帯は、ビドゥビドゥヒル鉱床と異なる脈状鉱床のSouthwest Sualog鉱徴地の影響が推定される。
- U: 全般に明瞭な分布傾向は認められないが、異常帯の分布はCert-Spilite層中の堆積岩類の分布と良く一致する。
- Zn: 分布傾向は不明瞭であるが、ビドゥビドゥヒル鉱床周辺で若干高い濃度を示す様である。

ビドゥビドゥヒル鉱床が潜頭鉱床であるため、各元素の異常帯及び高濃度帯の分布と鉱床との関係は余り明瞭でないが、Au及びCuの2元素は指示元素として使用可能である。Co、Mn、Ni及びUの4元素の分布傾向は、本地区の地質と良く一致する。検出限界以上の値を示す試料が多かったため分布図は作成しなかったがCrも本地区の地質を反映した元素である。

(3) 多変量解析

本地区の河床堆積物に対するクラスター分析の結果をFig. II-2-14に示す。これらのデンドログラムでは、Co-Cr-Fe-Ni-Sb-ZnのクラスターとCu-Mn-Pb-Uのクラスターとに大別されている。また、Au及びSは、他の元素と密接な関係を示していない。各クラスターを構成する元素より判断すると、Co-Cr-Fe-Ni-Sb-Znのクラスターは後背地をCu-Mn-Pb-Uのクラスターは鉱化作用を示すクラスターと推定される。

本調査で試料A、B及びCの河床堆積物に対して行った因子分析の結果をTable II-2-21に示す。この結果によれば、試料Aでは第4因子がAuとCuに関係しており鉱化作用を示す因子で

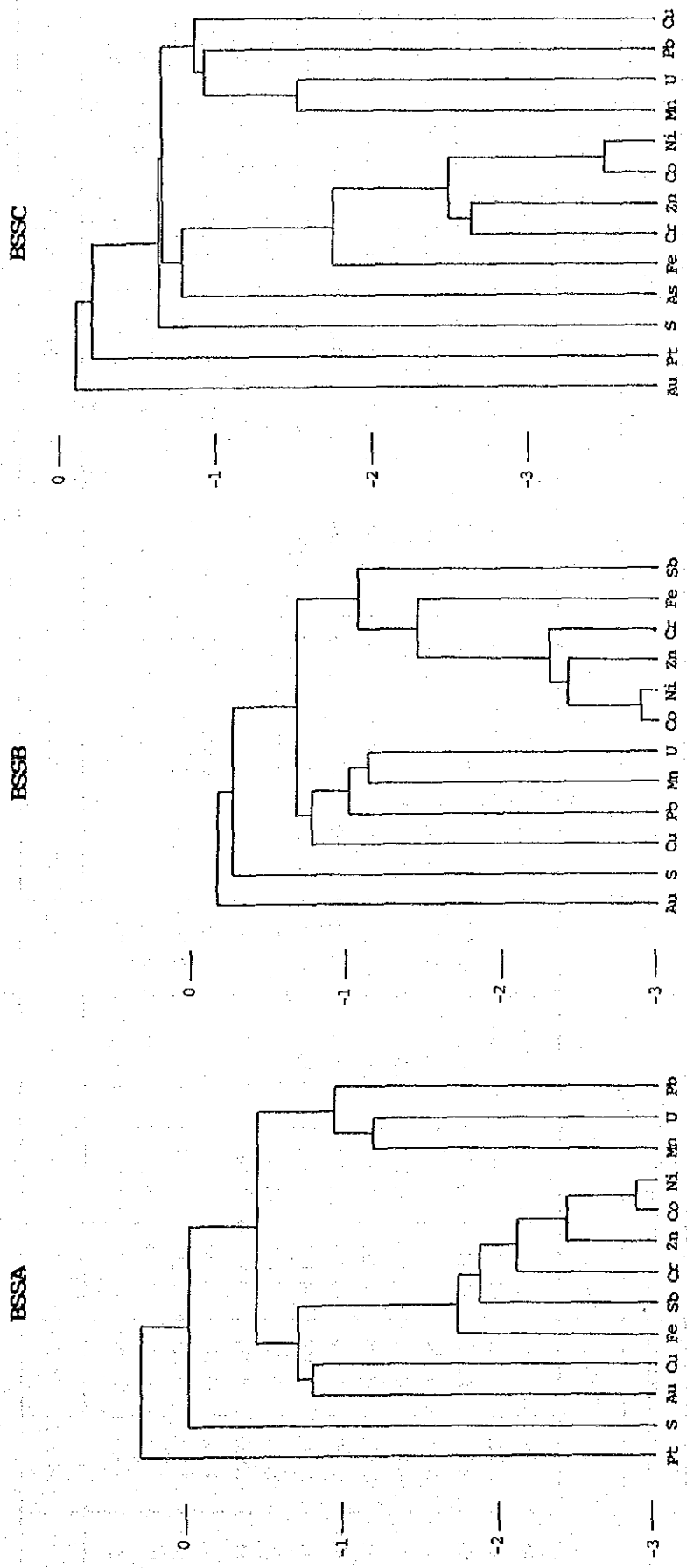


Fig. II-2-14 Dendrogram of elements for stream sediments in the Bidu Bidu Hill deposit area.

ある可能性が推定される。試料Bでは、第2因子がCu、Mn、Pb及びUとの関係を示しており、クラスタ分析の結果も合わせて考えると、この因子が鉱化作用に関係付けられる因子であると推定される。Fig. II-2-15 に試料Bの第1及び第2因子の高因子得点の分布を示す。鉱化作用との関係が推定される第2因子の高因子得点の分布は、この図で見られる様にビドゥビドゥヒル鉱床を取り巻いて分布しており、この因子が鉱化作用に関係していることを示す。試料Cでは、試料Bと同様第2因子でCu、Mn、Pb及びUに関係する因子が抽出されており、試料Bと同様の傾向を示す。

この因子分析の結果では、鉱化作用との関係が推定される因子の因子寄与率が20%程度の低い値を示している。これは、本地区の鉱床が潜頭鉱床であり地表では顕著な鉱化帯が認められないため寄与率も低くなったものと推定される。この調査結果によれば、この様な潜頭鉱床に対しても因子分析が有効であると考えられる。

(4) 総合解析

E D A法による解析の結果得られた異常帯の分布をFig. II-2-16 に示す。この図で示されるように、ビドゥビドゥヒル鉱床の近傍では、Au及びCuの2元素の異常帯が捕捉されており、これらの元素が鉱床と関係あることを示す。抽出された異常帯は鉱床の分布範囲より数100mでありその影響範囲は限られる。調査地区の南西端で捕捉されているCuの異常帯は、その上流に位置するSouthwest Sualog鉱徴地の影響である。

2-3-4 土 壌 地 化 学 探 査

(1) 指示元素

本地区で採取した土壌試料に対しヌンコック鉱床地区と同様23元素の化学分析を行った。得られた分析値に対する統計処理の結果をTable II-2-22 に示す。この表で示される様にAg及びHgの2元素は、全試料で検出限界以下の値を示した。また、As、Mo、Pb、Sb、Sn及びWの6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。

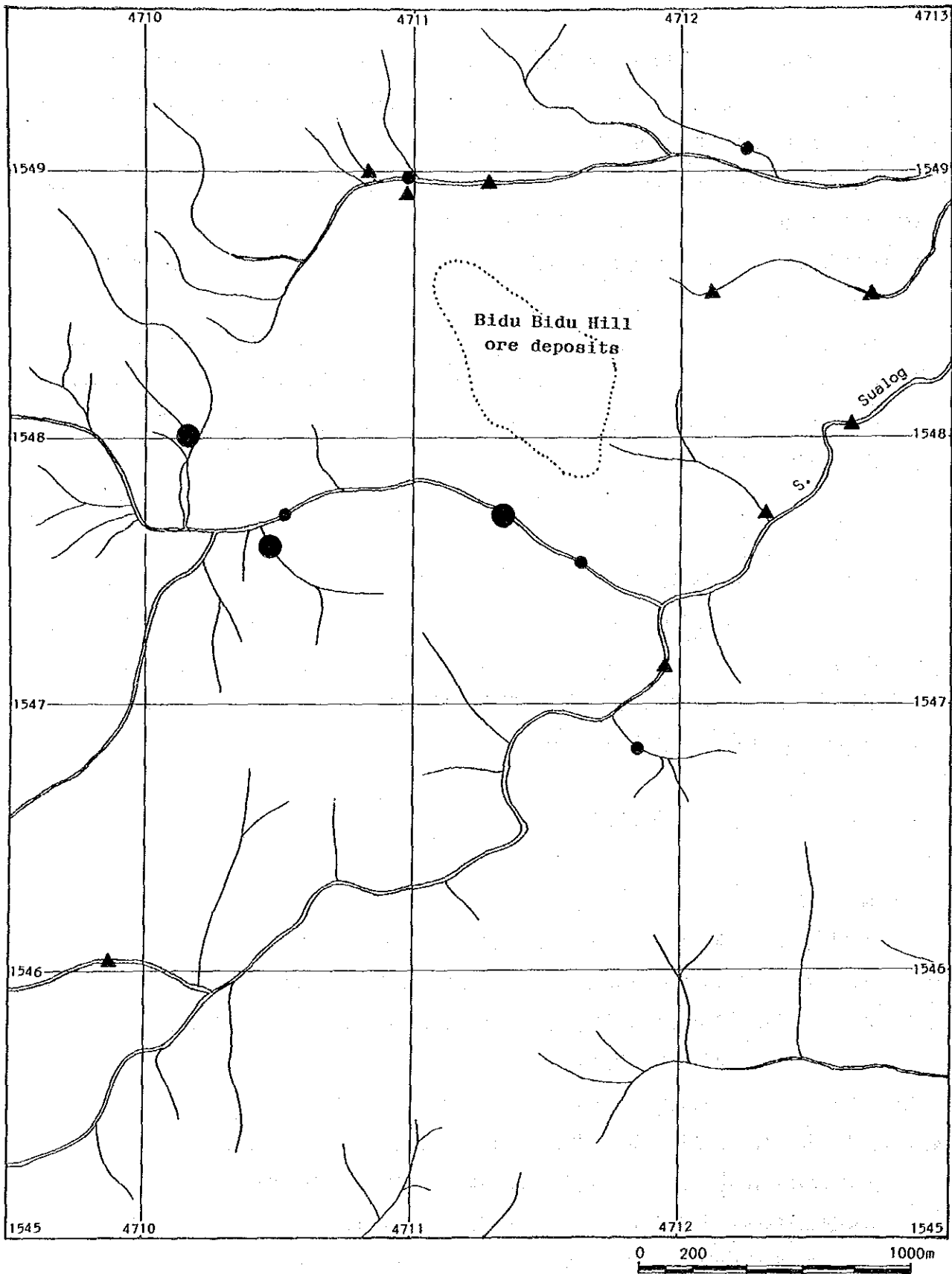
土壌試料はヌンコック鉱床地区と同様、同一地点より3試料(A、B、C)を採取した。統計処理の結果よりこれら3試料の幾何平均値を比較すると以下の結果が得られる。

