

の石英及び長石が混入した。主な構成鉱物の分布と地質の関係は以下のとおりである。

磁鉄鉱 : 磁鉄鉱は、大部分の試料で認められた。超塩基性岩～塩基性岩及びチャート・スピライト層の分布する河川で多くの磁鉄鉱が認められた。

クロム鉄鉱 : クロム鉄鉱は、その上流域あるいは付近に超塩基性岩が分布する河川で認められ、超塩基性岩を起源とすることを示す。

チタン鉄鉱 : チタン鉄鉱は、微量ではあるが多くの試料で出現する。

針鉄鉱 : 針鉄鉱は半数以上の試料で認められ、主として堆積岩の分布域で多い傾向を示す。

黄鉄鉱 : 黄鉄鉱は、極少量であるが堆積岩類及びチャート・スピライト層の分布域で認められる。マムート鉱山周辺の河川では比較的多量の黄鉄鉱が出現する。

1-2-5 岩石地化学探査

後背地の地化学的特性を明らかにするため、本地区より採取した52個の代表的な岩石試料に対して河床堆積物地化学探査で採用した元素と同じ21元素の化学分析を行った。採取した試料の一覧をAppendix 6に、試料の採取位置をFig. II-1-3に、分析結果をAppendix 7にそれぞれ示す。

分析の結果、Auについては、80%以上の試料で検出限界以下の値を示した。各元素と岩石との関係は、以下の通りである。

As: 最高値25 ppmは、かんらん岩で得られている。高い値は頁岩、砂岩などの堆積岩で多い傾向が認められる。

Au: 試料数の80%が検出限界以下の値を示した。最高値4 ppbは砂岩で得られた。その絶対値が低いことから明瞭な傾向は認められない。

Ba: 貫入岩が最高値1,620 ppmを示しており一般に高い傾向を示す。これに対し超塩基性岩類は一般に低い値を示す。

Co: 最高値119 ppmは、かんらん岩より得られた。一般に塩基性岩類が高く、堆積岩類が低い傾向を示す。

Cr: 最高値1,815 ppmは、かんらん岩で得られ、高い値を示す試料は、超塩基性岩に限られる

Cu: 最高値86 ppmは、斑れい岩で得られた。塩基性岩及び貫入岩類が比較的高い値を示す傾向がある。

Hg: 最高値の2,142 ppbを示した試料は、千枚岩である。泥質の堆積岩が高い傾向を示す。

K: 最高値2.12%は貫入岩で得られたが、貫入岩及び堆積岩が高い傾向を示す。かんらん岩の値は著しく低い。

Mg: 最高値25.21%は、かんらん岩で得られた。高い値は、超塩基性岩に限られる。

Mn: 最高値2,471 ppmは砂岩で得られたが、特定の岩石との関係は明らかでない。

Mo: 最高値は4 ppmと低く、特定の岩石との関係は明らかでない。

Na: 最高値3.12%を示した試料は、玄武岩である。超塩基性岩類は低い値を示す。

Ni: 最高値3,177 ppm は、蛇紋岩で得られた。高い値は、超塩基性岩に限られる。

Pb: 最高値51 ppmは、千枚岩で得られた。堆積岩類が高い値を示す傾向がある。

S : 最高値0.546 % は、千枚岩で得られた。堆積岩が高い値を示す傾向があるが、斑れい岩の一部も比較的高い値を示す試料がある。

Sb: 最高値14.7 ppmは、斑れい岩で得られた。特定の岩石との関係は明らかでない。

Sr: 最高値616 ppm は、斑れい岩で得られた。かんらん岩は低い傾向を示す。

Ti: 最高値1.53 %は斑れい岩で得られた。高い値と岩石との関係ははっきりしないが、超塩基性岩は低い傾向をしめす。

U : 最高値3.6 ppm は貫入岩より得られた。貫入岩及び堆積岩が高い傾向を示す。超塩基性岩は低い値を示す。

W : 最高値463 ppm は、砂岩で得られた。一般に砂岩が高い傾向を示す。

Zn: 最高値250 ppm は、かんらん岩得られた。超塩基性岩で高い値を示す。

各元素と各岩石との関係を総合すると、Co、Cr、Mg、Ni、Znは超塩基性岩で高い値を示し、Cu、Ba、K、Ti は塩基性岩や貫入岩で高い値を示す傾向がある。As、Hg、Pb、S、Uは砂岩、頁岩など堆積岩と深い関係を示す傾向がある。これらの元素と岩石との関係は、一般的に知られている岩石中の元素の傾向と同様である。

1-2-6 土 壌 地 化 学 探 査

本地区で採取した48試料に対して 6元素 (Al、Co、Cr、Fe、Ni、Pt) の化学分析を行った。土壌試料は、ラテライト化の著しい主として超塩基性岩及び塩基性岩の分布域より採取した。採取した試料の層準はB層の上部である。採取した試料の一覧を及び分析結果をAppendix 8に示す。

分析の結果、各元素について下記のような基本統計値を得た。

元素	最低値	最高値
Al	1.26 %	10.83 %
Co	21 ppm	1,212 ppm
Cr	118 ppm	13,594 ppm
Fe	4.42 %	45.78 %
Ni	80 ppm	10,797 ppm
Pt	< 5 ppb	60 ppb

これらの分析結果では、Ni で最高 10,797 ppm の高い値が得られた。この試料 (N502) はラノウ北東方 4 km に位置する。Co の最高値 (1,212 ppm) を示した試料も同一試料である。地区の北西部にも高い値 (7,229 ppm) を示す試料 (U554) がある。これ以外の試料では5,000 ppm 以下の値を示す。Crの高い値を示す試料は北部で見られる。この区域より採取された6試料 (H508~H513) の値は7,932 ppm ~ 13,594 ppm の範囲にある。この区域では Fe も高い値を示し31.96% ~45.78 % を示す。

1-2-7 室内試験結果

(1) 薄片鑑定

本地区に分布する岩石のうち、火成岩4試料、緑色片岩1試料の計5試料を採取し薄片鑑定を行った。鑑定の結果をTable II-1-4に示す。採取した火成岩はいずれも酸性～中性の貫入岩でありいずれも調査地区の中央部のラナウ及びキナバル山周辺より採取した試料である。緑色片岩はトルスマディ層より採取した試料である。検鏡の結果では変成作用をかなり受けていることを示す。この変成作用は試料の採取地点がキナバル山を構成する花崗岩体の近くであったため、この岩体の進入にると考えられる。

(2) 研磨片鑑定

本年度の調査で認められた鉱徴地より1試料(U535)を採取し研磨片による鑑定を行った。鑑定結果をTable II-1-5に示す。試料は調査地区北端部に分布するチャート・スピライト層中の玄武岩中に認められた石英脈である。検鏡結果では、黄鉄鉱の他に少量の黄銅鉱が認められた。

(4) 鉱石分析

本地区で認められた鉱徴地より採取した6試料について、Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Mo、Sの7元素の鉱石分析を行った。分析結果をTable II-1-6に示す。採取した試料は、泥質岩中の黄鉄鉱2試料、石英脈4試料である。分析の結果ではいずれも品位が低く、顕著な結果は得られなかった。

Table II-1-4 Observation results of thin sections collected in Kinabalu area

Ser. No.	Sample No.	Location Coordinates		Geologic Units	Rock Name	Texture	Phenocrysts, big minerals		Groundmass and accessory minerals		Metamorphic and altered minerals	
		N	E				quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet sphene sphene zircon apatite opaque minerals	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet sphene sphene zircon apatite opaque minerals	quartz plagioclase epidote chlorite prehnite pumpellyite sericite calcite opaque minerals		
1	N644	1576.76	4638.49	I ₁	Dacite Porphyry Greenschist	Porphyritic	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet sphene sphene zircon apatite opaque minerals	quartz plagioclase epidote chlorite prehnite pumpellyite sericite calcite opaque minerals			
2	U542	1578.28	4623.86	Ub		Cataclastic						
3	U543	1577.95	4623.00	I ₁	Adamellite	Hypidiomorphic granular	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet sphene sphene zircon apatite opaque minerals	quartz plagioclase epidote chlorite prehnite pumpellyite sericite calcite opaque minerals			
4	D527	1560.80	4646.02	I ₁	Dacite porphyry andesite porphyry	Porphyritic and intersertal Porphyritic	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet sphene sphene zircon apatite opaque minerals	quartz plagioclase epidote chlorite prehnite pumpellyite sericite calcite opaque minerals			
5	P515	1567.05	4659.85	I ₁	Andesite porphyry	Porphyritic	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet sphene sphene zircon apatite opaque minerals	quartz plagioclase epidote chlorite prehnite pumpellyite sericite calcite opaque minerals			

◎ : abundant, ○ : common, ◦ : a little, ● : rare.

Table II-1-5 Observation results of polished section collected in Kinabalu area

Kinabalu

Ser. No.	Sample No.	Coordinates		Descriptions	Detected mineral								Remarks					
		N	E		Chalcopyrite	Bornite	Chalcocite	Pyrite	Sphalerite	Hematite	Limonite/ Goethite	Malachite		Gangue minerals				
1	U535	1623.45	4673.12	Pyrite dissemination	.													Partly weathered

●: abundant ○: common ◦: a little ∙: rare

Table II-1-6 List of ore samples and their assay results in Kinabalu area

Ser. No.	Sample No.	Coordinates		Descriptions	Assay results								Remarks
		N	E		Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	S (%)		
1	U534	1623.90	4673.20	Fine-grained pyrite nodule in shale	< 0.1	< 0.1	12	20	32	17	1.71		
2	U535	1623.45	4673.12	Quartz veinlet in basalt with pyrite disseminations.	< 0.1	< 0.1	148	16	67	17	1.56		
3	Y623	1518.87	4636.65	Quartz vein in sandstone.	< 0.1	< 0.1	5	18	16	12	0.03		
4	Y625	1518.33	4631.50	Quartz vein in phyllite.	< 0.1	< 0.1	5	20	32	10	0.08		
5	P504	1534.15	4654.60	Fine-grained pyrite nodule in shale	< 0.1	< 0.1	35	179	31	12	25.89		
6	N555	1518.60	4668.22	Quartz vein in sandstone	< 0.1	< 0.1	8	16	28	12	0.06		

1-3 ラブク地区調査結果

1-3-1 地質及び鉱化作用

ラブク地区の地質は、基盤をなす白亜紀～始新世の超塩基性岩(Ub)と塩基性岩の噴出岩類を主とする堆積岩類(KPCs)及び白亜紀後期～始新世後期にかけての泥岩を主とする堆積岩類(KPSP)と始新世以降の堆積岩類より構成される。本調査では、地化探の試料採取に並行して地質概査を行った。この結果と既存資料(Y. E. Heng; 1985)により本地区の地質図(Fig. II-1-7)を作成した。

超塩基性岩類(Ub)は調査地区の中央部で南北方向に分布し、その幅は10 km～30 kmである。本岩は、蛇紋岩、蛇紋岩化したかんらん岩及び斑れい岩よりなる。これらの岩石は互いに密接な関係をもって分布する。超塩基性岩の西側にはNE-SWの方向を持って主として玄武岩質枕状溶岩よりなるチャート・スピライト層(KPCs)が分布する。チャート・スピライト層はこれ以外にも超塩基性岩類の周辺に小岩体として分布しており、超塩基性岩類とともにオフィオライトを形成するものと考えられる。調査地区の南部には、白亜紀後期～始新世後期に堆積したと考えられているサブルト(Sapulut)層がWNW-ESEの方向に分布する。本層は泥岩を主とし砂岩、チャート、礫岩などを伴う。

調査地区東部の広い範囲には、始新世～漸新世に堆積したクラピス(Kulapis)層(P₂Ks)が分布する。本層は、主として塊状の砂岩より構成される。地区の北部より東部にかけては、クラピス層の上位に始新世～漸新世に堆積したとされるクロッカー(Croker)層(P₂Cr)が分布する。本層は石灰質の砂岩を主とし頁岩、シルト岩より成り、希に火山砕屑岩及び石灰岩などを挟む。

始新世～漸新世の堆積物の上位には、漸新世のラバング(Labang)層(P₃Lb)とクダット(Kudut)層(P₃Kd)が分布する。ラバング層は調査地区南西端の小範囲に分布し、砂岩、頁岩、泥岩、シルト岩、礫岩などより構成される。クダット層は、調査地区の北部の小範囲に分布する。岩相はラバング層と同様で、砂岩、頁岩、泥岩、シルト岩、礫岩などより構成される。

調査地区の中央東部には、漸新世～中新世中期に堆積したガリノノ(Garinono)層(P₄Gr)が分布する。本層は、スランププレッチャーの堆積物が特徴的に認められ泥岩、凝灰岩、砂岩、頁岩などより構成される。調査地区南部の比較的広い範囲には、中新世初期より中期にかけて堆積したとされるタンジョン(Tanjong)層(N₂Tj)が分布する。本層は、泥岩、砂岩、シルト岩、礫岩などより構成される。

調査地区北東端の小範囲には、河川沿いに中新世中期～鮮新世に堆積したボンゴヤ(Bongoya)層(N₄By)が堆積する。本層は、砂岩、泥岩、シルト岩、礫岩などより構成される。