Aの試料が高い平均値を示す元素：As、Au、Mn、Pt、S、Sb、Sr

Bの試料が高い平均値を示す元素：Co、Cr、K、Mo、Rb、U

Cの試料が高い平均値を示す元素：Cu、Fe、Na、Ni、Pb、Sn、Zn

この結果では、元素による差は認められるが試料による大きな差は認められない。Au、Mn、S、Sb及びSrの5元素では、試料A、B、Cの順に低くなる傾向を示す。一方、Cu、Na、Niの3元



- ≥ 2.000 factor 2 factor score $2.000 > \bullet \geq 1.000$ factor 2 factor score
- ▲ ≤ -0.800 factor 1 factor score (Sample collected at edge of stream(B))

Fig. II-2-15 Distribution map of factor 1 factor score for stream sediments in the Bidu Bidu Hill deposit area

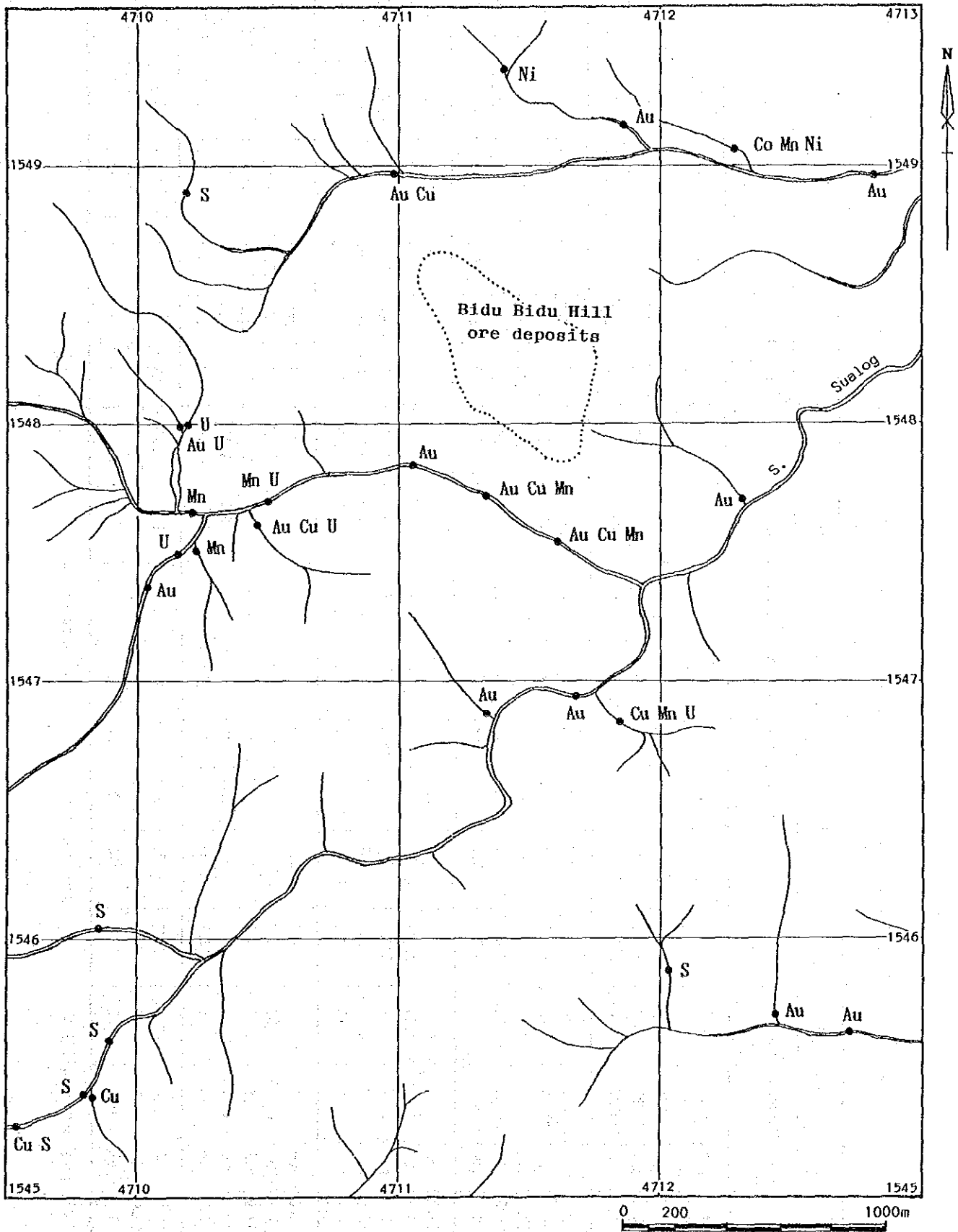


Fig. II-2-16 Interpretation map of stream sediment geochemical survey in the Bidu Bidu Hill deposit area

Table II-2-22 Statistics of soil geochemical survey in the Bidu Bidu Hill deposit area

Element	Zone A (A)						Upper part of zone B (B)						Lower part of zone B (C)					
	B.D.L. (%) **1	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean**2 value	S.D. **2	B.D.L. (%) **1	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean**2 value	S.D. **2	B.D.L. (%) **1	Unit	Maximum value	Minimum value	Mean**2 value	S.D. **2
Ag	100.0	ppm	<0.5	<0.5	-	-	100.0	ppm	<0.5	<0.5	-	-	100.0	ppm	0.5	<0.5	-	-
As	88.0	ppm	32	< 5	3.1	0.250	89.0	ppm	33	< 5	2.9	0.211	87.8	ppm	38	< 5	3.0	0.222
Au	0	ppb	170	4	5.1	0.268	14.6	ppb	140	< 2	4.2	0.383	54.9	ppb	130	< 2	2.3	0.507
Co	0	ppm	730	23	132.2	0.319	0	ppm	695	31	150.2	0.336	0	ppm	742	31	145.5	0.364
Cr	0	ppm	>10000	248	2057.0	0.562	0	ppm	>10000	228	2342.8	0.550	0	ppm	>10000	171	1972.3	0.577
Cu	0	ppm	819	34	93.1	0.258	0	ppm	743	39	107.8	0.248	0	ppm	742	39	106.8	0.268
Fe	0	%	21.89	5.44	10.611	0.105	0	%	22.41	4.22	11.897	0.112	0	%	22.04	3.73	11.935	0.128
Hg	100.0	ppm	< 1	< 1	-	-	100.0	ppm	< 1	< 1	-	-	100.0	ppm	< 1	< 1	-	-
K	29.3	%	0.54	<0.01	0.024	0.580	22.0	%	1.11	<0.01	0.030	0.596	24.4	%	0.81	<0.01	0.027	0.612
Mn	0	ppm	>10000	1087	3546.7	0.229	0	ppm	>10000	460	3528.7	0.256	0	ppm	>10000	395	3380.1	0.286
Mo	98.6	ppm	1	< 1	-	-	98.8	ppm	1	< 1	-	-	100.0	ppm	< 1	< 1	-	-
Na	0	%	2.05	0.05	0.188	0.357	0	%	2.18	0.06	0.198	0.351	0	%	1.61	0.05	0.199	0.329
Ni	0	ppm	3717	87	622.1	0.516	0	ppm	4717	97	778.6	0.506	0	ppm	5660	94	798.3	0.535
Pb	80.5	ppm	32	< 2	1.5	0.387	81.7	ppm	38	< 2	1.5	0.399	76.8	ppm	57	< 2	1.6	0.421
Pt	0	ppb	30	10	10.2	0.062	25.6	ppb	60	< 5	7.3	0.295	85.4	ppb	15	< 5	3.1	0.220
Rb	1.2	ppm	86	1	6.8	0.349	0	ppm	137	2	8.5	0.308	0	ppm	99	2	8.0	0.336
S	0	%	0.119	0.025	0.043	0.125	0	%	0.098	0.020	0.034	0.113	0	%	0.086	0.014	0.029	0.133
Sb	82.9	ppm	13	< 5	3.0	0.176	89.0	ppm	11	< 5	2.8	0.157	93.9	ppm	9	< 5	2.7	0.108
Sn	100.0	ppm	< 1	< 1	-	-	96.3	ppm	17	< 1	0.6	0.229	63.4	ppm	15	< 1	1.1	0.466
Sr	0	ppm	166	3	23.1	0.356	0	ppm	354	2	20.5	0.377	0	ppm	455	2	17.0	0.397
U	29.3	ppm	1.8	<0.2	0.28	0.372	28.0	ppm	2.6	<0.2	0.29	0.376	29.3	ppm	2.4	<0.2	0.28	0.374
W	100.0	ppm	< 10	< 10	-	-	100.0	ppm	< 10	< 10	-	-	98.8	ppm	11	< 10	5.0	0.038
Zn	0	ppm	497	53	117.7	0.178	0	ppm	503	58	126.3	0.178	0	ppm	439	52	126.7	0.179

**1: below detection limit

**2: geometric mean

**3: standard deviation

素は、試料A、B、C、の順序で高くなる傾向を示す。

本調査に用いた試料の各元素間の相関マトリックスをTable II-2-23 に示す。この結果では、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している。試料Bで高い相関係数(0.600以上)を示す元素の組み合わせは以下のとおり。

Co - Cr、 Co - Mn、 Co - Ni、 Co - Zn、 Cr - Ni、 Cr-Zn、 Fe - Sr、 K - Rb
Na - Sr、 Ni - Zn

この結果では、本地区の地質と密接な関係が推定される Co、Cr、Ni、Zn の4元素の間で強い相関を示す。

(2) 単変量解析

単変量の解析手法としては、ヌンコック鉱床地区と同様EDA法、Lepeltier法及び幾何平均値プラス2倍の標準偏差の3手法によりしきい値を求めた。試料別元素別のヒストグラム及び累積頻度分布図をAppendix 15 に示す。これら3手法の解析により求められたしきい値などの統計値Table II-2-24 に示す。この解析の結果に対しては以下が指摘される。

- ① EDA法による解析結果では、As、Pb、Sb及びWの4元素は、検出限界以下の分析値を示す試料が多かったことからMedian、Upper Wisker及びUpper Fenceの各値が同一の値を示す。
- ② Lepeltier法による解析の結果では、Cu及びSの累積頻度分布図より2つの分布の重なりが認められる。
- ③ 幾何平均値プラス2倍の標準偏差より求められた値は、大部分の元素で最も高い値をしめす。

EDA法により求めたしきい値及びMedianの値より、ヌンコック地区と同様3区分による元素別の分布図を作成した。この分布図をAppendix 16 に示す。この分布図の作成には、得られた値が中間的な値を示すことから試料Bの結果を使用した。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。

Co: 東部の超塩基性岩の分布域で高い濃度を示す。ビドゥビドゥヒル鉱床付近では、低濃度を示す特徴がある。

Cr: 河川に沿って採取した試料で異常帯及び高濃度帯が認められるが、丘陵地より採取した試料では低濃度を示す特徴がある。この結果は、土壌の厚さに関する可能性が推定される。

Cu: ビドゥビドゥヒル鉱床の分布範囲及びその近傍で異常帯及び高濃度帯が認められ、鉱床と密接な関係にあることを示す。

Fe: 異常帯及び高濃度帯が散在しており、はっきりした傾向は示さない。

Table II-2-23 Coorelation matrix of elements for soil in the Bidu Bidu Hill deposit area

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Na	Ni	Pb	Pt	Rb	S	Sb	Sr	U	Zn
As	1.000																	
Au	-0.27	1.000																
Co	-0.07	-0.13	1.000															
Cr	-0.06	-0.13	-0.72	1.000														
Cu	0.32	0.67	-0.25	-0.29	1.000													
Fe	0.09	0.37	0.53	0.04	0.12	1.000												
K	0.18	0.61	-0.34	-0.26	0.16	-0.42	1.000											
Mn	0.14	0.09	0.80	0.44	0.36	0.19	0.84	1.000										
Na	0.16	0.05	-0.10	-0.26	0.07	-0.36	0.08	-0.18	1.000									
Ni	0.03	-0.14	0.85	0.64	0.31	0.45	0.12	0.30	0.13	1.000								
Pb	0.37	0.29	0.05	0.16	0.19	-0.14	0.24	0.31	-0.13	0.04	1.000							
Pt	-0.52	-0.63	0.91	0.58	-0.66	0.18	0.82	0.14	-0.17	0.04	0.00	1.000						
Rb	0.55	0.08	-0.53	0.34	0.84	-0.63	0.66	0.11	-0.63	0.65	0.78	-0.20	1.000					
S	0.13	0.44	-0.36	-0.49	0.14	-0.14	-0.17	-0.19	-0.32	0.43	0.12	-0.67	0.10	1.000				
Sb	-0.08	-0.19	-0.30	-0.78	-0.13	-0.19	0.48	-0.22	0.26	-0.51	0.72	-0.67	0.10	-0.27	1.000			
Sr	-0.07	-0.19	-0.30	-0.84	0.51	-0.53	0.88	-0.16	0.20	-0.54	0.54	-0.29	0.13	-0.21	0.04	1.000		
U	0.32	0.56	0.04	0.37	0.30	0.59	0.32	0.32	0.33	0.68	0.52	0.12	0.12	0.07	0.02	0.21	1.000	
Zn	-0.01	-0.37	0.28	0.09	0.04	-0.33	-0.42	0.42	-0.51	0.91	-0.74	0.19	-0.13	-0.55	-0.11	-0.19	-0.08	1.000

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Na	Ni	Pb	Pt	Rb	S	Sb	Sr	U	Zn
As	1.000																	
Au	-0.14	1.000																
Co	-0.21	0.11	1.000															
Cr	-0.21	0.79	-0.97	1.000														
Cu	0.28	0.48	-0.19	-0.26	1.000													
Fe	-0.18	0.37	0.50	0.35	-0.19	1.000												
K	0.23	-0.14	-0.36	-0.36	-0.59	-0.58	1.000											
Mn	0.09	0.25	0.62	0.59	0.41	0.15	-0.15	1.000										
Na	-0.12	-0.10	-0.23	-0.19	-0.16	-0.15	-0.20	-0.13	1.000									
Ni	-0.42	0.28	0.83	0.50	0.30	0.42	0.32	0.40	-0.19	1.000								
Pb	0.43	0.15	0.92	0.58	0.54	0.21	0.25	0.42	0.27	0.88	1.000							
Pt	-0.12	-0.38	0.07	0.22	-0.20	0.11	-0.08	0.24	0.17	0.19	0.11	1.000						
Rb	0.81	0.23	-0.10	-0.56	-0.32	-0.21	-0.21	-0.21	-0.43	-0.14	0.08	-0.28	1.000					
S	-0.23	0.33	-0.18	-0.18	-0.47	0.50	-0.32	-0.21	0.13	0.15	0.15	0.15	0.01	1.000				
Sb	-0.09	-0.13	-0.12	-0.16	-0.29	-0.20	-0.27	-0.68	0.38	-0.31	0.17	-0.15	0.11	-0.21	1.000			
Sr	-0.02	0.01	-0.29	-0.18	0.15	0.45	-0.18	-0.22	-0.10	-0.26	-0.82	-0.29	-0.14	-0.08	-0.83	1.000		
U	0.05	0.23	-0.23	-0.21	-0.15	-0.40	0.53	0.15	0.23	-0.20	-0.68	-0.61	0.14	-0.52	0.38	-0.25	1.000	
Zn	-0.13	-0.12	0.08	0.06	0.29	-0.18	-0.37	0.34	-0.26	0.31	0.37	-0.19	0.83	0.19	-0.16	-0.42	-0.12	1.000

	As	Au	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Na	Ni	Pb	Pt	Rb	S	Sb	Sr	U	Zn
As	1.000																	
Au	0.17	1.000																
Co	-0.03	0.24	1.000															
Cr	-0.11	0.24	-0.63	1.000														
Cu	0.13	0.35	-0.10	-0.16	1.000													
Fe	0.08	0.29	0.65	0.02	0.27	1.000												
K	0.09	0.68	0.90	0.34	0.37	-0.39	1.000											
Mn	0.03	0.20	0.94	0.14	0.13	0.22	-0.10	1.000										
Na	-0.19	-0.10	-0.25	-0.24	-0.22	-0.28	0.59	-0.27	1.000									
Ni	-0.11	-0.19	0.86	0.51	0.22	0.16	0.19	0.40	0.15	1.000								
Pb	0.29	0.14	-0.10	0.06	0.26	0.06	-0.19	0.30	0.15	0.93	1.000							
Pt	-0.83	-0.25	-0.21	0.71	-0.18	0.56	-0.45	0.18	-0.14	0.41	0.44	1.000						
Rb	0.45	0.46	-0.12	-0.58	-0.10	-0.28	0.25	0.72	0.25	-0.13	0.70	-0.15	1.000					
S	0.18	0.17	-0.84	0.80	0.51	0.67	0.46	0.46	0.48	0.13	0.70	0.35	-0.57	1.000				
Sb	0.03	-0.19	-0.62	-0.32	0.18	0.25	0.17	-0.25	0.84	-0.39	-0.12	0.03	-0.57	-0.19	1.000			
Sr	-0.03	-0.51	-0.62	-0.32	0.18	0.25	0.17	-0.25	0.84	-0.39	-0.12	0.03	-0.57	-0.19	0.04	1.000		
U	-0.03	0.52	0.67	0.26	-0.25	-0.10	0.32	0.40	-0.39	0.55	0.50	0.19	0.80	-0.28	0.58	0.55	1.000	
Zn	-0.03	-0.80	-0.11	-0.17	-0.09	-0.13	0.87	-0.82	0.83	-0.51	-0.46	-0.20	-0.59	-0.54	-0.65	-0.12	-0.13	1.000