更新世の段丘堆積物(Q₁)が調査地区中央の小範囲に分布する。またラブク川の下流域及び河川沿いには、沖積層(Q₂)が分布する。

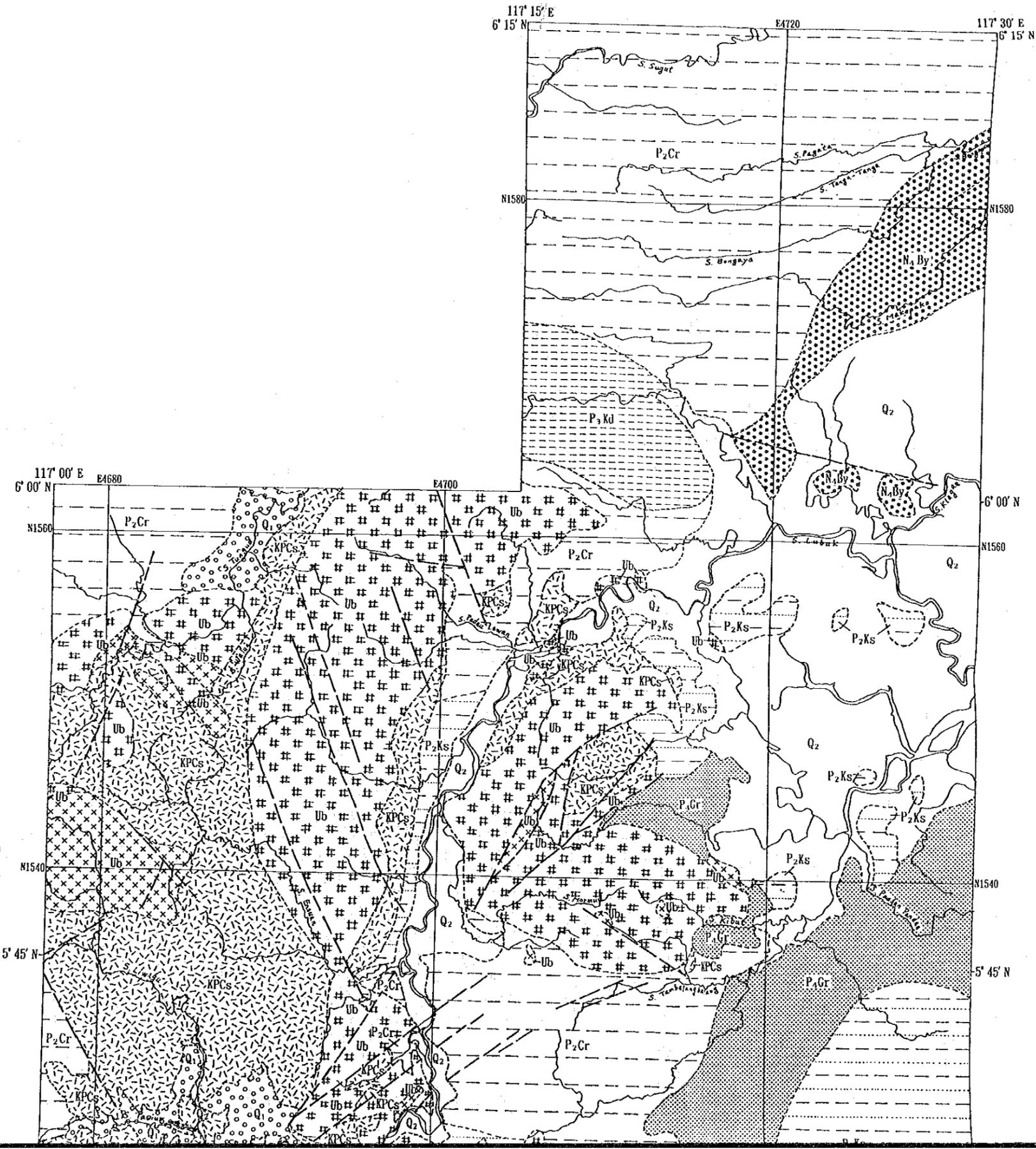
L E G E N D

SEDIMENTARY AND SEDIMENTARY-VOLCANIC ROCKS

- | | | |
|------------------------------|---|--|
| Recent |  | Coastal and riverine alluvium |
| Pleistocene |  | Terrace sand, gravel and coral |
| Middle Miocene-Pliocene |  | Bongoya Formation: sandstone, mudstone, siltstone, conglomerate and lignite with minor limestone and tuff. |
| Early Miocene-Middle Miocene |  | Tanjong Formation: mudstone, sandstone, siltstone, conglomerate, minor limestone and lignite. |
| Oligocene-Middle Miocene |  | Garinono Formation: slump breccia and sequences of interbedded mudstone, tuff, tuffaceous sandstone, shale, conglomerate with minor chert and limestone. |
| Oligocene |  | Kudat Formation: sandstone, shale, mudstone, siltstone, conglomerate and limestone. Lithmic alternations of siltstone and shale with rare limestone. |
| |  | Labang Formation: sandstone, shale, mudstone, siltstone, conglomerate and limestone. Lithmic alternations of siltstone and shale with rare limestone. |
| Eocene-Oligocene |  | Crocker Formation: red calcareous sandstone and shale. Flysch-type sandstone, shale, siltstone with rare tuff, limestone, breccia and agglomerate. |
| |  | Kulapis Formation: mainly massive sandstone with spherical and ellipsoidal concretions and thin vitrain coal seams, bedded with siltstone, shale and mudstone. |
| Late Cretaceous-Late Eocene |  | Sapulut Formation: mudstone with some sandstone, conglomerate and limestone. |
| Cretaceous-Eocene |  | Chert-Spilitic Formation: sandstone, chert, conglomerate, volcanic breccia, agglomerate, basalt and spirite. |

IGNEOUS AND METAMORPHIC ROCK

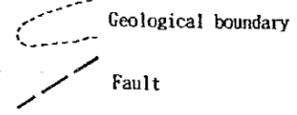
- | | | |
|---------------------------|---|---|
| Late Miocene-Pliocene |  | dacite porphyry. |
| Cretaceous-Early Tertiary |  | Ultrabasic rocks (including serpentinite, peridotite, dunite and pyroxenit) (#), gabbro (x) and rare greenschist. |



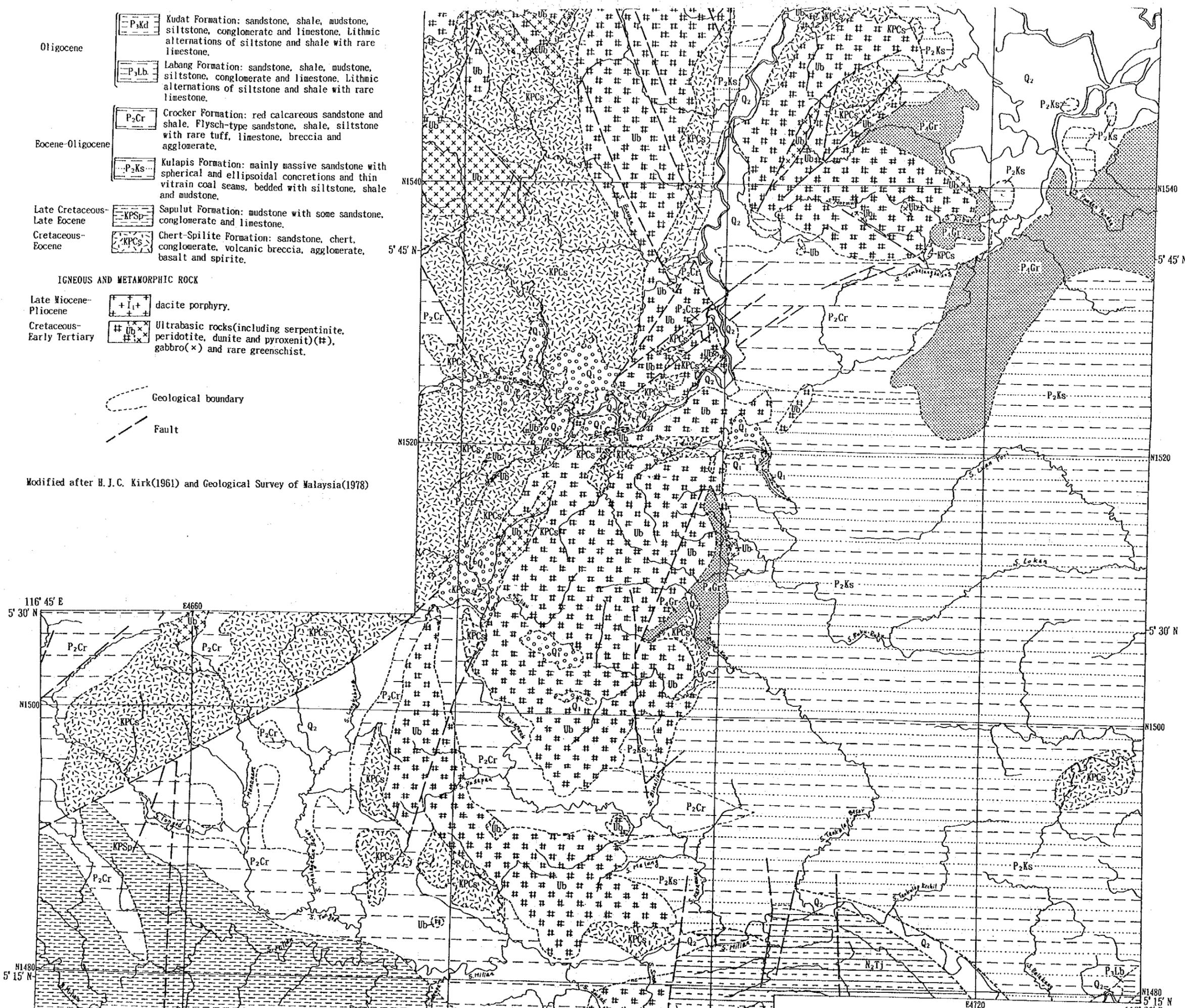
- Oligocene
- P₃Kd Kudat Formation: sandstone, shale, mudstone, siltstone, conglomerate and limestone. Lithmic alternations of siltstone and shale with rare limestone.
 - P₃Lb Labang Formation: sandstone, shale, mudstone, siltstone, conglomerate and limestone. Lithmic alternations of siltstone and shale with rare limestone.
- Eocene-Oligocene
- P₂Cr Crocker Formation: red calcareous sandstone and shale. Flysch-type sandstone, shale, siltstone with rare tuff, limestone, breccia and agglomerate.
 - P₂Ks Kulapis Formation: mainly massive sandstone with spherical and ellipsoidal concretions and thin vitrain coal seams, bedded with siltstone, shale and mudstone.
- Late Cretaceous-Late Eocene
- KPSp Sapulut Formation: mudstone with some sandstone, conglomerate and limestone.
- Cretaceous-Eocene
- KPCs Chert-Spilitic Formation: sandstone, chert, conglomerate, volcanic breccia, agglomerate, basalt and spirite.

IGNEOUS AND METAMORPHIC ROCK

- Late Miocene-Pliocene
- + I₁ + dacite porphyry.
- Cretaceous-Early Tertiary
- # Ub x Ultrabasic rocks (including serpentinite, peridotite, dunite and pyroxenit) (#), gabbro (x) and rare greenschist.



Modified after H. J. C. Kirk (1961) and Geological Survey of Malaysia (1978)



調査地区の南端には、タンジョン層中に鮮新世の石英安山岩ポーフイリイ(I₁)の小岩体が認められる。

本地区の地質構造は、超塩基性岩～塩基性岩及びチャート・スピライト層の分布域で複雑な構造を示す。断層構造としてはNE-SW方向のものが最も顕著で、これ以外の断層構造としてはN-S及びNNW-SSE方向のものが認められる。堆積岩類の構造も超塩基性岩～塩基性岩及びチャート・スピライト層の分布域周辺では複雑である。南端部に分布するタンジョン層は更に南方に広がり盆状構造を形成する。

本地区で認められる鉱化作用は、チャート・スピライト層中に賦存するキプロス型の銅鉱床に代表される。この種の鉱徴地はテルピド周辺などで多く知られているが、最も顕著な鉱徴地は地区北部のスワログ川沿いに位置するビドゥ・ビドゥヒル鉱床であり、現在探査が完了し開発許可まちの状況にある。これ以外の鉱徴地としては、超塩基性岩の分布域でクロム鉱床が知られている。

1-3-2 試料採取

地化学探査試料の採取は、河川沿い及び道路を利用して行った。調査地区の中央部より北東部にかけての地域は、プランテーション見られ比較的道路網が発達していることから、この地域に対しては道路を利用して試料の採取を行った。調査地区北部及び南部では、木材運搬道路のみでその道路網が限られていたことからテルピド、ミリアン(Milian)川の下流及び最上流部などにキャンプを設け、このキャンプより試料の採取を実施した。道路の利用できない範囲については、移動キャンプにより試料を採取した。スグット川流域、ラプク流域の一部及びミリアン川の中流及び上流域については、川沿いの歩行が困難であったことからエンジン付のボートを使用した。

河床堆積物の試料採取では、各試料採取地点での地質、色調、粒度、河川のオーダーなどの記載を行い、示す試料の一覧表(Appendix 9)を作成した。本調査で採取した試料の採取位置を、Fig. II-1-8及びPlate II-1-2に示す。

パンニング試料は、各河川や主要な支流を代表する位置で採取した。各試料の採取地点では、河床堆積物試料と同様の記載を行い、試料一覧表(Appendix 12)を作成した。パンニング試料の試料採取位置をFig. II-1-9に示す。

岩石試料は、調査地区の地質を代表する岩石試料を採取した。採取した試料に対しては、現地での記載を行った。岩石試料の採取位置をFig. II-1-9に示す。

土壌試料は、主として超塩基性岩の分布域よりラテライト質土壌を採取し分析に供した。各試料の採取点では、採取地点の色調、粒度、地形などの記載を行った。土壌試料の採取位置をFig. II-1-9に示す。

地化学探査の試料採取と並行して地質調査を実施するとともに、室内試験のための試料を採取

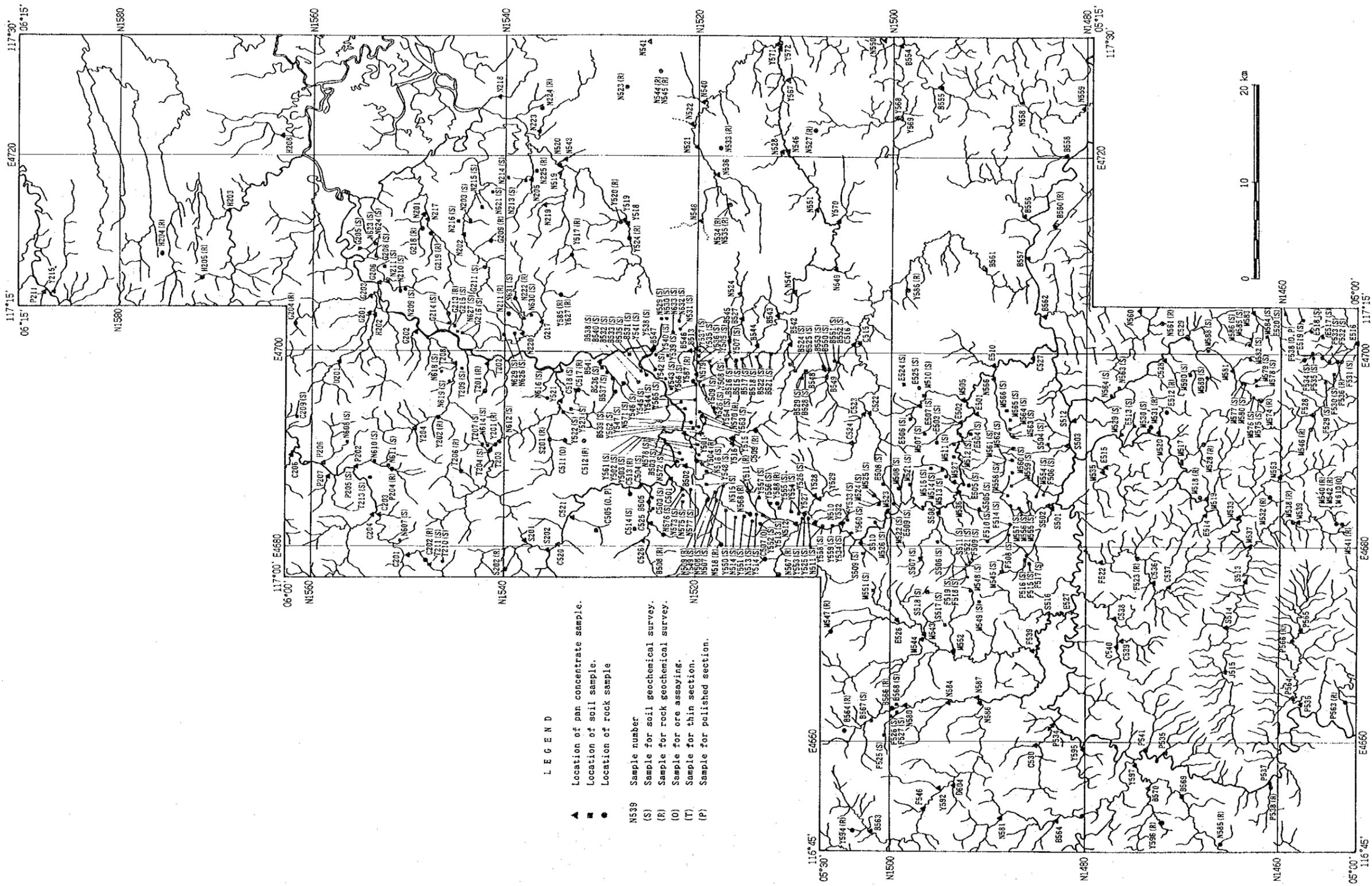


Fig. II-1-9 Location map of samples for geochemical and laboratorial studies in Labuk area

した。本調査で実施した室内試験は、薄片観察、研磨片観察及び鉱石分析である。室内試験に供した試料の採取位置をFig. II-1-9に示す。

1-3-3 河床堆積物地化学探査

本調査で採取した試料の一覧表をAppendix 9に、分析結果をAppendix 10に示す。

(1) 指示元素

採取した試料に対し 21 元素の地化探分析を行った。分析結果はコンピュータを用い統計解析をおこなった。この処理により得られた統計値をTable II-1-7に示す。この表で明らかなように Au、Mo、W の 3 元素については、大部分の試料で検出限界以下の値を示した。各元素の最高値を見ると、Au (6,530 ppb)、Cr (117,538 ppm)、Pb (24,735 ppb)、Ni (6,778 ppm) などの元素がかなり高い値を示している。

分析した各元素間の関係を明らかにするため、各元素間の相関係数を計算した。各元素間の相関表をTable II-1-8に示す。各元素間で良い相関（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。

Ba-K、Ba-Sr、Ba-U、Co-Cr、Co-Cu、Co-Mg、Co-Mn、Co-Sb、Co-U(-)、Co-Zn、Cr-K(-)、
K-Sr、K-U、Mg-Mn、Mg-Ni、Mg-Sb、Mg-U(-)、Mn-Ni、Mn-Sb、Mn-U(-)、Mn-Zn、Na-Sr、
Na-Ti、Ni-Sb、Ni-U(-)、Ni-Zn、Sb-U(-)、U-Zn(-)

これら各元素間の相関のうち(-)で示したものは負の相関（相関係数；-0.600以下）を示す。この関係で明らかなように、超塩基性岩～塩基性岩に関係する元素(Co、Cr、Cu、Mg、Ni、Zn など)は互いに良い相関を示す。一方これらの塩基性岩類に関係する元素はウラン(U)とは負の相関を示しており特徴的である。

(2) 単変量解析

単変量解析では、統計処理結果に基づき 1-1-3 の項で述べた 4 ランク分けによる濃度分布図を作成した。しきい値（異常値）の抽出には、キナバル地区と同様 EDA 法を採用した。EDA 法による処理結果をTable II-1-8に示す。作成した元素ごとの濃度分布図をAppendix 11に示す。各元素の濃度分布及び異常値を示す試料の分布は以下の通り。なお、高濃度としたものは、後背値プラス標準偏差の値以上の試料を示す。

As: 高濃度を示す試料は、調査地区の中央部より南部にかけて分布する。このうち特に顕著なものは、テルピド周辺及び調査地区南端のインバック(Imbak)川の支流に認められる。このうち異常値を示す試料はインバック(Imbak)川の支流に分布する。この流域以外の周辺で採取した試料ではそのほとんどが 1 ppm以下の値を示しており、この異常帯は特異である。

Au: 高濃度及び異常値を示す試料は、地区北端のスグット(Sugut)流域、ピドゥ・ピドゥヒル

Table II-1-7 Statistics of stream sediment geochemical survey in Labuk area

Element	Statistics							EDA method**		
	Below detection limit (%)	Maximum value	Minimum value	Mean* ¹ value (b)	Standard deviation	b + 2S.D. * ²	Median	Upper Wisker	Upper Fence	
As (ppm)	55.0	929	< 1	1.7	0.632	30.9	0.5	10.0	366.7	
Au (ppb)	75.5	6,530	< 1	0.9	0.562	12.0	0.5	2.0	0.5	
Ba (ppm)	6.7	1,137	< 2	43.2	0.439	326.0	53.0	91.0	378.1	
Co (ppm)	7.7	1,088	< 1	11.6	0.789	440.6	8.0	88.0	—	
Cr (ppm)	—	117,538	51	739.8	0.783	27,270.7	343.0	5,995.0	97,138.7	
Cu (ppm)	0.2	608	< 1	11.6	0.357	60.0	9.0	24.0	121.7	
Hg (ppb)	30.7	24,735	< 10	17.4	0.496	170.2	15.0	47.0	602.9	
K (%)	4.1	1.96	< 0.01	0.150	0.536	1.775	0.190	0.390	—	
Mg (%)	2.0	21.00	< 0.01	0.434	0.857	22.422	0.320	3.620	—	
Mn (ppm)	15.2	13,316	< 5	128.3	1.008	13,289.7	142.5	1,499.0	—	
Mo (ppm)	82.9	10	< 1	0.6	0.183	1.4	0.5	0.5	0.5	
Na (%)	1.7	2.89	< 0.01	0.098	0.523	1.091	0.090	0.300	2.838	
Ni (ppm)	—	6,778	5	79.2	0.800	3,152.9	39.0	872.0	—	
Pb (ppm)	49.0	558	< 2	2.6	0.442	19.6	2.0	8.0	88.2	
S (%)	—	1,357	0.005	0.022	0.282	0.079	0.021	0.035	0.102	
Sb (ppm)	10.3	772.6	< 0.2	4.29	0.861	226.23	4.10	22.20	355.92	
Sr (ppm)	3.6	121	< 1	14.4	0.430	104.2	16.0	30.0	109.0	
Ti (%)	—	14.04	0.01	0.227	0.448	1.788	0.170	0.450	1.142	
U (ppm)	11.9	7.2	< 0.2	0.83	0.439	6.29	1.20	1.80	6.97	
W (ppm)	93.1	112	< 2	1.1	0.130	2.0	1.0	1.0	1.0	
Zn (ppm)	8.1	747	< 1	25.9	0.748	811.5	25.0	139.0	—	

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

Table II-1-8 Coorelation matrix of elements for stream sediments in Labuk area

	As	Au	Ba	Co	Cr	Cu	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	S	Sb	Sr	Ti	U	W	Zn	
As	1.000																					
Au	-.012	1.000																				
Ba	.099	.103	1.000																			
Co	-.084	-.011	-.478	1.000																		
Cr	-.045	.009	-.594	.821	1.000																	
Cu	-.064	.094	-.111	.675	.454	1.000																
Hg	-.063	.143	-.008	.333	.223	.436	1.000															
K	.061	.064	-.855	-.457	-.631	-.055	.037	1.000														
Mg	-.103	-.018	-.412	.682	.741	.665	.324	-.357	1.000													
Mn	-.155	-.013	-.394	.825	.677	.625	.279	-.387	.788	1.000												
Mo	-.072	.027	.087	-.060	-.062	.036	.121	.110	-.087	-.067	1.000											
Na	-.171	.018	.178	.842	-.001	.468	.213	.328	.419	-.393	-.007	1.000										
Ni	-.030	.004	-.524	.904	.915	.605	.811	-.539	.871	.759	.147	.147	1.000									
Pb	-.150	.054	.426	-.464	-.442	-.292	-.206	.401	-.462	-.424	-.143	-.150	-.454	1.000								
S	-.032	-.117	-.039	.359	.117	.466	.180	.073	.409	.234	.056	.521	.260	-.092	1.000							
Sb	-.016	.003	-.454	.752	.753	.516	.308	-.455	.671	.675	.032	.175	.738	-.395	.235	1.000						
Sr	-.135	.037	.602	-.259	-.540	.081	.025	.740	.183	.154	.040	.682	-.429	.192	.277	.294	1.000					
Ti	-.304	.011	-.057	.331	.096	.430	.181	.063	.322	.444	-.029	.649	.160	-.251	.327	.318	.513	1.000				
U	.145	.082	.681	-.740	-.697	-.498	-.148	.636	.718	-.672	.084	-.171	-.729	.509	-.265	-.613	.404	-.252	1.000			
W	-.017	.075	-.077	-.077	-.066	-.047	.076	.091	-.055	-.065	.122	.028	-.061	.101	-.013	-.029	.078	-.019	.100	1.000		
Zn	-.079	.020	-.374	.807	.720	.627	.156	-.335	.808	.704	-.041	.382	.778	-.347	.372	.638	-.157	-.321	-.552	-.042	1.000	

鉱床の周辺、テルピドの西方、地区の東部、南部のタンククラップ・ベサル(Tangkulap Besar)川流域、カラマック(Karamuak)川の支流、シノア(Sinoa)川流域及びイムバック川の支流などに見られる。これらの異常帯のうちもっとも顕著なものは、調査地区最南端のイムバック川の支流に見られ、1,000 ppb 以上の値を示す試料が6試料(最高値6,530 ppb)分布する。これに次ぐ異常帯としてはインバック川の中流域に位置し、1,000 ppb 以上の値を示す試料が3試料(最高値2,900 ppb)分布する。カラマック川の中流域には100 ppb 以上の値を示す試料(最高値881 ppb)が集中する。これら以外の異常帯は200 ppb 以下の値を示し散在する。

- Ba: 高濃度を示す試料は、最北部のスグット川流域、テルピドの北西方、南部のカラマック川中流域、地区南西部のミリアン川の上流域などに分布する。異常値(378 ppm以上)を示す試料は、これらの区域のうちスグット川流域を除く3か所に集中しており、これ以外のもの散在する。これらの箇所は、いずれも始新世以前の岩石の分布域及びその周辺である。
- Co: 高濃度及び異常値を示す試料の分布は、超塩基性岩～塩基性岩の分布域に一致する。最高値(1,088 ppm)を示す試料はテルピドの南西方に位置する。
- Cr: 高濃度及び異常値を示す試料の分布は、Coの分布と同様で超塩基性岩～塩基性岩の分布域に見られる。最高値(117,538 ppm)を示す試料はテルピドの南に位置しマイロ(Mailo)川の上流域である。この流域で採取した試料はいずれも高い値を示す。これ以外の顕著な箇所は、カラマック川の上流域、ラプク川の中流域(ビドゥ・ビドゥヒル鉱床周辺)などで見られる。
- Cu: 高濃度を示す試料は、地区北端のスグット川流域、北部のビドゥ・ビドゥヒル鉱床周辺、南部のカラマック川の周辺地域などで見られる。スグット川流域のものを除くと、チャート・スピライト層の分布域での濃度が高い傾向を示す。異常値を示す試料はスグット川流域(最高値212 ppm)、ビドゥ・ビドゥヒル鉱床周辺(最大値516 ppm)、カラマック川中流域(最大値580 ppm)、カラマック川とミリアン川の間(最大値608 ppm)に集中して分布する。
- Hg: 高濃度及び異常を示す試料は、スグット川流域、テルピド周辺、南部カラマック川流域、イムバック川流域、調査地区の東部などに分布する。このうち最も顕著な異常を示す試料は、イムバック川流域に見られるもので5,000 ppb 以上の値を示す試料が5試料ありその最高値は24,735 ppbの値を示す。この異常帯はAuの異常帯の分布とほぼ一致する。
- K: 高濃度を示す試料の分布は、堆積岩類の分布域に認められる。このうち顕著なものはスグット川流域及びイムバック川流域に認められる。
- Mg: 高濃度を示す試料の分布は、超塩基性岩の分布と良く一致する。調査地区西部のチャート・スピライト層の分布域でも高濃度を示す試料が認められことから、この層中に超塩基性岩類の分布が推定される。
- Mn: 高濃度を示す試料の分布は、超塩基性岩～塩基性岩及びチャート・スピライト層の分布域に限られる。最高値(13,316 ppm)を示す試料は、ラプク川の支流で見られる。
- Mo: 検出限界以下の値を示す試料(82.9%)が多く、その最高値も10 ppmと低いことから、明瞭な傾向は示さず、高濃度を示す試料は散在する。

- Na : 高濃度を示す試料は、北部ではチャート・スピライト層の分布域に、南部では超塩基性岩～塩基性岩の分布域周辺に認められる。南端部に分布するタンジョン層は、比較的高濃度を示す特徴がある。
- Ni : 高濃度及び異常を示す試料の分布は、超塩基性岩～塩基性岩の分布域と一致しており、その地質を良く反映している。
- Pb : 高濃度を示す試料は、地区の南西部及び東部に比較的集中している。最高値(558 ppm)を示す試料は、ラプク川沿いに見られるが高濃度を示すのはこの試料のみであり、その周辺の値は低い。南端部のインバック川の支流では、Au、Hgの異常を示す箇所で Pb の異常帯(最高値(227 ppm)も認められる。
- S : 高濃度を示す試料の分布は地区の西部及び南端部に集中する傾向を示す。このうち西部のものはチャート・スピライト層の分布域に、南端部のものはタンジョン層の分布域に一致する。最も顕著な異常帯は、インバック川の支流に認められAu、Hg、Pbの異常帯と一致する。
- Sb : 高濃度を示す試料は、北部のラプク川周辺、中央部のテルピド周辺に認められる。この範囲は超塩基性岩～塩基性岩の分布域と比較的良好一致する。最高値(772.6 ppm)を示す試料は、テルピドのテルピド(Telupid)川沿いに認められ、この南部が最も顕著な異常帯である。
- Sr : 高濃度帯を示す試料の分布は、地区西部のチャート・スピライト層の分布域及び南部のタンジョン層の分布域に認められる。異常値を示す試料は散在しており、著しい異常帯は認められない。
- Ti : 高濃度を示す試料の分布は、チャート・スピライト層の分布域に比較的良く一致しており、Naの分布傾向とにかよっている。堆積岩類の分布域では低い濃度を示す。
- U : 高濃度を示す試料は、調査地区の南東部に散在しており、堆積岩類の分布域に位置する。異常値を示す試料も散在しており、顕著な異常帯は認められない。
- W : 高濃度帯を示す試料は調査地区全域に点在する。高濃度の異常を示す試料(95 ppm、112 ppm)はインバック川の支流に位置しており Au の異常帯と同一箇所である。
- Zn : 高濃度を示す試料の分布は、Coの分布傾向と同様であり、超塩基性岩～塩基性岩の分布傾向と良く一致する。最高値(747 ppm)を示す試料は、テルピドの南に位置する。

各元素の濃度の分布傾向をより判断すると、調査地区の地質を反映する元素と、鉱化作用を反映すると判断される元素とに大別される。このうち鉱化作用を反映している、又はその可能性が考えられる元素としては、As、Au、Cu、Hg、Pb、S、Zn の9元素が挙げられる。これらの元素の異常値を示す試料の分布をFig. II-1-10に示す。

(3) 多変量解析

各元素間の関係を明らかにするため、多変量解析の手法であるクラスター分析を行った。分析の結果得られたデンドログラムをFig. II-1-11 に示す。この図で明らかなように、ワード法による分析結果の方がより明瞭にグループ分けをおこなっている。この結果では、以下の元素の組