Table II-2-24 Threshold values obtained by each analytical method for soil geochemical survey in the Bidu Bidu Hill deposit area

Unit	Zone A (A)						Upper part of zone B (B)						Lower part of zone B (C)					
	E.D.A. method			Lepeltier method			E.D.A. method			Lepeltier method			E.D.A. method			Lepeltier method		
	Median	Upper Whisker	Upper Fence	B.G. ^{**1} value	T.H. ^{**2} value	%	Median	Upper Whisker	Upper Fence	B.G. ^{**1} value	T.H. ^{**2} value	%	Median	Upper Whisker	Upper Fence	B.G. ^{**1} value	T.H. ^{**2} value	%
Ag ppm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
As ppm	5.0	5.0	5.0	< 1	29	2.5	10.1	5.0	5.0	< 1	14	3.0	7.8	5.0	5.0	< 1	15	2.5
Au ppb	4.0	6.0	4.0	2	27	3.0	17.7	4.0	4.0	6	24	3.5	24.5	4.0	7.0	2	29	4.0
Co ppm	131.0	260.0	490.0	135	550	2.5	574.2	164.0	557.5	169	490	4.5	706.1	308.0	617.0	170	550	2.5
Cr ppm	3362.5	7097.0	14085	2950	18000	2.5	27421.1	3554.5	8327.0	3300	21000	2.5	29524.1	6986.0	15545	3050	19000	2.5
Cu ppm	86.5	146.0	242.0	87	190	13.0	305.7	92.0	270.0	92	270	9.0	338.3	179.0	283.0	105	290	6.0
Fe %	10.73	12.47	15.98	10.8	16.5	3.5	17.21	12.01	18.81	12.0	18.0	4.0	19.92	14.92	18.46	12.5	18.0	4.0
Hg ppm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
K %	0.03	0.09	0.14	0.03	0.37	2.5	0.35	0.03	0.10	0.04	0.22	8.0	0.47	0.03	0.10	0.03	0.54	2.5
Mn ppm	3510.0	5743.0	8355.5	3700	7900	8.0	10187.1	3745.0	8583.0	3750	7800	7.5	11999.8	5353.0	9366.0	3700	11000	2.5
Mo ppm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na %	0.17	0.38	0.74	0.18	0.054	10.5	0.97	0.18	0.41	0.18	0.71	8.5	1.00	0.17	0.41	0.17	0.59	11.0
Ni ppm	803.5	2137.0	4480.5	645	3300	2.5	6698.2	1011.5	4947.5	920	3950	2.5	8016.8	2595.0	5275.5	1200	4400	2.5
Pb ppm	2.0	2.0	2.0	< 1	29	2.5	8.9	2.0	2.0	< 1	29	2.5	9.3	2.0	2.0	< 1	32	2.5
Pt ppb	10.0	10.0	10.0	—	20	2.5	13.6	10.0	10.0	—	30	2.5	28.2	5.0	5.0	7	13	2.5
Rb ppm	6.0	12.0	19.0	6	26	8.0	34.1	7.0	12.0	7	83	2.5	35.2	6.0	14.0	7	34	6.5
S %	0.043	0.057	0.079	0.042	0.070	4.5	0.077	0.034	0.038	0.049	0.042	11.0	0.057	0.028	0.032	0.028	0.034	15.5
Sb ppm	5.0	5.0	5.0	2	11	2.5	6.7	5.0	5.0	< 1	10	2.5	5.8	5.0	5.0	1	8	2.5
Sn ppm	—	—	—	—	—	—	—	1.0	1.0	< 1	7	2.5	1.9	1.0	3.0	< 1	6	9.5
Sr ppm	26.0	43.0	73.0	26	75	6.0	118.9	21.0	39.0	21	72	5.0	116.5	16.5	39.0	17	29	30.0
U ppm	0.20	0.60	1.20	0.4	1.0	9.5	1.55	0.40	0.60	0.4	1.1	8.0	1.64	0.40	0.60	0.39	0.61	22.0
W ppm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.0	—	—	—
Zn ppm	119.0	155.0	237.0	115	205	7.0	266.7	133.0	176.0	135	235	3.0	287.1	139.5	288.0	140	215	4.0

**1: Background

**2: Threshold

- K : 超塩基性岩及び斑れい岩の分布域で高い傾向が見られる。丘陵地より採取した試料で低濃度を示す特徴がある。
- Mn: 丘陵地より採取した試料で低濃度を示す傾向が若干ある程度で、特に顕著な傾向は認められない。
- Na: 異常帯及び高濃度帯が散在しており、顕著な分布傾向は認められない。
- Ni: Crと同様、河川に沿って採取した試料で高濃度帯が認められる。土壤の発達との関係が推定される。
- Pt: Cr及び Ni と同様、河川沿いに採取した試料が高濃度を示し、丘陵地より採取した試料が低濃度を示す特徴が見られる。
- Rb: ビドゥビドゥヒル鉱床の外周部で高濃度を示し、鉱床近傍では低濃度帯が分布する傾向が見られる。これは鉱化作用に伴う変質とRbの濃度との間に負の関係が存在する可能性を示す。
- S : ビドゥビドゥヒル鉱床近傍で異常帯及び高濃度帯が認められ、鉱床と密接な関係を示す。
- Sr: Rbと同様の分布傾向を示し、濃度と鉱化帯は負の関係にある。
- U : ビドゥビドゥヒル鉱床及びその周辺部で異常帯及び高濃度帯が見られるが、高濃度帯の分布域が広いことから鉱床との関係ははっきりしない。
- Zn: Cr及び Ni と同様で、河川沿いに採取した試料が高濃度を示す。

以上の異常帯及び高濃度帯の分布傾向より判断すると、Cu及び Sの2元素が指示元素として有効であることを示す。Rb及び Sr の2元素は、鉱化帯と負の関係を示すと推定されるので指示元素として使用できる可能性が推定される。Cr、Ni及び Zn の3元素については、試料の採取位置によってその濃度が異なる可能性が考えられるので、試料採取地点の選定には十分な配慮が必要と判断される。

(3) 多変量解析

本地区の土壤試料に対して実施した多変量解析の手法は、クラスター分析と因子分析の2手法である。クラスター分析の結果をFig. II-2-17 に、因子分析の結果をTable II-2-25 にそれぞれ示す。

クラスター分析の結果では、いずれの試料でもCo-Cr-Mn-Ni-Znの各元素より成るクラスターとAu-Cuの元素より成るクラスターとが抽出されている。単変量解析の結果 Cu と鉱床との関係が明瞭であることからすると Au も有効な指示元素と考えられる。試料Cでは、Srと Rb が1つのクラスターを構成しており、これら両元素の分布傾向と良く一致する。