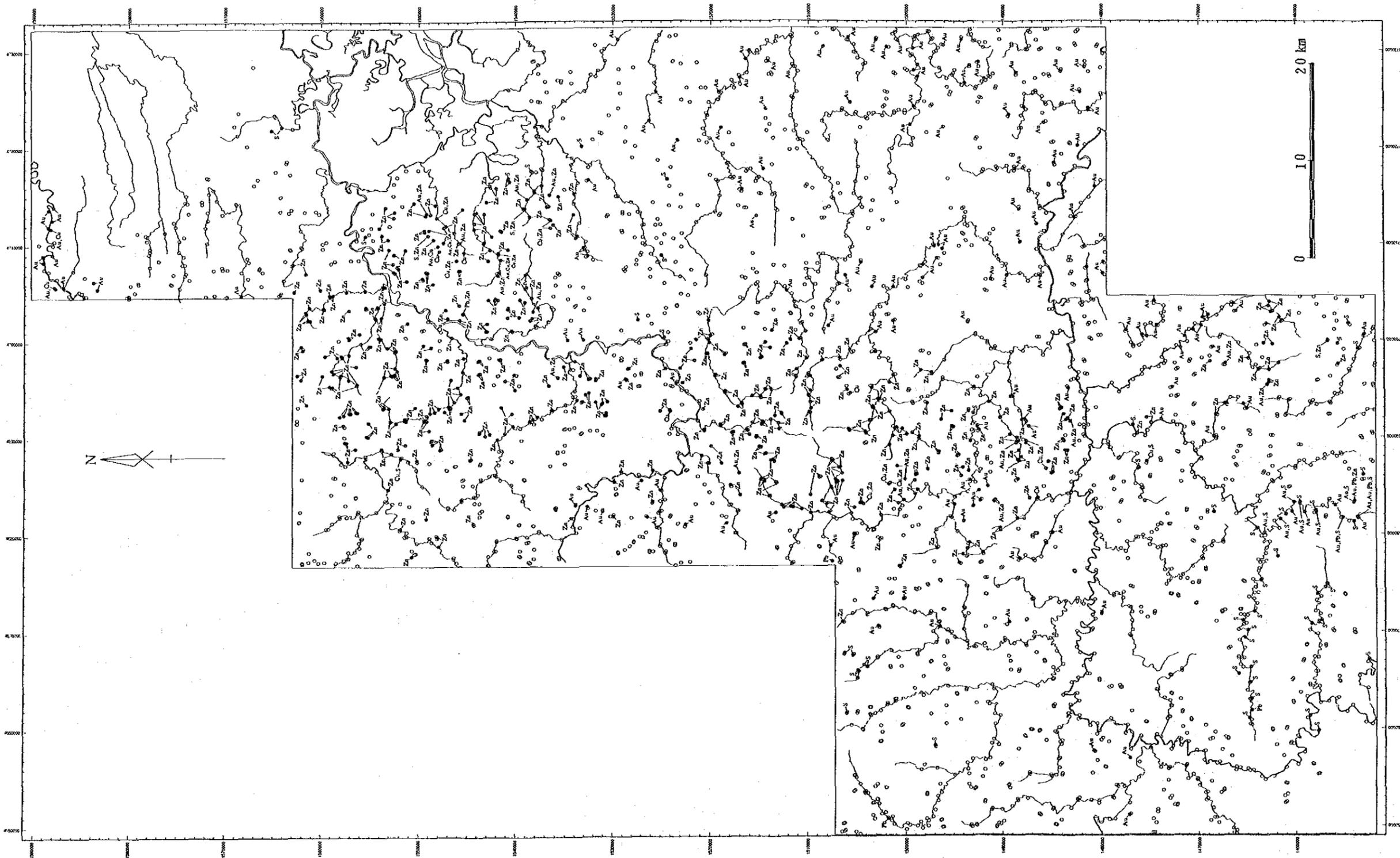
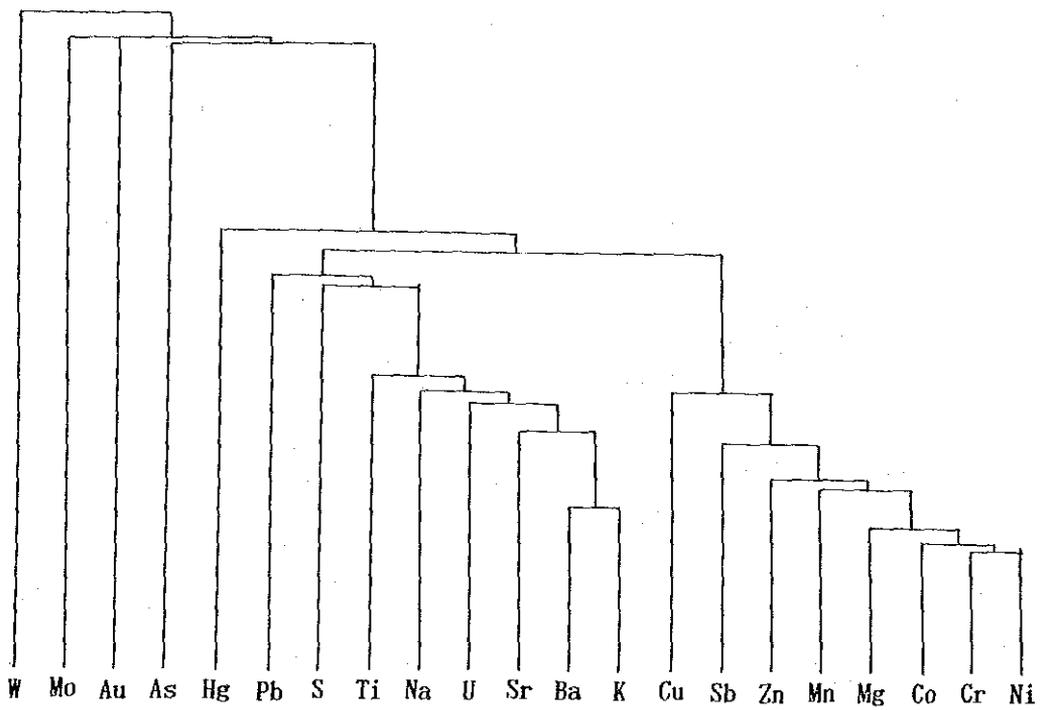
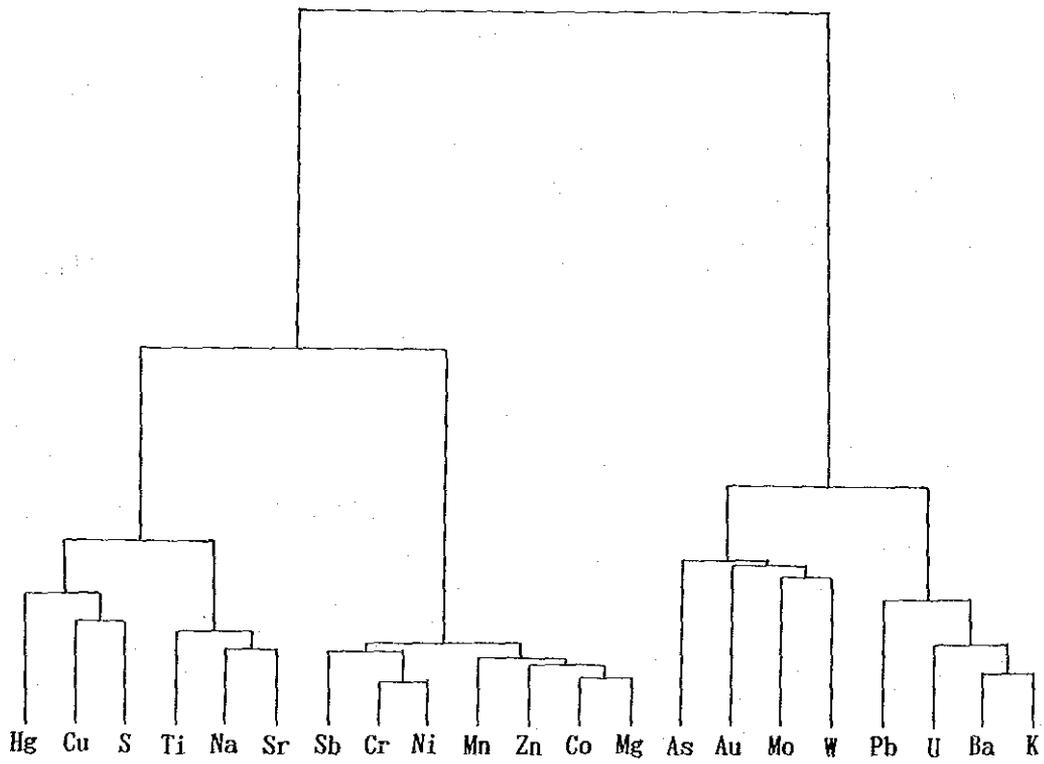


Fig. II-1-10 Distribution map of anomalous stream sediment samples for major elements in the Labuk area



Nearest neighbor method



Ward method

Fig. II-1-11 Dendrogram of elements for stream sediments in Labuk area

み合わせてクラスターを構成する。

Hg-Cu-S、 Ti-Na-Sr、 Sb-Cr-Ni、 Mn-Zn-Co-Mg、 As-Au-Mo-W、 Pb-U-Ba-K

これらの各元素は、互いに同様の分布傾向を示しており、濃度分布図からもその傾向が読み取れる。

クラスター分析に加えてバリマックス法による因子分析を行った。因子分析の結果をTable II-1-9に示す。この因子分析の結果では、6個の因子が抽出された。抽出された因子とこの因子と関係の深い元素との関係は、以下のとおり。

第1因子 Co-Cr-Cu-Mg-Mn-Ni-Sb-Zn

第2因子 Na-Sr-Ti

第3因子 Ba-K-Sr-U

第4因子 (Au)

第5因子 Hg

第6因子 (Mo)-(Pb)

これらの因子のうち第1、第3及び第4因子は、関連の深い上記の元素と負の関係を示す。また()で表示した元素は、因子との関係があまり強くないことを示す。抽出された因子とその因子と関係の深い元素の組み合わせより判断すると、第1因子は、超塩基性岩類に主として関係し銅の鉱化作用も含む因子、第2因子は堆積岩類及びチャート・スピライト層はに關係する因子、第3因子は堆積岩類に關係した因子、第4因子は金の鉱化作用と弱い關係を示す因子、第5元素は Hg に關係した因子と考えられる。第6因子は元素都の關係が弱いことからはっきりしない。抽出された因子のうち鉱化作用との關係が考えられる第1因子、第4因子及び第5因子に対し色を指定し因子得点による合成画像を作成した。作成した画像をFig. II-1-12に示す。この画像で使用した各因子と色との關係は以下の通り。

第1因子：赤 第4因子：青 第5因子：黄

これらの因子の因子得点の分布傾向は、以下の通りである。

第1因子 高因子得点を示す試料の分布は、ビドゥ・ビドゥヒル鉱床周辺及びその西側、テルビド周辺、イムバック川の西方などに見られ超塩基性岩～塩基性岩の分布範囲に一致する。この因子はその地質と強い關係を示すことから、銅の鉱化作用との關係は不明瞭である。

第4因子 高因子得点の分布は金の分布傾向と一致しており、スグット川流域、ラプク川上流部、地区の中央東部、南部のミリアン川よりイムバック川にかけての地域などで認められる。

第5因子 高因子得点の分布域は、クラピス層の分布と比較的良く一致するが、Hgの分布とは明瞭な關係を示さない。

因子分析の結果では、第4因子として抽出された Au の鉱化作用に關係付けられる因子が川床堆積物試料による地化学探査結果と良く一致する。

Table II-1-9 Results of factor analyses for stream sediments in Labuk area

Element	Factor loading (Varimax rotation)						Communality
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	
As	0.027	-0.440	-0.082	0.075	0.076	-0.153	0.2359
Au	-0.041	0.021	-0.103	-0.253	0.108	-0.142	0.1087
Ba	0.314	-0.035	-0.851	-0.108	0.019	-0.113	0.8493
Co	-0.903	0.108	0.201	0.099	0.168	0.089	0.9128
Cr	-0.836	-0.099	0.400	-0.144	0.026	0.075	0.8959
Cu	-0.677	0.200	-0.116	0.188	0.349	-0.077	0.6749
Hg	-0.291	0.017	-0.063	-0.043	0.578	-0.210	0.4692
K	0.324	0.092	-0.863	0.038	0.067	-0.155	0.8874
Mg	-0.875	0.117	0.100	0.181	0.176	0.171	0.8836
Mn	-0.796	0.309	0.165	-0.040	0.121	0.087	0.7801
Mo	0.025	-0.061	-0.036	0.036	0.062	-0.376	0.1521
Na	-0.319	0.599	-0.400	0.348	0.152	-0.029	0.7658
Ni	-0.907	-0.083	0.265	0.000	0.143	0.121	0.9339
Pb	0.330	-0.212	-0.339	0.003	-0.327	-0.337	0.4893
S	-0.326	0.182	-0.145	0.601	0.128	-0.095	0.5468
Sb	-0.737	0.108	0.312	-0.032	0.156	-0.152	0.7006
Sr	0.236	0.562	-0.645	0.218	0.063	-0.119	0.8525
Ti	-0.259	0.761	-0.080	0.131	0.145	-0.049	0.6938
U	0.641	-0.145	-0.521	-0.189	-0.085	-0.174	0.7763
W	0.038	0.010	-0.047	-0.055	0.014	-0.271	0.0801
Zn	-0.864	0.131	0.077	0.161	-0.080	0.043	0.8029
F.C. *1	49.1 %	13.1 %	21.6 %	5.9 %	5.8 %	4.5 %	—