単変量解析及びクラスター分析の結果では、Au、Cu及び Sの3元素が指示元素として有効であ

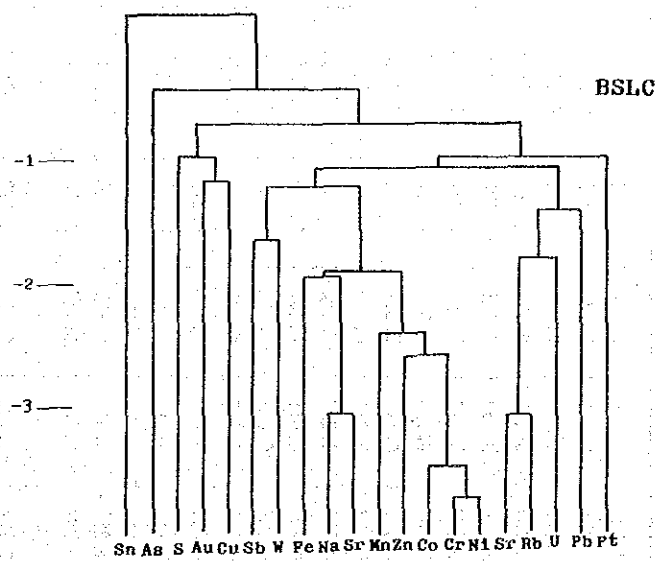
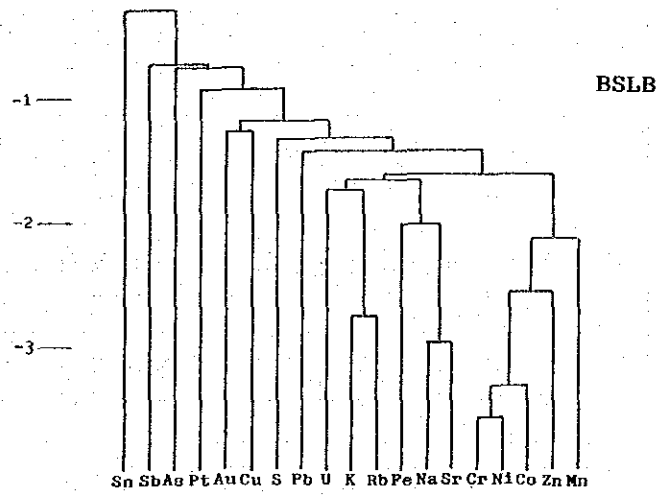
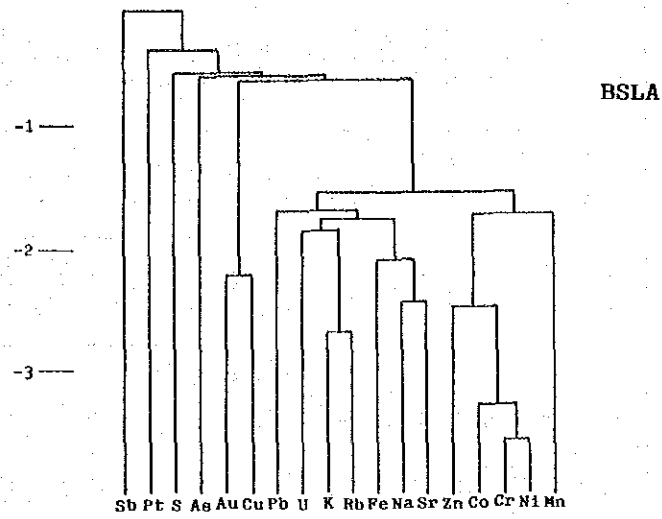


Fig. II-2-17 Dendrogram of elements for soil in the Bidu Bidu Hill deposit area

Table II-2-25 Results of factor analyses for soil in the Bidu Bidu Hill 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
As	0.021	0.355	-0.094	-0.334	0.2539	0.131	-0.019	0.492	0.261	0.3400	-0.036	-0.200	-0.093	0.404	0.2285
Au	0.034	0.151	-0.123	-0.803	0.7074	-0.078	0.147	0.081	0.647	0.6030	0.039	-0.069	-0.114	0.598	0.5052
Co	-0.906	-0.028	-0.125	0.126	0.9401	-0.923	0.180	-0.068	-0.098	0.9458	0.951	0.049	-0.163	-0.080	0.9486
Cr	-0.934	0.039	-0.179	0.160	0.9378	-0.857	0.242	-0.061	-0.207	0.9168	0.880	0.047	-0.197	-0.198	0.9241
Cu	0.179	0.132	0.045	-0.806	0.7250	0.069	0.108	0.127	0.709	0.5618	-0.067	-0.056	-0.007	0.677	0.4927
Fe	-0.510	-0.076	-0.468	-0.242	0.7144	-0.411	0.631	-0.256	0.137	0.6813	0.470	0.232	-0.495	0.248	0.6868
K	0.250	0.684	0.551	-0.013	0.8601	0.369	-0.412	0.656	-0.229	0.7943	-0.350	-0.775	0.284	-0.143	0.8277
Mn	-0.446	0.878	0.022	-0.153	0.6418	-0.697	-0.100	0.292	0.259	0.6483	0.740	-0.238	0.104	0.262	0.7260
Na	0.073	-0.361	0.783	-0.125	0.7898	0.094	-0.857	-0.316	-0.032	0.8608	-0.182	0.260	0.851	-0.183	0.8696
Ni	-0.938	0.050	-0.148	0.183	0.9553	-0.825	0.243	-0.023	-0.305	0.9283	0.852	-0.021	-0.196	-0.290	0.9500
Pb	-0.006	0.668	-0.103	-0.119	0.6070	-0.119	0.057	0.616	0.058	0.4058	0.237	-0.540	-0.062	0.365	0.5003
Pt	-0.150	0.032	-0.176	0.039	0.2736	-0.323	-0.137	-0.045	-0.033	0.4960	0.341	0.145	-0.211	-0.046	0.3503
Rb	-0.002	0.897	0.129	-0.011	0.8316	0.085	-0.071	0.892	-0.201	0.8572	-0.108	-0.922	-0.044	-0.086	0.8776
S	0.337	0.002	-0.458	-0.218	0.4604	0.149	0.433	-0.073	0.573	0.5516	-0.996	0.212	-0.275	0.553	0.4406
Sb	0.021	0.120	0.305	0.083	0.1392	0.170	-0.334	0.001	-0.207	0.2127	-0.254	0.043	0.303	-0.127	0.6155
Sn	-	-	-	-	-	0.276	0.291	-0.120	0.042	0.2922	-0.038	0.132	-0.006	-0.109	0.2462
Sr	0.262	0.010	0.857	0.055	0.8187	0.053	-0.923	0.039	-0.179	0.8900	-0.954	-0.113	0.891	-0.161	0.8828
U	-0.039	0.705	-0.147	-0.274	0.6043	-0.105	0.134	0.699	0.212	0.5831	0.106	-0.671	-0.127	0.337	0.6099
W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.082	0.023	0.034	-0.039	0.5400
Zn	-0.726	-0.175	0.093	-0.122	0.7100	-0.838	0.022	-0.145	0.095	0.7440	0.775	0.128	0.028	0.063	0.6708
F.C. ^{a1}	32.4 %	22.6 %	19.7 %	14.6 %	-	33.4 %	22.8 %	21.9 %	14.6 %	-	32.7 %	19.7 %	17.2 %	15.0 %	-

^{a1}: factor contribution

ることを示すが、因子分析の結果では試料B及びCでこれらの元素と関係の深い因子が抽出されている。試料Aでは、これらの元素が別々の因子として抽出されており、試料B及びCの方が有効であることを示す。試料B及びCで抽出されたこれら3元素に関する因子を比較すると、試料Bの方がより強い関係を示す。試料Bで抽出された因子とその因子と強い関係を示す元素は以下のとおり。

第1因子： Co-Cr-Mn-Ni-Zn

第2因子： Fe-Sr

第3因子： K-Pb-Rb-U

第4因子： Au-Cu-S

第1因子とそれに関係する元素とは、負の関係にある。各因子とそれに関係した元素より判断すると、第4因子が本地区での鉱化作用を示す因子と推定される。

第1因子及び第4因子の高因子得点の分布をFig. II-2-18に示す。この図で示される様に、第4因子の高因子得点の分布は、鉱床の分布域と一致する。この結果より判断すれば、因子分析の手法が本地区においても有効であることを示す。第4因子の負の高因子得点の分布は、河川に沿って見られ、この因子に関係する元素の単変量解析結果と良く一致する。

(4) 河床堆積物試料と土壌試料との関係

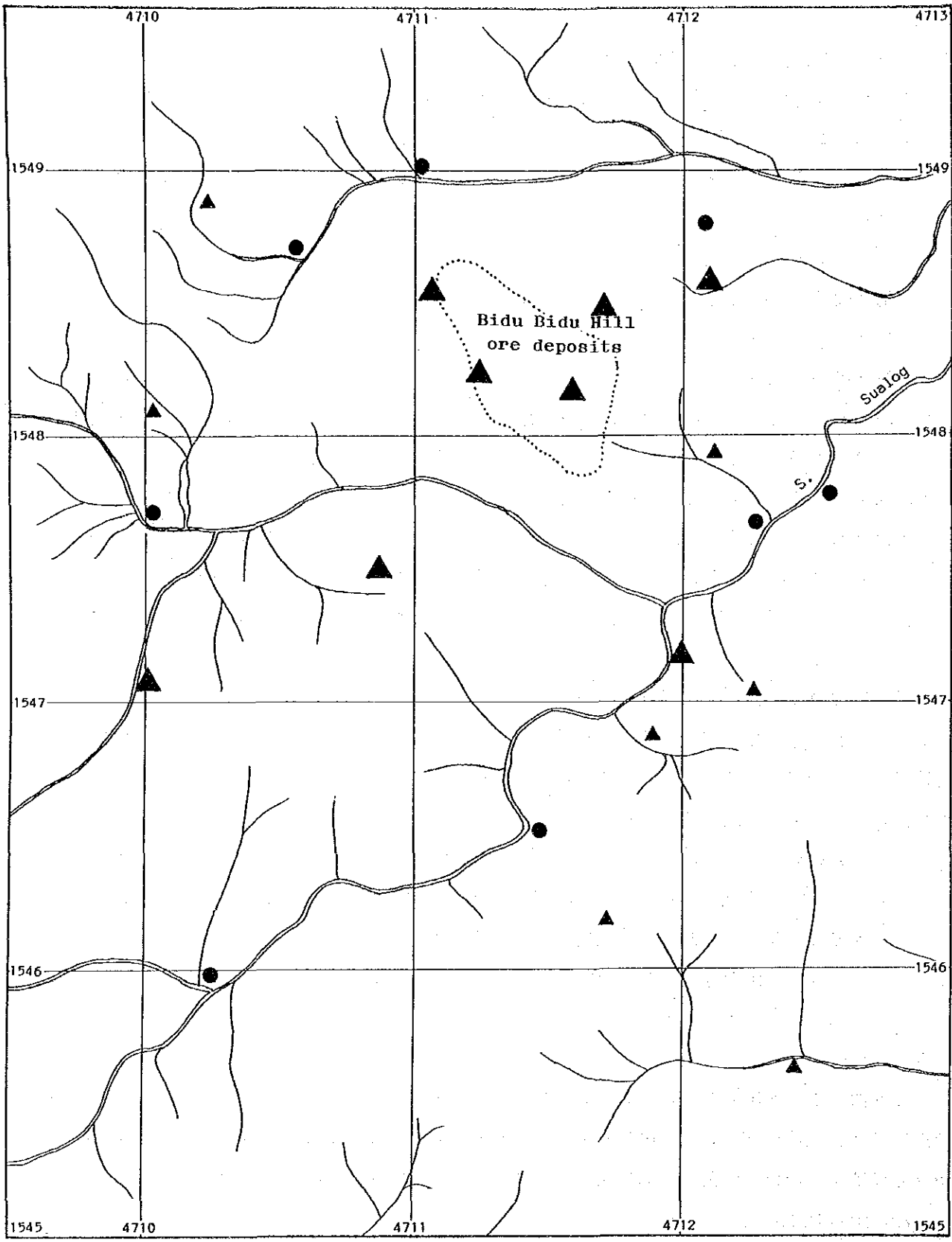
ビドゥビドゥヒル鉱床地区では、試料採取地点番号1~66の地点において土壌試料を河床堆積物試料の採取地点近傍で採取した。これら両試料種の間関係を見るため、各元素ごとの相関係数を求めた。この結果は、以下のとおり。