*1: Factor contribution

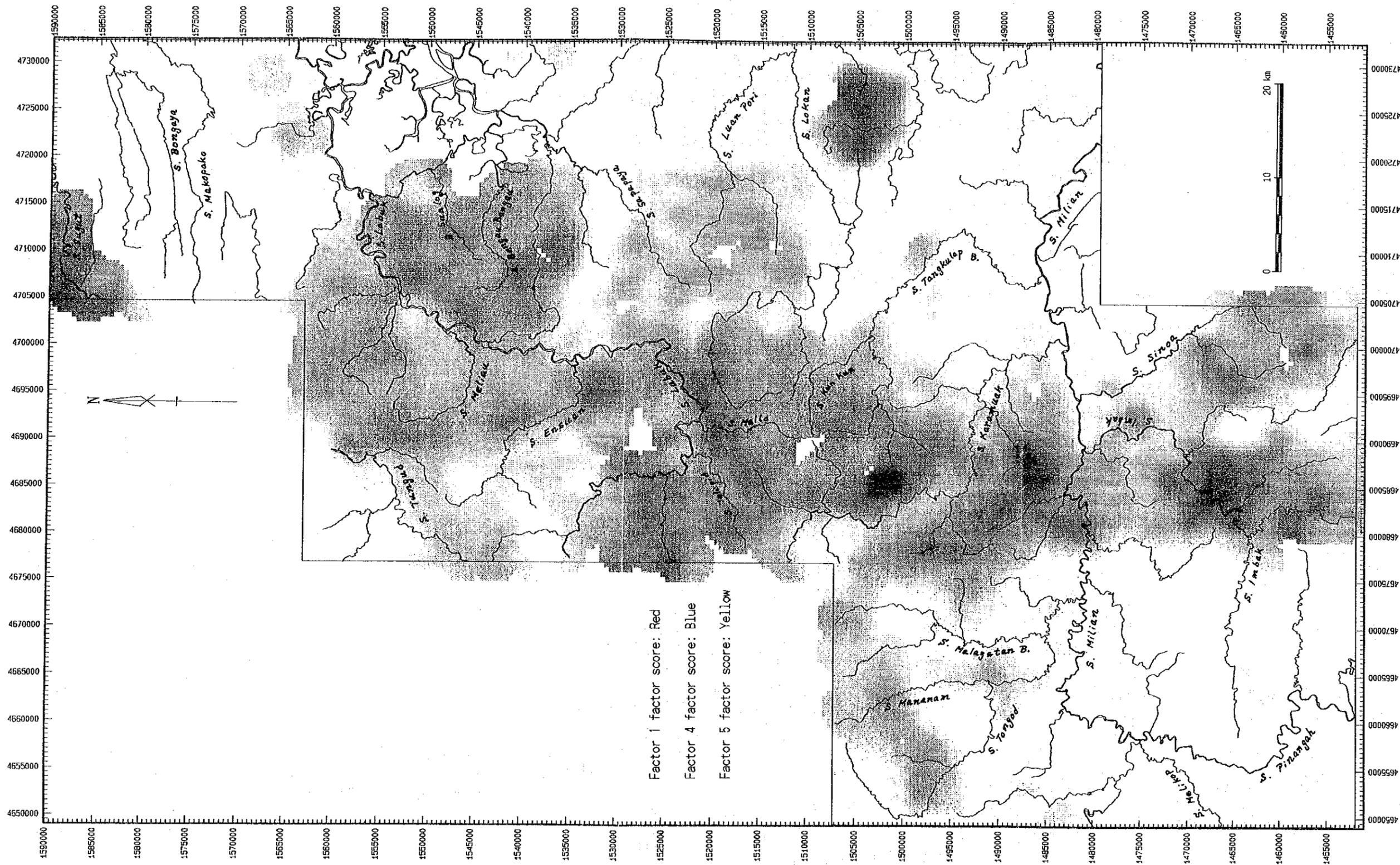


Fig. II-1-12 Distribution map of factor scores for stream sediment samples in Labuk area

1-3-4 パンニング試料地化学探査

(1) 試料

本地区の主な河川にてパンニング試料 169個を採取した。1地点5回のパンニング(約25リットル)で最高1,180 g のパンニング試料が得られたが、堆積岩の分布域では採取した試料が1グラム以下のものも多い。パンニング試料の試料採取位置をFig. II-1-9に、採取試料の一覧表をAppendix 12に示す。

(2) Q M E 分析

パンニング試料のQ M E分析の結果をAppendix 13に示す。Q M E分析の結果、磁鉄鉱、クロム鉄鉱、赤鉄鉱、チタン鉄鉱、針鉄鉱、黄鉄鉱、ジルコンなどが主な重鉱物として認められた。また、少量であるが白チタン石、金紅石、モナズ石、電気石などが認められた。パンニング試料中には輝石類及び角閃石類を多量に含む試料もある。これらの出現鉱物は、キナバル地区とほぼ同様である。堆積岩の分布域では少量～微量の試料しか採取できなかった。この場合には、試料中に石英及び斜長石が多く認められた。主な重鉱物の分布と地質の関係は以下の通りである。

磁鉄鉱：磁鉄鉱は、大部分の試料で認められた。多量の磁鉄鉱が認められた河川は、地区中央部の超塩基性岩～塩基性岩及びチャート・スピライト層の分布域である。

クロム鉄鉱：クロム鉄鉱は、比較的多くの試料で認められた。多量のクロム鉄鉱が認められた河川は、地区中央部及び西部に位置する。これらの河川の付近及びその上流には超塩基性岩～塩基性岩が分布する。

チタン鉄鉱：チタン鉄鉱は、少量ながら大部分の試料で認められた。地質との関係はあまりはっきりしない。

針鉄鉱：針鉄鉱は、地区南部及び西部の主として堆積岩類の分布域で多い傾向がある。

黄鉄鉱：黄鉄鉱は、少量ながらかなりの試料で出現する。地区西部の堆積岩類分布域多い傾向がある。

ジルコン：ジルコンは、多くの試料で認められる。地区西部の堆積岩類分布域で多い傾向を示す。

1-3-5 岩石地化学探査

本地区で採取した70個の代表的な岩石試料に対して、河川堆積物地化学探査で採用した指示元素と同じ21元素の化学分析を行った。試料の採取位置をFig. II-1-9に、採取した試料の一覧をAppendix 14に、試料の分析の結果をAppendix 15にそれぞれ示す。分析の結果ではAu、Pbの2元素が60%以上の試料でその検出限界以下の値を示した。

各元素と岩石との関係は、以下の通りである。

As: 試料数の41%が検出限界以下の値である。最高値は29 ppmで20 ppm以上の値を示した試料はいずれも堆積岩である。超塩基性岩～塩基性岩類はその大部分が1 ppm以下の値を示す。

- Au: 試料数の93 %が検出限界以下の値である。最高値は 4 ppbで頁岩より得られた。
- Ba: 最高値 548 ppmを示した試料は、チャートである。100 ppm 以上の値を示した試料の大部分は、堆積岩類である。
- Co: 最高値 337 ppmは、鏡鉄鉱試料より得られた。かんらん岩及び蛇紋岩の値は高く 100 ppm以上の値を示す試料が多い。これ以外の岩石ではあまり大きな差はない。
- Cr: 最高値1,868 ppm は鏡鉄鉱で得られた。、超塩基性岩は、700ppm以上の高い値を示す。これ以外の岩石ではあまり大きな差は認められない。
- Cu: 最高値126 ppm はチャートで得られた。岩石の種類による差は余り認められないが、イムバック川流域の貫入岩が比較的高い値 (57 ppm)を示す。
- Hg: 最高値257 ppb は砂岩で得られた。堆積岩類で若干高い値を示す試料がある。
- K : 最高値2.47 %は頁岩で得られた。1.00 %以上の値を示す試料はいずれも堆積岩類である。超塩基性岩の大部分は検出限界 (0.01 %)以下の値を示す。
- Mg: 最高値24.71 % は、かんらん岩で得られた。超塩基性岩類はその大部分が20% 以上の値を示すのに対し、斑れい岩及び玄武岩は3 % ~6 % の値である。
- Mn: 最高値16,148 ppmはチャートで得られた。高い値 (4,371 ppm、 2,570 ppm) を示す試料は、いずれも砂岩である。検出限界 (5 ppm) 以下の値を示す試料には斑れい岩の他、堆積岩もある。
- Mo: 試料数の48 %が検出限界以下の値を示した。最高値5 ppm は鏡鉄鉱で得られたが岩種による差は殆ど認められない。
- Na: 最高値4.19 %は玄武岩で得られた。斑れい岩及び玄武岩の大部分は、2.00 %以上の高い値を示す。超塩基性岩はいずれも低い値を示す。
- Ni: 最高値2,262 ppm はかんらん岩で得られた。超塩基性岩は1,500 ppm 以上の高い値を示す。玄武岩及び斑れい岩は比較的高く100 ppm 以上の値を示すが、これ以外の試料は100 ppm 以下の値である。
- Pb: 最高値21 ppmはチャートで得られた。試料数の60 %は検出限界以下の値を示す。高い値を示す試料は、いずれも堆積岩類である。
- S : 最高値 2.331 %は砂岩で得られた。これ以外の試料はいずれも1.00 %以下の値を示すが、泥質の堆積岩で若干高い値を示す傾向がある。
- Sb: 最高値37.4 ppmは鏡鉄鉱で得られた。塩基性岩類で高い値を示すものが多い。
- Sr: 最高値 731 ppmは、細粒斑れい岩で得られた。全般に岩種による差はあまり認められない。
- Ti: 最高値0.87 %は斑れい岩で得られた。玄武岩及び斑れい岩は比較的高い値を示す。
- U : 最高値 4.8 ppmは貫入岩で得られた。これ以外で比較的高い値を示す試料は、いずれも堆積岩である。
- W : 最高値 512 ppmはチャートで得られた。高い値を示す試料はいずれも堆積岩類である。
- Zn: 最高値 233 ppmは貫入岩で得られた。100 ppm 以上の高い値を示す試料の大部分は、超塩基

性岩類である。

1-3-6 土地化学探査

本地区で採取した225 試料に対して6元素 (Al、Co、Cr、Fe、Ni、Pt) の化学分析を行った。試料の採取位置をFig II-1-9に、採取試料の一覧表及びその分析結果をAppendix 16 に示す。

分析結果に対する統計処理の結果、各元素について下記のような基本統計値を得た。

元素	最低値	最高値
Al	1.08 %	16.86 %
Co	5 ppm	2,173 ppm
Cr	28 ppm	12,551 ppm
Fe	2.07 %	48.24 %
Ni	19 ppm	10,587 ppm
Pt	< 5 ppb	105 ppb

Coの最高値はかなり高い値(0.22 %)を湿す。この試料(Y561)は、テルビドの西方 2 km の蛇紋岩の分布域で採取した試料であり、ラテライト化が進んでいることから Fe (46.37 %)、及び Ni (9,024 ppm) も高い値を示す。Feの最高値を示す試料は、地区北部のラプク川の西岸で採取した試料で、Crは高い値(12,432 ppm)を示すが Ni の値(3,734 ppm) はあまり高くない。Niの最高値(1.06 %)を示す試料はテルビド西方約 3 km の蛇紋岩分布域に位置する。この試料は Cr(11,382 ppm)、Fe(45.52 %) とともに高い値を示す。Niに関してはその18 %の試料が5,000 ppm 以上の値を示す。Ptの最高値は105 ppb であり余り高い値は示さない。

1-3-7 室内試験結果

(1) 薄片鑑定

本地区に分布する岩石のうち、南端部のイムバック川支流のタンジョン層に貫入する貫入岩の試料を採取し薄片鑑定を行った。鑑定の結果をTable II-1-10 に示す。本岩は安山岩ポーフイリイであり変質作用を受けている。

(2) 研磨片鑑定

本地区の鉱徴地より 2 試料を採取し、研磨片による鑑定を行った。研磨片の鑑定結果をTable II-1-11 に示す。採取した試料のうち 1 試料(C505)は、地区西部のラプク川南岸に分布するチャート・スピライト層より採取した試料で、鑑定の結果では少量ながら銅鉱物として黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱が認められた。調査地区南東端で採取した試料(F538)では、黄鉄鉱、褐鉄鉱、針鉄鉱などのほか、孔雀石が認められた。

(3) 鉱石分析

本地区で認められた鉱徴・変質帯から採取された 5 試料について、Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Mo、

Table II-1-10 Observation results of thin sections collected in Labuk area

Ser. No.	Sample No.	Location Coordinates		Geologic Units	Rock Name	Texture	Phenocrysts, big minerals		groundmass and accessory minerals		Metamorphic and altered minerals	
		N	E				quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet spinel sphen zircon apatite opaque minerals	quartz plagioclase epidote chlorite prehnite pumpeillyte sericite calcite opaque minerals		
6	M542	1453.80	4682.45	I ₁	Andesite porphyry	Porphyritic	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet	quartz K-feldspar plagioclase biotite hornblende garnet spinel sphen zircon apatite opaque minerals	quartz plagioclase epidote chlorite prehnite pumpeillyte sericite calcite opaque minerals	⊙	⊙

⊙ : abundant, ○ : common, ○ : a little, ● : rare.

Table II-1-11 Observation results of polished sections collected in Labuk area

Ser. No.	Sample No.	Coordinates		Descriptions	Detected mineral								Remarks			
		N	E		Chalcopyrite	Bornite	Chalcocite	Pyrite	Magnetite	Hematite	Limonite/Goethite	Malachite		Gangue minerals		
1	C505	1530.20	4681.75	Magnetite-(chalcopyrite) dissemination	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	○	○
2	F538	1454.15	4699.12	Limonite (gossan).	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	○	○

◎: abundant ○: common ◦: a little ·: rare

S の 7 元素による鉱石分析を行った。分析結果を Table II-1-12 に示す。分析結果では、いずれの試料も Au 及び Ag は検出限界以下の値を示した。Cu は、試料番号 C511 (686 ppm) 及び M610 (396 ppm) の 2 試料が比較的高い値をしめす。C511 は、テルピドの南方に分布するチャート・スピライト層中の粗粒玄武岩の鉱染帯の試料である。M610 の試料は、インバック川の支流で認められた貫入岩の周辺より採取したゴッサン試料である。この試料は Zn も比較的高い (177 ppm) を示す。これ以外の試料では、顕著な値は検出されなかった。

Table II-1-12 List of ore samples and their assay results in Labuk area

Ser. No.	Sample No.	Coordinates		Descriptions	Assay results								Remarks
		N	E		Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	S (%)		
1	C505	1530.20	4681.75	Pyrite-chalcopyrite dissemination in dolerite.	< 0.1	< 0.1	86	16	83	11	0.15		
2	C507	1513.10	4678.70	Pyrite-chalcopyrite dissemination in dolerite and basalt.	< 0.1	< 0.1	51	17	88	9	0.11		
3	C511	1533.78	4691.00	Pyrite-chalcopyrite dissemination in dolerite.	< 0.1	< 0.1	686	16	70	13	1.49		
4	F538	1454.15	4699.12	Limonite and goethite along fractures in basalt.	< 0.1	< 0.1	135	19	90	6	0.09		
5	M610	1453.43	4682.55	Gossanized rock with limonite and goethite.	< 0.1	< 0.1	396	90	177	9	0.08		

第2章 地化学探査準精査

2-1 調査及び解析

2-1-1 調査方法

本調査では、第2年次にセガマ地区及びセンボルナ地区に対して実施した広域地化学探査の結果、有望地区として抽出された下記8地区に対し地化学探査の準精密調査を実施した。

- ① A地区 (セガマ地区: サバハン川~デワタ川周辺)
- ② B地区 (セガマ地区: ダヌン川上流域)
- ③ C地区 (セガマ地区: セガマ川上流域)
- ④ D地区 (セガマ地区: テンカユ川流域)
- ⑤ E地区 (センボルナ地区: カルンバング川最上流域)
- ⑥ F地区 (センボルナ地区: タワウ・ヒル周辺)
- ⑦ G地区 (センボルナ地区: アバス川流域)
- ⑧ H地区 (センボルナ地区: シッピト川流域)

これら調査地区の位置図を Fig. II-2-1に示す。

調査の試料種としては、B地区及びC地区を除き土壌試料を採用した。B地区及びC地区ではその地形が急峻であることから、土壌試料及び河床堆積物試料を沢沿いで採取した。地化学探査の踏査ルートに沿っては、地質の概査を実施するとともに室内試験のための試料を採取し、その結果に基づき総合的な解析を行った。土壌試料の採取地点では、第1年次の予察結果に基づきB層の上部より採取し、河床堆積物試料については広域地化学探査と同様流れの縁辺部より、-60メッシュの篩別試料を採取した。土壌試料の採取密度は、1 km² 当たり4試料を原則として実施した。