Au: 0.238	Co: 0.583	Cr: 0.420	Cu: 0.405	Fe: 0.390	Mn: 0.305
Ni: 0.588	Pb: 0.508	S: 0.089	Sb: 0.346	U: 0.405	Zn: 0.486

この結果では、Co、Ni、Pbなどの元素が比較的良い相関を示すが、全体的にみると各元素の相関は、ヌンコック鉱床地区で得られた結果と比較して良くない。

(5) 総合解析

EDA法により抽出された全元素の異常帯の分布をFig. II-2-19に示す。この結果では、鉱床の近傍でCu、S及びUの3元素の異常帯が認められる。Uの異常帯はこれ以外でも認められ、明瞭な傾向は示さない。Cu及びSの異常帯は、鉱床の分布域より1 km以内に位置しておりその影響範囲は限られる。



- ▲ ≥ 1.200 factor 4 factor score

● ≤ -1.000 factor 1 factor score
- $1.200 \geq$ ▲ ≥ 0.800 factor 4 factor score

Fig. II-2-18 Distribution map of factor 1 factor score for soil in the Bidu Bidu Hill deposit area

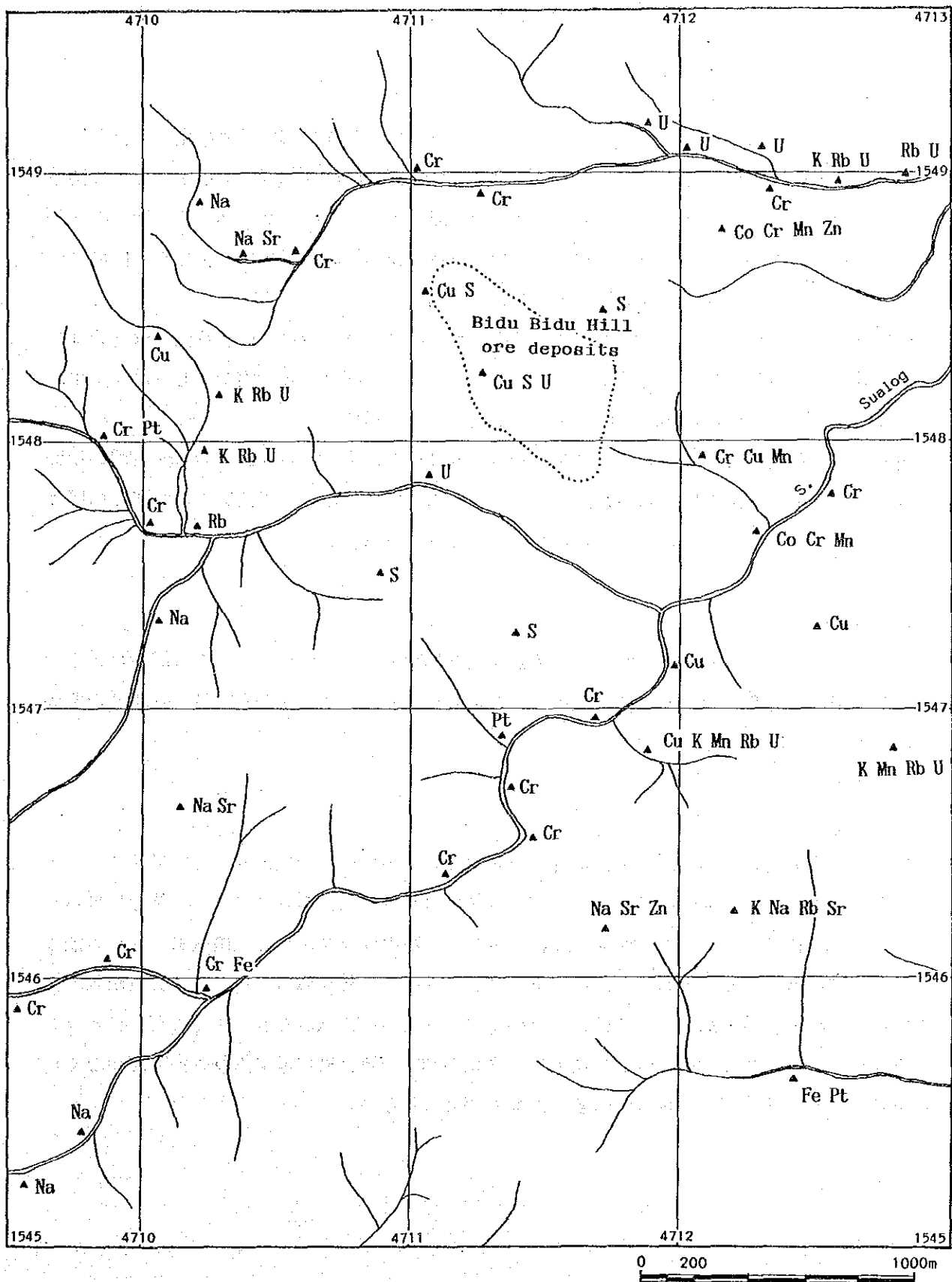


Fig. II-2-19 Interpretation map of soil geochemical survey in the Bidu Bidu Hill deposit area

2-3-5 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、ヌンコック地区と同様 33 元素の化学分析を行った。この化学分析の結果をAppendix 8に、統計処理の結果をTable II-2-26 に示す。分析の結果では、Ag、Ge、Se、Ta及び Wの5元素が全て検出限界以下の値を示し、As、Au、Ba、Cu、Pt、Sb、Sn、Te、Th及び Uの10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た。Crについては、大部分の試料で検出限界以上の値を示す。

河床堆積物試料の分析結果と比較すると、Co、Cr、Mo、Pb、Pt 及び Sn の6元素は河床堆積物の分析結果に比較して高い値を示し、Cu、Fe、Mn、Ni、Sb及び Uの6元素では低い値を示す。S 及び Zn の値は、河床堆積物の分析結果とほぼ同様の値を示す。

本調査に用いた元素の相関マトリックスをTable II-2-27 に示す。本地区での各元素間の相関係数は、ヌンコック鉱床地区の結果と比較すると全般に低い値を示す。本地区での鉱床との関係が推定される Au や Cu についても他元素との相関は認められない。

(2) 単変量解析

パンニング試料に対するEDA法による解析結果をTable II-2-26 に示す。この解析により抽出された異常帯の分布をFig. II-2-20 に示す。この分布図では、各元素の異常帯と鉱床との関係は不明瞭であり、顕著な傾向は殆ど認められない。

(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-2-28 に示す。この表で示されるように、本地区のパンニング試料は多量のクロム鉄鉱の存在によって特徴付けられる。採取した試料は、ブラック・サンドで、採取した試料のほぼ全試料で、磁鉄鉱、クロム鉄鉱、金紅石、針鉄鉱、かんらん石、角閃石、クリノゾイサイト、頑火輝石、石英及び長石が確認されている。これら以外の鉱物としては、一部の試料で普通輝石、緑れん石、ざくろ石、ジルコンが確認されている。調査地区の西部で採取した2試料(BPC15及びBPC16)でクロム鉄鉱が少なく角閃石が多いことを除けば、各試料間の差はあまり認められない。

Table II-2-26 Statistics and thresholds of pan concentrate geochemical survey in the Bidu Bidu Hill deposit area