各試料の採取地点では、試料ごとに記載を行い試料リストを作成した。土壌試料は1 kgを河床堆積物は、150 gを目安として試料の採取を行った。採取した土壌試料は、自然乾燥した後-80メッシュの篩別試料とした。これらの試料は秤量し分析試料及び保管試料とに区分した。保管試料は、マレイシア地質調査所サバ支所に保管することにした。分析試料は、日本及びカナダの分析所へ送付した。各分析所では、これらの試料を化学分析に供した。

これらの地区の現地調査は、調査地区内にキャンプを設営(D地区、G地区)、移動キャンプ(B地区、C地区、E地区)で実施した。A地区の調査は、ラハッドダーツの地質調査所のキャンプを利用した。F地区及びH地区の調査は、G地区に設営したキャンプを利用し実施した。

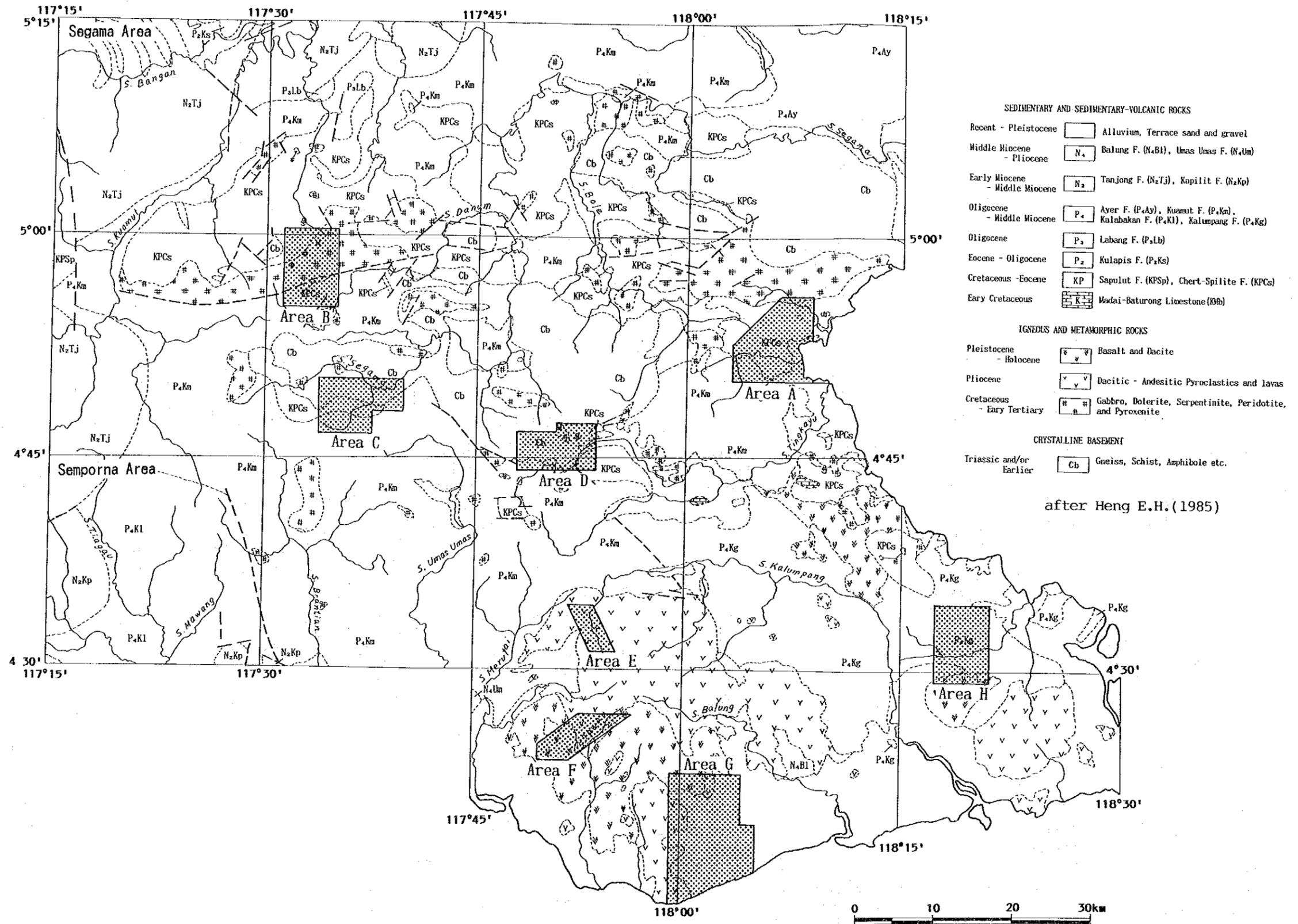


Fig. II-2-1 Location map of semi-detailed syrvy areas

2-1-2 作業量

本調査で実施した地区別の作業量は以下の通りである。

地区名	地 化 学 探 査			室 内 試 験			
	土 壤	河床堆積物	岩 石	薄 片	研 磨 片	X線回折	鉍石分析
A地区	340 試料	0 試料	2 試料	2 試料	1 試料	2 試料	2 試料
B地区	144 試料	140 試料	12 試料	10 試料	7 試料	4 試料	8 試料
C地区	140 試料	140 試料	7 試料	6 試料	2 試料	2 試料	5 試料
D地区	221 試料	0 試料	4 試料	3 試料	0 試料	0 試料	2 試料
E地区	72 試料	0 試料	1 試料	1 試料	0 試料	1 試料	1 試料
F地区	122 試料	0 試料	1 試料	1 試料	1 試料	2 試料	2 試料
G地区	581 試料	0 試料	2 試料	2 試料	1 試料	3 試料	1 試料
H地区	282 試料	0 試料	1 試料	1 試料	0 試料	1 試料	0 試料

地化学探査試料の分析元素と(21 元素) その検出限界は、キナバル地区及びラプク地区で実施した河床堆積物による広域地化学探査と同様である。

鉍石分析の成分及び検出限界は以下のとおり。

元素名	検出限界	元素名	検出限界	元素名	検出限界	元素名	検出限界
Au	0.1 g/t	Cu	1 ppm	Zn	1 ppm	S	0.001 %
Ag	0.1 g/t	Pb	1 ppm	Mo	1 ppm		

本調査の地化学探査に採用した分析元素は、第1年次に実施した予察地化学探査の結果に基づいて決定した。

2-1-3 解析手法

地化学探査試料(土壌及び河床堆積物)の分析結果は、データの統計処理のためコンピュータに入力した。この入力データを用い統計処理、単変量解析及び多変量解析を行った。

単変量解析では、コンピュータを使用し各元素の統計値を計算した。検出限界以下の値を示す分析値については検出限界値の半分の値を用い計算した。計算した平均値は幾何平均値である。この統計値に基づき各元素の濃度分布図を作成し検討した。

調査地区の水系は、デジタイザーを用いコンピュータに入力し、コンピュータ処理により濃度分布図を作成した。各元素間の関係は相関係数を計算し検討した。各元素の異常値の抽出には、EDA (Exploratory Data Analysis) 法 (Kurzi H.; 1988) を採用した。この手法は、単成分データの分布の型に関係せず、統計的な数値処理によってしきい値を抽出する手法である。

多変量解析としては、因子分析法を採用した。因子分析法は、各成分間の関係よりその関係の原因となる因子を抽出する手法である。

地化学探査試料の内岩石試料は、その試料数が少なく統計処理の数値が余り意味をなさないことから、試料ごとの分析結果に基づいて検討を行った。採取した試料のリストとその分析結果をTable II-2-1に示す。試料の採取位置は各地区の地質図に示す。

各試料種の解析には、その地区の地質が重要な要素となるので、既存資料と本調査の結果に基づいて作成した地質図によりその解析を実施した。

2-2 室内試験結果

本調査では踏査ルートに沿って地質調査を実施するとともに、調査地区の解析に供するため室内試験用の岩石試料を採取した。これらの試料の採取位置を、各地区の地質図中に示す。

本調査で実施した室内試験は、採取した代表的岩石試料に対する薄片観察、鉍石試料に対する研磨片観察及び変質を明らかにするためのX線回折試験である。

これら室内試験結果のうち薄片試料の観察結果をTable II-2-2、研磨片の観察結果をTable II-2-3にX線回折試験結果をTable II-2-4に示す。各調査地区で確認された鉍化帯より鉍石分析に供するための試料を採取した。これら鉍石試料のリストとその分析結果をTable II-2-5に示す。

Table II-2-1 List and analytical results of rock geochemical samples in the semi-detailed survey areas

Ser. No.	Sample No.	Area	Coordinates N E	1/50,000 Topo. Sheet	Name of Stream	Descriptions	Geol. Unit	As ppm	Au ppb	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Hg ppb	K %	Hg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sr ppm	Ti %	U ppm	W ppm	Zn ppm
1	U574	A	1440.21	4799.95	Silam	—	Coba	4	<1	4	26	150	21	<10	0.32	2.16	403	<1	1.69	36	<2	0.042	7.5	136	0.45	<0.2	67	56
2	Y588	A	1437.93	4800.66	Silam	—	Coba	<1	<1	22	43	275	74	29	0.39	3.81	771	<1	2.25	77	<2	0.083	1.1	99	0.46	<0.2	56	78
3	B572	B	1448.50	4798.58	Ulu Segama	S. Malubok	Coba	<1	<1	6	32	325	9	<10	0.09	3.67	613	<1	2.30	154	<2	0.048	9.7	157	0.73	<0.2	46	48
4	B580	B	1448.07	4734.95	Ulu Segama	S. Malubok	Cesch	<1	<1	50	34	142	32	<10	0.03	0.06	337	<1	0.02	18	<2	0.009	0.2	27	0.02	1.8	311	13
5	N595	B	1451.30	4737.74	Ulu Segama	S. Malubok	Coba	<1	<1	47	42	245	84	12	0.20	1.76	1169	3	2.81	193	<2	0.092	8.1	154	0.61	0.2	29	126
6	N599	B	1450.95	4739.57	Ulu Segama	S. Malubok	Gabbro (layered)	2	<1	9	23	735	146	<10	0.02	3.83	78	<1	1.28	176	<2	0.086	<0.2	70	0.09	<0.2	51	38
7	N600	B	1451.38	4738.90	Ulu Segama	—	Pr	9	<1	3	84	545	38	11	<0.01	16.97	731	<1	0.03	1562	8	0.061	<0.2	1	0.01	<0.2	<2	143
8	N601	B	1450.92	4736.30	Ulu Segama	S. Malubok	I.	5	<1	46	16	99	6	15	0.38	0.28	183	2	0.62	15	4	0.228	2.3	28	0.13	1.0	138	24
9	N603	B	1451.24	4737.95	Ulu Segama	—	Cesch	4	<1	16	38	205	64	<10	0.03	4.62	<5	2	1.59	237	<2	0.139	<0.2	101	0.06	<0.2	64	54
10	N605	B	1449.29	4738.08	Ulu Segama	—	Coba	2	<1	24	32	213	58	11	0.19	3.32	797	<1	1.88	54	<2	0.077	4.3	151	0.56	<0.2	31	72
11	N606	B	1451.04	4738.72	Ulu Segama	—	Pr	<1	<1	2	88	208	52	11	<0.01	14.95	935	<1	0.08	976	<2	0.049	<0.2	39	0.04	<0.2	8	140
12	P545	B	1446.20	4740.21	Ulu Segama	S. Karanggan	P.Km	15	<1	2989	23	57	5	17	0.25	0.23	767	2	0.47	11	<2	0.128	4.1	83	0.10	<0.2	292	22
13	P546	B	1446.57	4739.30	Ulu Segama	S. Karanggan	Coba	<1	<1	14	95	84	31	13	0.07	3.16	1052	<1	2.11	46	<2	0.088	9.4	126	0.85	1.0	29	74
14	P553	B	1444.70	4735.23	Ulu Segama	S. Dunun	Coba	<1	<1	15	31	163	42	<10	0.21	3.42	840	<1	1.70	56	<2	0.073	10.2	51	0.61	<0.2	30	68
15	J512	C	1431.62	4745.36	Ulu Segama	S. Segama	Gs	<1	<1	21	23	55	54	<10	0.05	1.19	555	2	1.63	6	<2	0.606	11.6	218	0.61	<0.2	87	36
16	U501	C	1432.35	4756.35	Ulu Segama	S. Segama	Pr	<1	<1	12	46	349	49	<10	0.13	3.81	899	<1	1.72	149	<2	0.049	6.3	137	0.29	<0.2	116	75
17	U503	C	1431.92	4748.13	Ulu Segama	S. Segama	Tn	6	<1	59	12	51	3	<10	0.08	0.13	<5	<1	3.71	6	<2	0.012	1.6	196	0.06	<0.2	137	11
18	U506	C	1434.39	4746.94	Ulu Segama	S. Segama	Ps	<1	<1	351	24	117	54	<10	1.37	2.31	659	2	2.48	50	<2	0.089	10.0	173	0.48	1.0	48	77
19	U507	C	1434.52	4747.32	Ulu Segama	S. Segama	Gs	<1	25	55	41	363	6	<10	0.45	5.91	860	<1	1.67	153	<2	0.043	1.9	250	0.19	<0.2	32	90
20	U508	C	1434.20	4747.90	Ulu Segama	S. Segama	Gs	<1	<1	17	35	145	32	<10	0.06	4.87	574	2	1.15	59	<2	0.052	1.3	160	0.10	<0.2	38	64
21	U515	C	1433.52	4752.25	Ulu Segama	S. Segama	P.Km	8	<1	49	13	73	5	17	0.34	0.31	203	<1	0.49	12	4	0.031	2.0	33	0.13	1.2	115	24
22	U577	D	1425.47	4770.02	S. Tingkayu	S. Tingkayu	As	2	<1	14	23	281	20	20	0.13	2.40	1354	1	1.75	109	<2	0.038	2.1	136	0.38	<0.2	49	77
23	U578	D	1427.56	4772.80	S. Ulu Boie	—	Di	7	<1	69	22	47	45	<10	0.39	2.36	245	<1	1.49	16	<2	0.060	<0.2	308	0.40	<0.2	35	60
24	U579	D	1428.78	4772.90	S. Ulu Boie	—	As	<1	<1	10	37	299	<1	<10	0.01	3.65	862	<1	1.80	92	<2	0.043	7.3	108	0.21	<0.2	50	61
25	Y602	D	1427.08	4770.42	S. Ulu Boie	—	As	2	<1	14	33	145	42	<10	0.03	3.41	579	<1	1.57	46	<2	0.084	5.3	160	0.39	<0.2	47	65
26	M602	E	1400.55	4777.90	S. Tingkayu	S. Langgin	A ₁	25	<1	270	18	50	43	<10	1.76	1.48	349	2	1.55	20	<2	0.024	5.8	233	0.36	2.0	34	63
27	M596	F	1387.50	4775.25	Tawau North	S. Tawau	A ₁	4	4	310	22	53	38	<10	1.68	1.04	238	2	1.67	19	5	0.025	6.5	237	0.33	1.6	101	58
28	M593	G	1380.43	4785.40	Tawau North	—	A ₁	2	<1	383	23	80	26	<10	1.35	1.34	759	2	1.64	18	<2	0.021	4.1	225	0.28	1.8	62	69
29	M594	G	1377.13	4783.33	Apas-Balang	—	A ₁	13	1	326	15	153	20	43	<0.01	<0.01	3867	4	<0.01	4	10	0.014	55.7	11	0.27	1.8	134	14
30	M599	H	1395.57	4823.90	Kalumpang	—	A ₁	<1	<1	95	26	20	52	<10	0.33	1.46	506	<1	1.31	7	<2	0.041	8.2	278	0.56	0.2	15	83