Statistics						EDA method ^{*3}	
Element	Below detection limit (%)	Maximum value	Minimum value	Mean ^{*1} value	S.D. ^{*2}	Median	Upper Fence
Ag (ppm)	100	< 0.5	< 0.5	—	—	—	—
As (ppm)	75	1	< 1	—	—	—	—
Au (ppb)	78	100	< 2	2.0	0.618	2.0	6.0 ^{*5}
Ba (ppm)	94	10	< 10	—	—	—	—
Ce (ppm)	56	12	< 2	2.1	0.386	2.0	7.0
Co (ppm)	0	196	67	96.4	0.151	99.0	156.5
Cr (ppm)	0 (94 % ^{*4})	> 10000	2270	—	0.102	10000	10000
Cu (ppm)	72	52	< 1	1.3	0.746	1.0	3.0 ^{*5}
Fe (%)	0	12.85	4.55	8.44	0.145	9.64	11.15 ^{*5}
Ga (ppm)	6	23	< 1	7.0	0.330	8.0	12.0
Ge (ppm)	100	< 5	< 5	—	—	—	—
Hg (ppb)	0	120	10	16.1	0.322	10.0	35.0
La (ppm)	56	4	< 1	0.9	0.305	1.0	2.0 ^{*5}
Mn (ppm)	0	3230	765	2050.0	0.217	2165.0	5055.0
Mo (ppm)	16	5	< 1	2.1	0.315	3.0	4.5
Ni (ppm)	0	915	103	293.0	0.183	303.0	469.0
Pb (ppm)	25	6	< 2	2.5	0.419	2.0	7.0
Pt (ppb)	88	200	< 5	3.6	0.467	5.0	5.0
Re (ppm)	13	14	< 1	2.7	0.367	3.0	7.0
S (%)	0	0.253	0.013	0.031	0.356	0.025	0.079
Sb (ppm)	91	1.0	< 0.2	0.1	0.188	0.20	0.20
Se (ppm)	100	< 0.2	< 0.2	—	—	—	—
Sn (ppm)	97	5	< 2	2.1	0.070	2.0	2.0
Ta (ppm)	100	< 2.0	< 2.0	—	—	—	—
Te (ppm)	88	0.10	< 0.10	—	—	—	—
Th (ppm)	94	2.0	< 1.0	0.53	0.117	1.0	1.0
Ti (%)	0	8.08	0.20	1.8	0.396	2.48	7.29
U (ppm)	84	0.2	< 0.2	0.12	0.165	0.20	0.20
V (ppm)	0	558	239	366.1	0.097	368.0	431.0 ^{*5}
W (ppm)	100	< 2	< 2	—	—	—	—
Y (ppm)	31	22	< 5	4.9	0.256	5.0	7.5
Zn (ppm)	0	804	108	354.1	0.165	354.0	634.0
Zr (ppm)	0	745	17	167.5	0.375	177.5	407.5

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

*4: above detection limit *5: Upper Wisker

Table II-2-27 Coorelation matrix of elements for pan concentrates in the Bidu Bidu Hill deposit area

	Au	Ce	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	Hg	La	Mn	Mo	Ni	Pb	Pt	Re	S	Sb	Sn	Th	Ti	U	V	Y	Zn	Zr
Au	1.000																								
Ce	.317	1.000																							
Co	.241	-.298	1.000																						
Cr	.112	-.422	.642	1.000																					
Cu	.057	.206	.133	.123	1.000																				
Fe	-.087	.414	-.072	-.153	.110	1.000																			
Ga	.086	.293	.007	-.009	.031	-.106	1.000																		
Hg	.318	.001	.062	.146	-.112	-.061	.135	1.000																	
La	.211	.959	-.412	-.501	.139	.378	.271	-.051	1.000																
Mn	.066	.576	-.172	-.203	.015	.876	.088	-.013	.538	1.000															
Mo	-.008	-.117	.409	.019	.120	-.223	-.059	-.208	-.124	-.274	1.000														
Ni	.120	-.316	.785	.565	-.003	-.194	.145	.164	-.353	-.322	.210	1.000													
Pb	.082	-.141	.116	.057	-.149	.184	-.053	.384	-.114	.100	-.240	.023	1.000												
Pt	.258	-.106	.036	.076	-.141	-.118	.146	.080	-.146	-.076	.036	-.005	.187	1.000											
Re	-.010	-.298	.428	.458	.237	-.340	-.212	-.108	-.366	-.353	.236	.076	-.079	.109	1.000										
S	-.226	.345	-.245	-.335	.282	.604	-.189	-.109	.320	.493	.008	-.287	.003	-.066	-.254	1.000									
Sb	.032	-.005	.037	.060	.113	.213	-.100	.321	-.005	.073	-.256	.016	.737	-.091	.032	.138	1.000								
Sn	-.090	.357	-.502	-.961	-.099	.095	.000	-.117	.402	.122	-.015	-.454	-.046	-.061	-.367	.220	-.048	1.000							
Th	-.122	-.207	.077	.055	-.134	-.208	.134	-.159	-.188	-.081	.137	.042	.057	-.082	.015	-.258	-.066	-.044	1.000						
Ti	-.102	.350	-.287	-.195	-.093	.864	-.049	.015	.313	.877	-.384	-.413	.181	.012	-.348	.440	.106	.133	-.067	1.000					
U	.330	.406	.174	.085	.073	-.091	.267	.342	.443	.052	-.234	.383	.054	-.129	-.136	-.177	-.009	-.068	-.093	-.154	1.000				
V	-.164	.046	.176	-.032	-.006	.536	-.234	-.270	.049	.369	.253	-.074	.206	.044	-.143	.241	.068	.004	-.063	.431	-.203	1.000			
Y	-.101	.574	-.571	-.566	.197	.482	.071	-.271	.605	.629	-.088	-.668	-.143	-.198	-.241	.409	-.081	.464	.104	.543	-.131	.009	1.000		
Zn	.251	-.308	.914	.637	.078	-.207	.115	.039	-.405	-.191	.510	.713	.009	.019	.384	-.208	-.096	-.569	.193	-.361	.171	.058	-.497	1.000	
Zr	.148	.207	.028	.085	-.248	.443	.101	.284	.176	.615	-.414	.116	.246	.039	-.278	.038	.117	-.089	.186	.608	.234	.053	.180	-.011	1.000

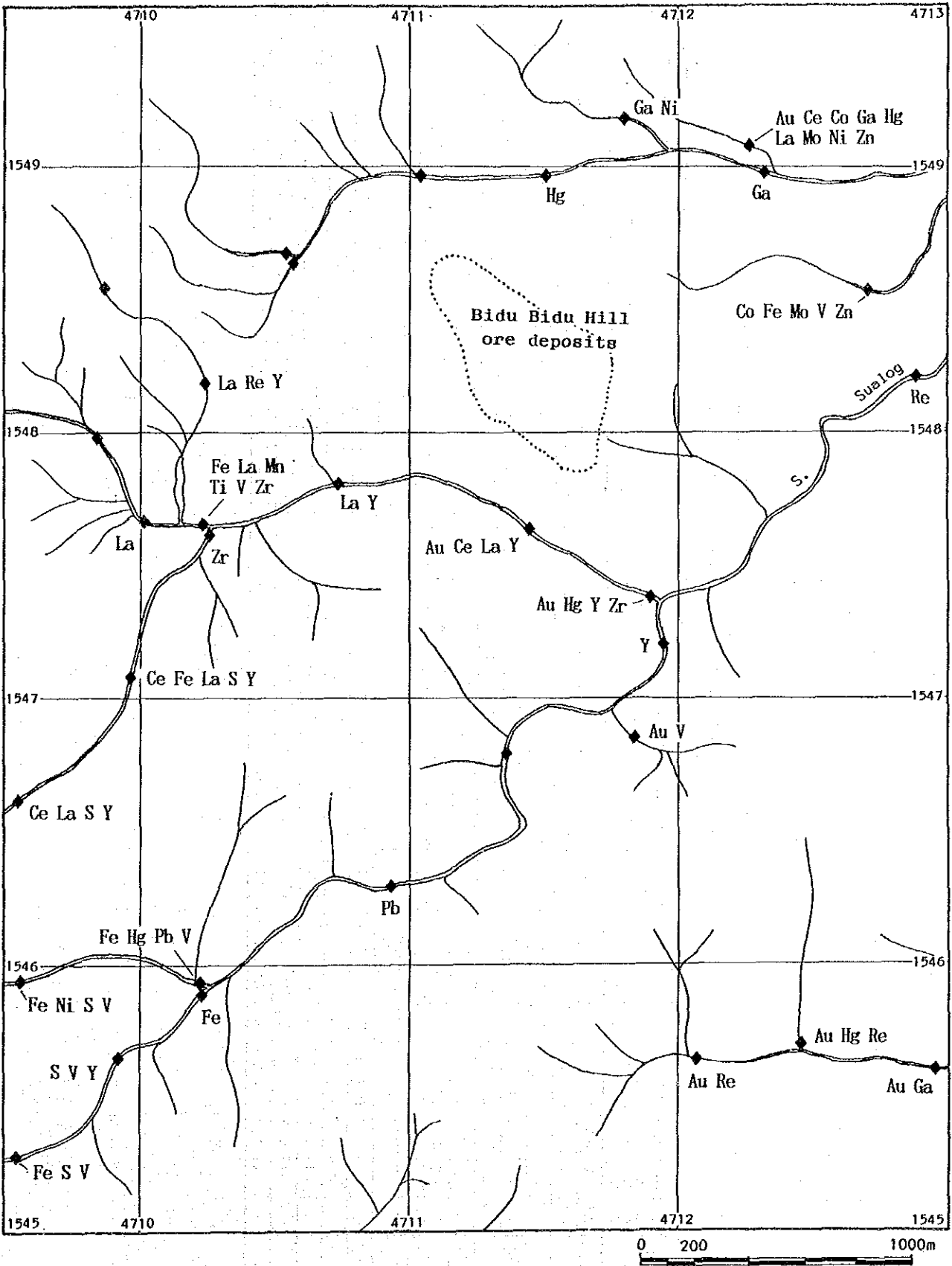


Fig. II-2-20 Interpretation map of pan concentrate survey in the Bidu Bidu Hill deposit area