Table II-2-2 Observation results of thin sections in the semi-detailed survey areas

Ser. No.	Sample No.	Location Coordinates		Geologic Units	Rock Name	Texture	Fragments, grains and minerals		Matrix, groundmass and accessory minerals		Metamorphic and altered minerals	
		N	E				basalt quartz plagioclase hornblende pyroxene clinopyroxene olivine opaque minerals	quartz K-feldspar plagioclase pyroxene clinopyroxene orthopyroxene glass sphen chromian spinel opaque minerals	quartz K-feldspar plagioclase epidote chlorite prehnite pumpellyite tremolite actinolite serpentine montmorillonite sericite barite zeolite calcite jasconite opaque minerals			
1	U574	A	1440.21 4799.95	Csba	Basalt	Intergranular	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
2	Y598	A	1437.93 4800.66	Csba	Basalt	Ophitic		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
3	B572	B	1449.50 4739.55	Csba	Dolerite	Ophitic	○	⊙	⊙	○	○	○
4	N596	B	1451.30 4737.74	Csba	Basalt	Intergranular	○	⊙	⊙	○	○	○
5	N599	B	1450.95 4739.57	Gb	Gabbro	Cumulus	⊙			○	○	○
6	N605	B	1449.29 4738.09	Csba	Dolerite	Ophitic		⊙	⊙	○	○	○
7	N606	B	1451.04 4738.72	Pr	Ol-gabbro (Troctolite)	accumulus	○	○	○	○	○	○
8	P546	B	1446.57 4739.30	Csba	Amphibolite	Granoblastic	○			⊙	⊙	○
9	P547	B	1447.30 4739.05	Csba	Tuff	Pyroclastic	⊙	○	○	⊙	⊙	○
10	P553	B	1444.70 4735.23	Csba	Basalt	Ophitic		⊙	⊙	○	○	○
11	P558	B	1446.06 4737.45	Csba	Dolerite	Ophitic		⊙	⊙	⊙	⊙	○
12	P561	B	1448.02 4737.37	Csba	Dolerite	Ophitic			⊙	⊙	⊙	○
13	U601	C	1482.35 4746.55	Pr	Greenschist	Cataclastic and neofoliated				○	○	○
14	U603	C	1481.92 4749.13	I ₁	Tonalite (milonitized)	Cataclastic	⊙	⊙		○	○	○
15	U606	C	1488.39 4746.94	Ps	Phyllitic schist	Cataclastic	⊙	⊙		○	○	○

⊙ : abundant, ○ : common, ○ : a little, ● : rare.

Continue

Table II-2-3 Observation results of polished sections in the semi-detailed survey areas

Ser. No.	Sample No.	Area	Coordinates		Descriptions	Detected mineral									Remarks	
			N	E		Chalcopyrite	Bornite	Chalcocite	Covellite	Sphalerite	Pyrite	Magnetite	Limonite/ Goethite	Gangue minerals (Q: quartz)		
1	U572	A	1438.40	4794.88	Pyrite dissemination.	.	.	.	.	.	.	.	.	○	○^a	Partly weathered
2	P548	B	1444.77	4737.70	Chalcopyrite-pyrite-quartz vein.	○	.	.	.	.	.	.	.	○	○^b	
3	P554	B	1444.75	4735.07	Pyrite-magnetite ore.	.	.	.	.	.	.	.	.	○	○	Magnetite in pseudomorph after hem.
4	P556	B	1444.40	4735.55	Pyrite-(chalcopyrite)-quartz vein.	.	.	.	.	.	.	.	.	○	○^a	Partly weathered
5	P558	B	1446.06	4737.45	Chalcopyrite-sphalerite-pyrite-quartz vein.	○	.	.	.	.	.	.	.	○	○^a	
6	P559	B	1447.33	4737.42	Pyrite dissemination.	.	.	.	.	.	.	.	.	○	○
7	P560	B	1447.44	4737.31	Chalcopyrite-pyrite-quartz vein.	.	.	.	.	.	.	.	.	○	○^a	
8	P561	B	1448.02	4737.37	Chalcopyrite-sphalerite-pyrite-quartz vein.	○	.	.	.	.	.	.	.	○	○^a	
9	J510	C	1430.88	4746.10	Sphalerite-magnetite-pyrite-chalcopyrite ore	.	.	.	.	.	.	.	.	○	○
10	J514	C	1434.60	4743.55	Pyrite-(chalcopyrite)-quartz veinlet and pyrite dissemination	.	.	.	.	.	.	.	.	○	○^a	Partly weathered
11	M598	F	1388.25	4776.95	Limonite (gossan).	.	.	.	.	.	.	.	.	.	○^a	
12	M595	G	1376.25	4786.05	Limonite (gossan).	.	.	.	.	.	.	.	.	.	○^a	

◎: abundant ○: common ○: a little ·: rare

Table II-2-5 List of ore samples and their assay results in the semi-detailed survey area

Ser. No.	Sample No.	Area	Coordinates		Descriptions	Assay results								Remarks
			N	E		Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	S (%)		
1	U572	A	1438.40	4794.88	Basic tuff w/pyrite diss.	< 0.1	< 0.1	4	14	18	9	1.13		
2	U573	A	1439.08	4797.24	Basic lapi. tuff w/pyrite spots	< 0.1	< 0.1	107	17	117	10	0.43		
3	P548	B	1444.77	4737.70	Qtz.-py.-hem.-cp.-bor. ore	< 0.1	6.6	21185	10	149	34	9.72	Float	
4	P554	B	1444.75	4735.07	Fine grained pyrite ore	< 0.1	< 0.1	633	19	64	6	16.51		
5	P556	B	1444.40	4735.55	Pyrite diss. in altered rock	< 0.1	< 0.1	1234	5	517	9	15.45		
6	P558	B	1446.06	4737.45	Qtz.-py.-sp. stockwork ore	< 0.1	13.8	4	11	3517	23	7.51		
7	P559	B	1447.33	4737.42	Quartz-pyrite ore	< 0.1	< 0.1	77	< 1	137	12	15.78		
8	P560	B	1447.44	4737.31	Qtz.-py.-cp.-bor. ore	< 0.1	< 0.1	10631	6	117	39	14.04		
9	P561	B	1448.02	4737.37	Qtz.-py.-sp. vein in alt. rock	< 0.1	10.1	6	47	30431	11	7.84		
10	P562	B	1447.04	4737.00	Qtz.-py. stockwork vein	< 0.1	< 0.1	123	11	92	20	20.55		
11	J502	C	1430.45	4743.10	Gabbro with pyrite dissemination	< 0.1	< 0.1	10	18	47	8	0.33		
12	J510	C	1430.88	4746.10	lenticular massive pyrite	< 0.1	< 0.1	827	21	5761	9	8.86		
13	J511	C	1431.03	4746.05	Green schist with pyrite diss.	< 0.1	< 0.1	185	17	98	12	0.66		
14	J514	C	1434.60	4743.55	Qtz.-py. vein in green schist	< 0.1	< 0.1	57	19	49	15	2.53		
15	U617	C	1434.80	4752.30	Qtz.-epidote vein in green sch.	< 0.1	< 0.1	15	19	15	12	0.07		
16	Y611	D	1427.10	4770.33	Milky Qtz. vein with limonite	< 0.1	< 0.1	12	8	8	7	0.08		
17	Y614	D	1427.10	4770.33	Limonitized schist	< 0.1	< 0.1	58	18	31	10	0.06		
18	M603	E	1399.84	4778.20	Sili. andesite with pyrite diss.	< 0.1	< 0.1	35	26	59	11	1.90		
19	M597	F	1388.90	4775.68	Sili. andesite with pyrite diss.	< 0.1	< 0.1	76	31	31	12	3.35		
20	M598	F	1388.25	4776.95	Sili. & argi. and. with py. diss.	< 0.1	< 0.1	95	213	13	12	0.18		
21	M595	G	1376.25	4786.05	Limonitized & brecciated rock	< 0.1	< 0.1	24	41	37	11	0.08		

2-3 A 地 区

2-3-1 地質及び鉍化作用

(1) 調査地区

第2年次に実施した広域地化学探査の結果、その地化探異常帯の分布及び地質よりキプロス型銅鉍床賦存の可能性が推定されたことから、引き続き土壌試料による地化学探査の準精査を実施した。

A地区はセガマ地区の東端に位置する。調査地区は、河川沿及び南東部を除くと丘陵地形を示す。主要な河川は北部のディワタ川 (Sungai Diwata) 及び南部のサバハン川 (Sungai Sabahan) でいずれも東流する。

調査地区の南部は、平坦地が広がることからプランテーションとして利用されている。北部の丘陵地帯は二次ジャングルが残されている。

(2) 地 質

本地区の地質は、基盤をなす先三畳紀の結晶質岩 (Gs)、白亜紀初期の石灰岩 (Kmb)、白亜紀より第三紀にかけての超塩基性岩 (Pr)、塩基性岩 (Gb)、チャート・スピライト層 (Csch, Csba) 及び漸新世～中新世中期のクワム (Kuamt) 層 (P₄Km) より構成される。河川及び海岸に沿っては、砂礫 (Q₂) が堆積する。本地区の地質図をFig. II-2-2 に示す。

結晶質岩 (Gs) は、調査地区の南東端及び北部に分布する。北部に分布するものは、フェンスタ一状の分布を示す。本岩は著しく破碎された緑色片岩を主とし千枚岩、蛇紋岩を挟む。白亜紀初期の石灰岩 (Kmb) は、南部及び北部の小範囲に分布する。超塩基性岩 (Pr) はかんらん岩より、塩基性岩 (Gb) は斑れい岩より構成され、地区北端部の小範囲に分布する。チャート・スピライト層は、調査地区の西部を除く広い範囲に分布する。本層は玄武岩質枕状溶岩、同質碎屑岩類 (Csba) とチャートを主とする堆積岩 (Csch) より構成される。このうち玄武岩質火山岩類が広い範囲に分布し、チャートは地区北西部の小範囲に分布する。玄武岩質溶岩の検鏡結果 (Table II-2-2) では、緑泥石、緑れん石などの変質鉍物が認められる。クワム層 (P₄Km) は地区の南西部に広く分布しこれ以外では北部の小範囲にフェンスタ一状に分布する。本層は、砂岩及び凝灰質泥岩より構成される。主要な河川及び海岸線に沿っては、現世の砂、礫が堆積する。

本地区の地質分布より推定すると、チャート・スピライト層とクワム層との間に衝上断層の存在が推定される。北部に分布するクワム層についても同様である。

(3) 鉍 化 作 用

本地区では顕著な鉍化作用は認められないが、サバハン川上流のクワム層の泥岩中及びディバト (Divato) 川上流の火山礫凝灰岩中に黄鉄鉍の鉍染が認められる。チャート・スピライト層と

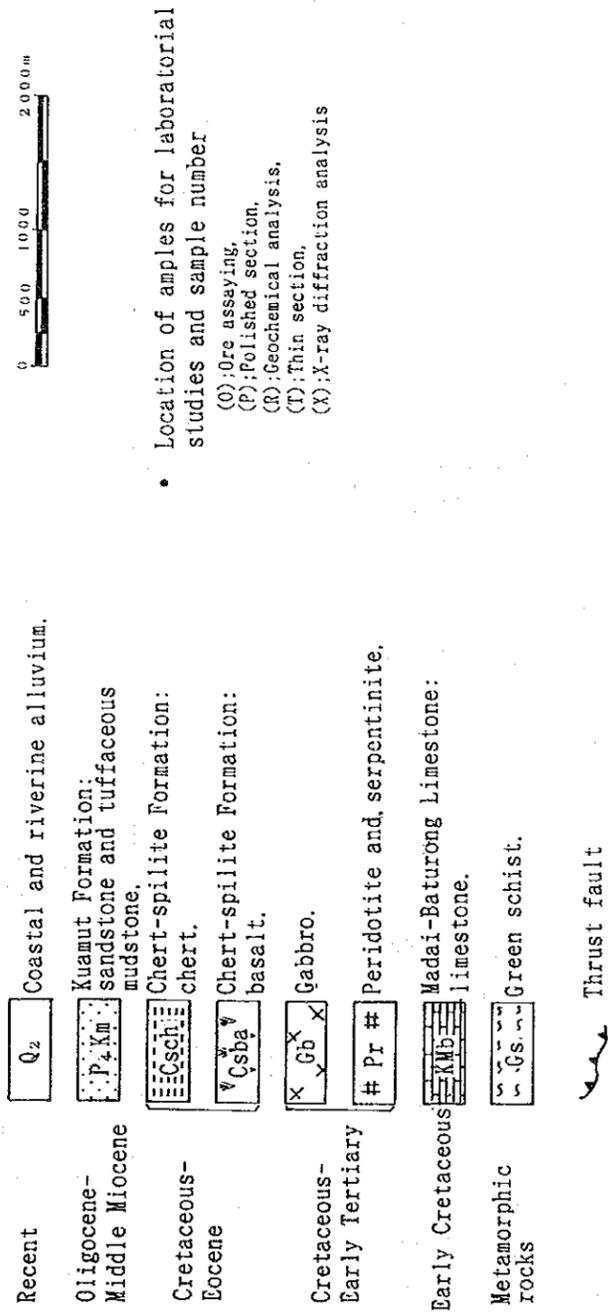
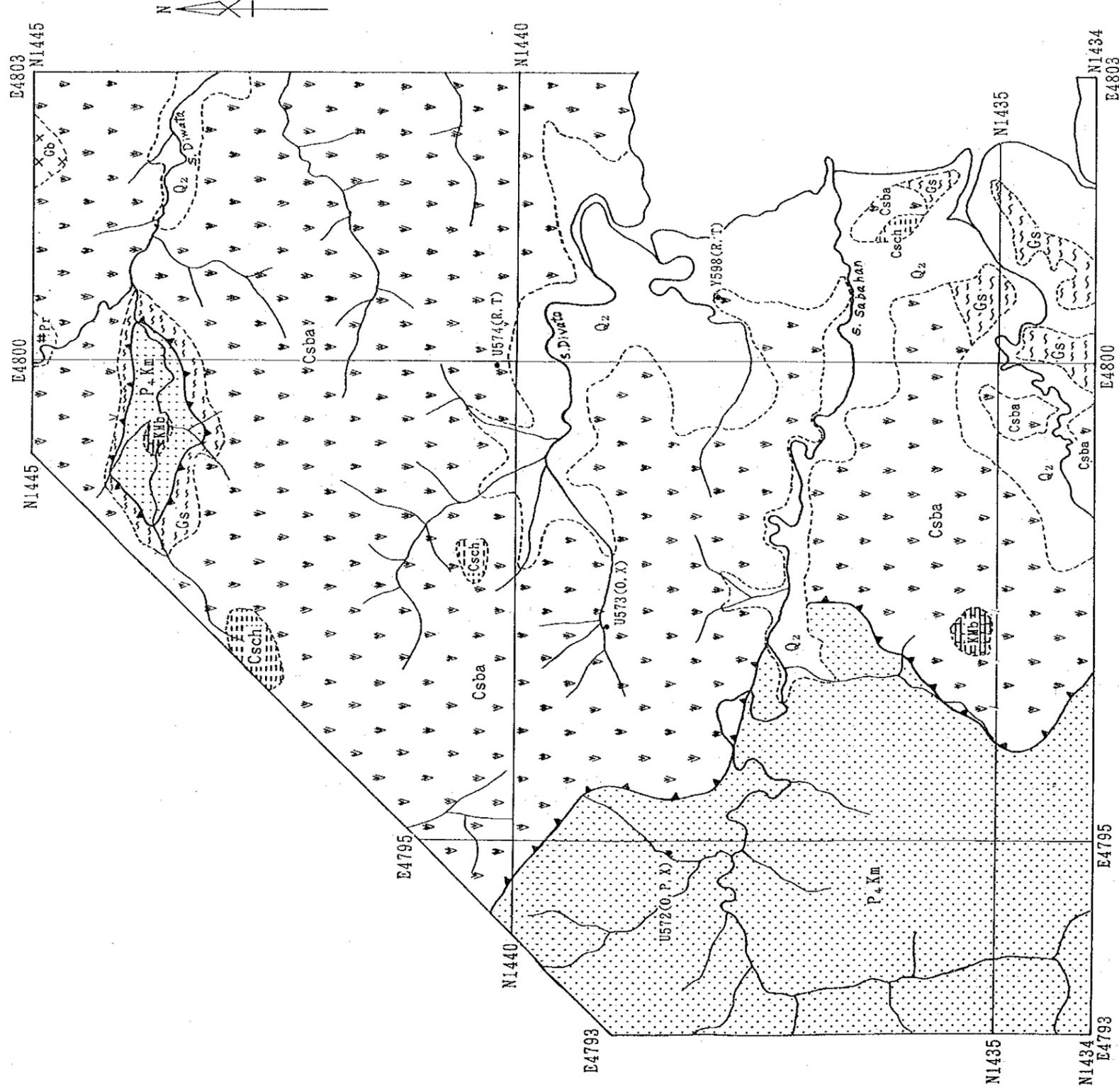