Table II-2-28 Results of qualitative mineral examination of pan concentrates in the Bidu Bidu Hill deposit area

Sample Number Mineral Names	BP C 01	BP C 02	BP C 03	BP C 04	BP C 05	BP C 06	BP C 07	BP C 08	BP C 09	BP C 10	BP C 11	BP C 12	BP C 13	BP C 14	BP C 15	BP C 16	BP C 17	BP C 18	BP C 19	BP C 20	BP C 21	BP C 22	BP C 23	BP C 24	BP C 25	BP C 26	BP C 27	BP C 28	BP C 29	BP C 30	BP C 31	BP C 32	
Magnetite	4.5	8.2	3.7	5.0	5.2	5.6	5.5	4.2	1.9	1.1	11.7	8.5	7.1	3.5	3.3	3.3	8.5	13.3	7.7	1.9	9.9	10.6	12.4	14.3	6.5	17.0	4.5	1.3	4.3	3.8	3.9	4.1	
Chromite	75.2	76.7	90.7	81.6	83.0	76.0	84.8	86.9	83.0	46.6	58.0	65.5	79.2	87.6	16.0	7r	78.3	73.7	86.4	94.4	80.6	78.4	76.5	75.4	84.8	73.5	82.7	81.7	87.3	85.2	90.5	82.4	
Rutile	Tr	2.7	Tr	0.9	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	1.9	Tr	3.5	5.4	1.9	6.6	Tr	Tr	1.7	1.8	1.0	2.7	2.6	1.7	0.8	1.8	1.7	1.8	0.4	4.7	Tr	1.9	0.5	
Goethite	Tr	1.8	1.0	1.9	1.9	2.7	0.9	Tr	2.8	23.4	7.1	3.5	2.7	2.8	1.9	Tr	2.7	3.4	1.4	0.5	1.3	1.3	2.6	4.2	1.4	3.3	1.4	1.8	1.0	0.9	0.5	0.5	
Olivine	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0.9	2.8	2.2	0.9	Tr	Tr	2.8	4.1	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0.5	Tr	Tr	
Ausite	Tr											4.4	Tr	Tr																			
Amphibole	2.5	1.8	0.9	2.8	1.9	1.8	1.9	1.4	1.8	4.7	4.5	2.6	Tr	Tr	14.2	61.2	Tr	1.7	0.5	Tr	0.4	0.9	1.3	0.7	0.5	0.8	0.5	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	
Clinozoisite	Tr									2.8	Tr	Tr	Tr	Tr	6.6	2.4	0.9	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0.8	0.5	Tr	Tr	Tr	0.9	Tr	Tr	
Epidote												Tr					Tr	Tr								Tr							
Garnet																	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	
Zircon																																	Tr
Enstatite	8.4	5.4	2.9	6.6	6.5	8.2	4.7	6.6	5.5	11.2	13.4	7.0	2.7	1.9	46.2	12.2	7.2	4.2	1.8	Tr	4.5	3.5	3.4	2.5	2.8	3.3	5.5	4.4	1.9	5.6	0.9	0.5	
Quartz	0.1	0.1	0.1	0.1	Tr	0.2	Tr	Tr	0.1	0.2	0.3	0.2	Tr	0.1	0.1	0.7	0.1	0.2	Tr	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	Tr	0.4	0.4	0.1	0.4	0.3	0.2	
Plagioclase	9.3	1.4	0.7	1.1	1.5	4.5	2.2	0.9	4.5	5.3	2.8	3.9	1.6	2.2	2.8	16.1	2.3	1.8	0.4	1.9	0.4	2.5	1.9	1.2	1.5	0.4	3.2	10.0	0.7	2.7	2.0	1.8	

2-3-6 室内試験結果

(1) 薄片鑑定

本調査地区からは、薄片鑑定用試料として10試料を採取したが、このうちの5試料はビドゥビドゥヒル鉱床に対して実施されているボーリングのコアより採取した。本調査で採取した試料とその鑑定結果をTable II-2-29 に示す。なお、備考の欄では、試料を採取したボーリング孔の孔番号及び深度を示す。

鑑定試料のうちN015及びG015は、超塩基性岩である。N015の試料は、鉱体の上盤側に位置する蛇紋岩化した超塩基性岩であるが、鉱体との関係は不明である。G015の試料は蛇紋岩化を受けているレズロライトであり、鏡下では集積組織が認められる。オフィオライトを構成する超塩基性岩では、一般に集積組織が認められるので、本地区の超塩基性岩もオフィオライトの一部である可能性が推定される。

N016の試料は、ビドゥビドゥヒル鉱床の直上に分布する礫岩であるが、顕鏡の結果では本岩が緑泥石化作用を受けていることを示す。

上記以外の試料は、本鉱床地区に広く分布するChert-Spilitite 層中の玄武岩とこれを貫く細粒の斑れい岩より採取した試料である。顕鏡結果では、これら両岩の構成鉱物に類似点が多く認められ、これらの岩石が一連の生成物である可能性が推定される。二次鉱物としては、緑泥石が認められ、全般に緑泥石化作用を受けていることを示す。

(2) 研磨片及び研磨薄片鑑定

本調査地区より研磨片試料5試料、研磨薄片試料2試料を採取し鑑定した。本地区では小規模なゴッサンの露頭を除くと、鉱化帯は地表では認められないので、鑑定に供した試料はいずれもビドゥビドゥヒル鉱床に対して実施されているボーリング孔より採取した。試料の内N020、N021、N022、N024の4試料は塊状鉱、N025はストックワーク状鉱、N019は鉱体上端の粘土化帯より採取した試料である。鑑定の結果をTable II-2-30 に示す。

研磨片の鑑定結果では、黄銅鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、白鉄鉱及び銅の二次鉱物である斑銅鉱、輝銅鉱、及び銅藍が同定されている。これらの鉱石鉱物はいずれも細粒で、黄鉄鉱中にはコロホームやフランボイダル組織が多く認められ、本鉱床が堆積性の鉱床であることを示す。

研磨薄片試料の鑑定結果では、鉱体の上端で採取した試料(N019)が顕著な緑泥石化作用を受けていることを示す。また、ストックワーク状鉱では、その母岩が絹雲母化及び緑泥石化を受けている。

(3) X線回折試験

本鉱床地区より採取した5試料に対してX線回折による試験を行った。この試験結果をTable II-2-31 に示す。採取した試料は、いずれもピドゥピドゥヒル鉱床に対して実施されているボーリングのコアより採取した試料である。

N015の試料は、鉱体よりかなり離れた上盤の玄武岩溶岩であるが、特徴的にカオリナイトが同定されている。N017の試料は、鉱体近傍で上盤側に位置する千枚岩様に破碎された堆積岩試料である。この試料ではモンモリロナイトが同定されており、後述の下盤側の岩石と比較して変質が弱いことを示している。N018の試料は、鉱体直上の玄武岩が変質した変質帯であり、この試験結果が示すように、強度の緑泥石化及び赤鉄鉱化により特徴付けられる。N019の試料は、鉱体の一部を構成するストックワーク状鉱であるが、この結果では完全に緑泥石に変質していることを示す。N027及びN028の試料は、いずれも鉱体の下盤側より採取した玄武岩溶岩である。下盤側では、この結果が示すように緑泥石化やモンモリロナイト化が認められるが、局部的にはN028の試料が示すように完全に緑泥石に変質している部分もある。

(4) EPMA分析試験

研磨片試料の鑑定結果に基づき、研磨片試料より3試料を選びEPMAによる分析を行った。分析は、これらの試料より黄銅鉱3点、閃亜鉛鉱2点の計5点を選び実施した。これらの分析の結果をTable II-2-17 に示す。

分析の結果では、閃亜鉛鉱中の亜鉛が比較的低い値を示しており、低温の環境で生成したものと推定される。黄銅鉱については、理論値に近い値を示しており変化は認められなかった。

Table II-2-31 Results of X-ray diffraction analyses in the Bidu Bidu Hill deposit area

Sample No.	Location	Descriptions	Detected minerals										Remarks (DDH No.) (Depth)			
			Quartz	Plagioclase	Hornblende	Augite	Calcite	Analcite	Chlorite	Montmorillonite	Kaolinite	Goethite		Hematite	Pyrite	Chalcopyrite
N015	Ore deposit area (DDH)	Dark green chloritized basalt (H.W.)			○						○					WS88-8 61.60 m
N017	Ore deposit area (DDH)	Reddish brown phyllitic sediments (H.W.)	○							○		•				WS89-136 133.90 m
N018	Ore deposit area (DDH)	Strongly chloritized & hematized sheared basalt			○		○		○				○			WS88-8 (HW) 74.10 m
N019	Ore deposit area (DDH)	Stockwork ore							○				○	○		WS89-98 74.00 m
N027	Ore deposit area (DDH)	Dark green chloritized brecciated basalt (F.W.)		○	•	○		○	•	•						WS88-8 85.50 m
N028	Ore deposit area (DDH)	Light green strongly argillized basalt (F.W.)								◎						WS88-10 139.80 m

◎ : abundant ○ : moderate ○ : few • : rare