Fig. II-2-2 Geologic map of Area A

クワム層の境界部付近では、珪化作用及び粘土化作用を受けた箇所があり、この部分では褐鉄鉱が認められる。黄鉄鉱の鉱染部より2試料(U527、U537)を採取し鉱石分析に供した。採取した試料の位置をFig. II-2-2 に、分析の結果をTable II-2-5に示す。この結果では1試料(U573)で若干高いCu(107 ppm)及びZn(117 ppm)の値を示す。試料番号U527の試料については、研磨片による鑑定を行った。この結果(Table II-2-3)では黄銅鉱、閃亜鉛鉱が微量ながら確認された。さらにこの2試料に対しては、X線回折による変質鉱物の同定を行った。この結果(Table II-2-4)では、緑泥石、石英、カリ長石などの変質鉱物が同定された。

2-3-2 土 壌 地 化 学 探 査

(1) 試 料 採 取

本調査では、土壌を地化学探査の試料種として採用した。本調査で採取した試料の採取位置をFig. II-2-3 に示す。本地区の調査で採取した土壌試料の一覧を Appendix 17に示す。採取した土壌試料は乾燥後篩別し -80メッシュの試料を分析試料とした。

(2) 統 計 処 理 結 果

採取した土壌試料の分析結果を Appendix 18に示す。これらの分析の結果をコンピュータに入力し統計処理を行った。統計処理の結果をTable II-2-6に示す。

統計処理の結果得られた平均値(幾何平均値)を他地区の値と比較すると、以下の傾向が認められ、その地質を反映している。

高い値を示す元素 : Co, Mg, K, Mn, Na, Zn

低い値を示す元素 : U

本調査に採用した 21 元素の内 Mo 及び W の 2 元素については、その絶対値が低く本地区の調査には有効で無いことを示す。

各元素間の関係を明らかにするため相関係数を計算した。この結果良い相関関係(相関係数 0.500 以上)を示す元素の関係は以下の通り。

Ba-K, Ba-U, Co-Cr, Co-Cu, Co-Mg, Co-Mn, Co-Ni, Co-Zn, Cr-Mg, Cr-Ni,

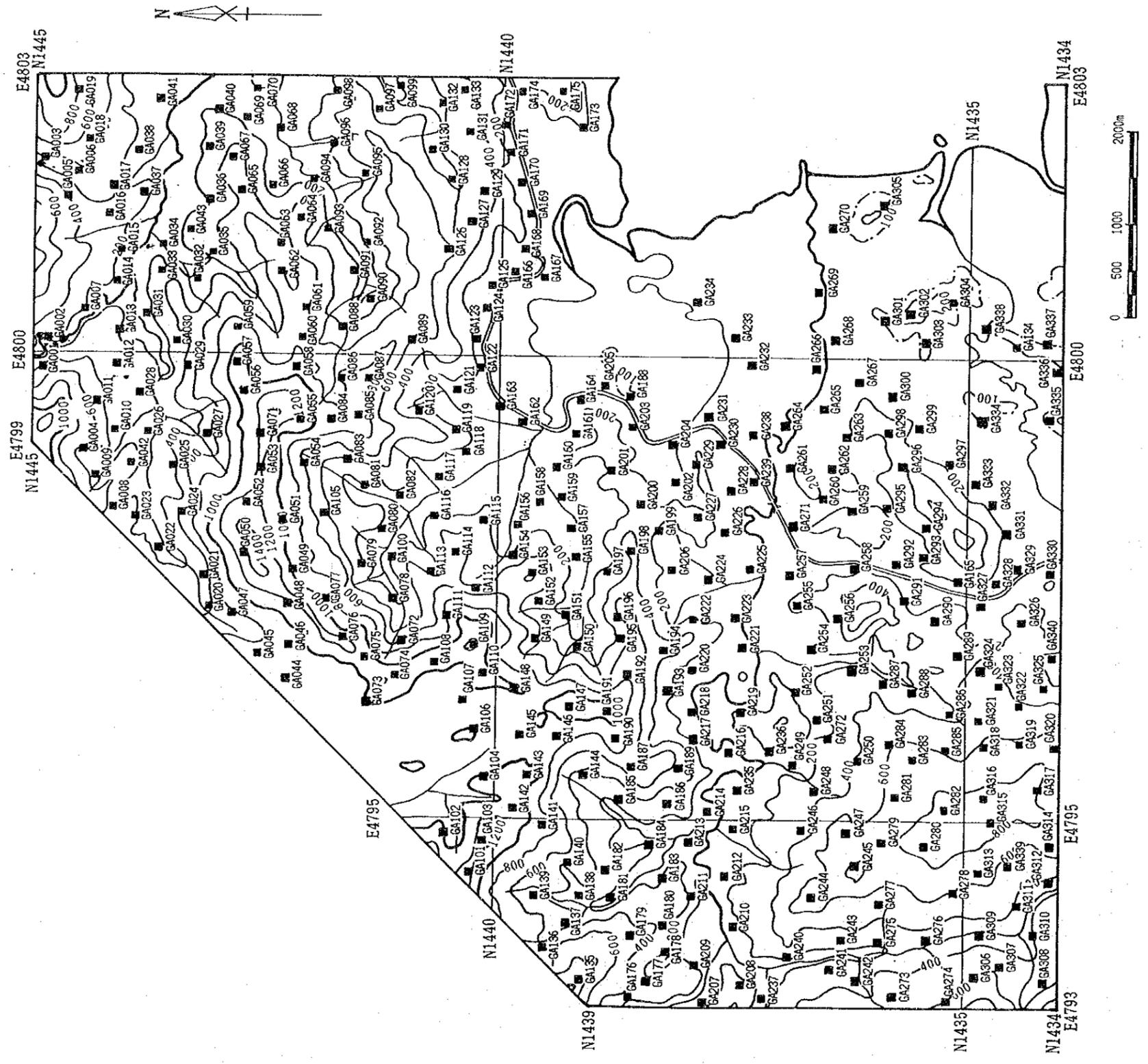
K-U, Mg-Ni, Mg-Sb, Mg-Zn, Mn-Na, Na-S, Na-Sr, Pb-U, S-Sr

この様に Co, Cr, Cu, Mg, Ni, Zn などの元素は互いに良い相関を示す。

(3) 単 変 量 解 析 結 果

各成分の統計処理結果に基づきEDA法によりしきい値を決定した。このしきい値とメディアン値を用い Appendix 19に示す濃度分布図を作成した。この分布図より各元素の分布傾向は、以下に要約される。

As: 高濃度部は地区の北端部に集中する傾向があるが、全体的に見るとあまり顕著な傾向は示



■ Location of soil samples and sample number
 GA257

Fig. II-2-3 Location map of geochemical samples in Area A

Table II-2-6 Statistics of soil geochemical survey in Area A

Area A

Element	Statistics							EDA method**		
	Below detection limit (%)	Maximum value	Minimum value	Mean* ¹ value (b)	Standard deviation	b + 2S.D. * ²	Median	Upper Whisker	Upper Fence	
As (ppm)	80.6	54	< 1	0.9	0.506	8.8	0.5	2.0	0.5	
Au (ppb)	89.1	62	< 1	0.6	0.245	1.8	0.5	0.5	0.5	
Ba (ppm)	—	3,006	3	62.8	0.522	695.9	48.0	185.0	1,453.4	
Co (ppm)	—	283	3	41.9	0.291	160.1	45.0	65.0	134.9	
Cr (ppm)	—	5,908	6	183.2	0.408	1,201.9	194.5	349.0	1,917.4	
Cu (ppm)	0.6	243	< 1	48.6	0.307	199.7	57.0	84.0	—	
Hg (ppb)	0.3	246	5	47.2	0.212	125.6	49.0	70.0	151.1	
K (%)	9.1	2.12	< 0.01	0.096	0.679	2.179	0.100	0.440	—	
Mg (%)	—	13.63	0.05	1.242	0.354	6.352	1.410	2.270	9.167	
Mn (ppm)	2.9	6,368	< 5	971.2	0.564	13,015.8	1,251.5	1,931.0	4,588.2	
Mo (ppm)	47.9	7	< 1	1.0	0.308	4.0	1.0	2.0	—	
Na (%)	—	3.56	0.01	0.875	0.503	8.876	1.380	2.030	—	
Ni (ppm)	—	3,549	2	78.0	0.416	530.6	75.5	134.0	460.4	
Pb (ppm)	84.7	1,017	< 2	1.4	0.359	7.1	1.0	1.0	1.0	
S (%)	—	0.061	0.006	0.020	0.196	0.049	0.020	0.030	—	
Sb (ppm)	5.0	27.5	< 0.2	5.92	0.491	56.78	8.30	12.20	—	
Sr (ppm)	—	238	1	59.6	0.331	273.9	70.0	106.0	—	
Ti (%)	—	3.87	0.02	0.686	0.258	2.255	0.730	1.030	2.220	
U (ppm)	37.4	3.8	< 0.2	0.31	0.512	3.28	0.20	1.60	—	
W (ppm)	97.9	3	< 2	1.0	0.051	1.3	1.0	1.0	1.0	
Zn (ppm)	—	318	12	77.2	0.168	167.7	80.0	98.0	163.5	

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

さず、またその絶対値も低い。

Au: 高濃度帯及び異常値を示す試料の分布は点在しており、その濃度も低い。

Ba: 高濃度帯は南部より南西部にかけて分布し、クワム層の分布域とほぼ一致する。

Co: 高濃度帯は、チャート・スピライト層の分布域に散在する。特に北端部の超塩基性岩の南側では顕著な高濃度を示す。

Cr: 高濃度帯及び異常帯の分布傾向はCoとほぼ同様の傾向を示し、北端部で最も顕著であり、超塩基性岩との関連が推定される。

Cu: 高濃度帯の分布は、チャート・スピライト層の分布域にほぼ限られる。チャート・スピライト層中では高濃度帯は散在しており、顕著な傾向は認められず、その濃度の絶対値も低い。

Hg: 高濃度帯は全域に散在するが、サバハン川流域では低濃度を示す特徴がある。

K: 高濃度帯及び異常帯の分布は、クワム層の分布域に集中しており、堆積岩類と密接な関係を示す。

Mg: Co及びCrと同様の分布傾向を示す。異常帯は北端部に分布する。高い濃度を示す範囲はチャート・スピライト層の分布域に良く一致する。

Mn: 高濃度帯は、チャート・スピライト層の分布域に集中し散在する。

Mo: 高濃度帯は調査地区の全域に散在し、明瞭な傾向は示さない。また、その絶対値も低い。

Na: 高濃度帯はチャート・スピライト層の分布域に散在し、クワム層の分布域では低濃度を示す特徴がある。

Ni: 高濃度帯は北端、西端及び南東端に認められる。このうち北端のものがもっとも顕著で、異常帯もこの範囲に集中する。

Pb: 高濃度帯はクワム層の分布域にその大部分が分布する。特に最大値(1,017 ppm)を示す試料はサバハン川下流の南岸で玄武岩質溶岩の分布域に位置する。

S: 高濃度帯は、地区中央部のチャート・スピライト層の分布域の広い範囲に認められるが、全体的にはこの層中で散在しており特に著しい濃集部は認められない。

Sb: Sと同様の分布傾向を示す。サバハン川の南岸に比較的まとまった異常帯が認められる。

Sr: 高濃度帯は、チャート・スピライト層のみに認められる。特に、サバハン川上流部に当たる地区の西端部には、比較的規模の大きな異常帯が認められる。

Ti: 高濃度帯は、チャート・スピライト層とクワム層の境界部に沿ってNW-S E方向に分布する。

U: 高濃度帯はいずれもクワム層の分布域に集中するが、絶対値で見るとその濃度は低い。

W: 全般に濃度が低く明瞭な傾向は示さない。

Zn: 高濃度帯及び異常帯は、チャート・スピライト層の分布域に散在する。特に、顕著なものはサバハン川中流の両岸及び地区の北端に認められる。

各元素の濃度分布図より、本地区の探査に有用と考えられる主要元素の異常帯の分布をFig.

II-2-4に示す。

(4) 多変量解析結果

多変量解析の手法としては、因子分析法を採用した。因子分析の結果をTable II-2-7に示す。抽出された因子と各元素の関係は以下の通り。

- 第1因子： Hg
- 第2因子： (Co) - Cr - (Mg) - Ni
- 第3因子： Ba - (Cu) - K - U
- 第4因子： Co - Mn - Na - Sb - Ti - Zn
- 第5因子： Na - S - Sr
- 第6因子： (Au)

これらの因子と元素との関係から推定すると、第1因子は変質、第2因子は超塩基性岩、第3因子は堆積岩類及び弱い銅の鉱化作用、第4因子はチャート・スピライト層中の堆積岩またはZnを伴う鉱化作用、第6因子は金との弱い関係を示す。これらの因子のうち鉱化作用に若干の関係が推定される3個の因子を選び、各因子に特定の色を付け、これをコンピュータで合成して因子得点分布図を作成した。この因子得点分布図をFig. II-2-5に示す。この合成図での色と因子との関係は以下の通り。

- 第2因子： 青、
- 第3因子： 黄、
- 第4因子： 赤

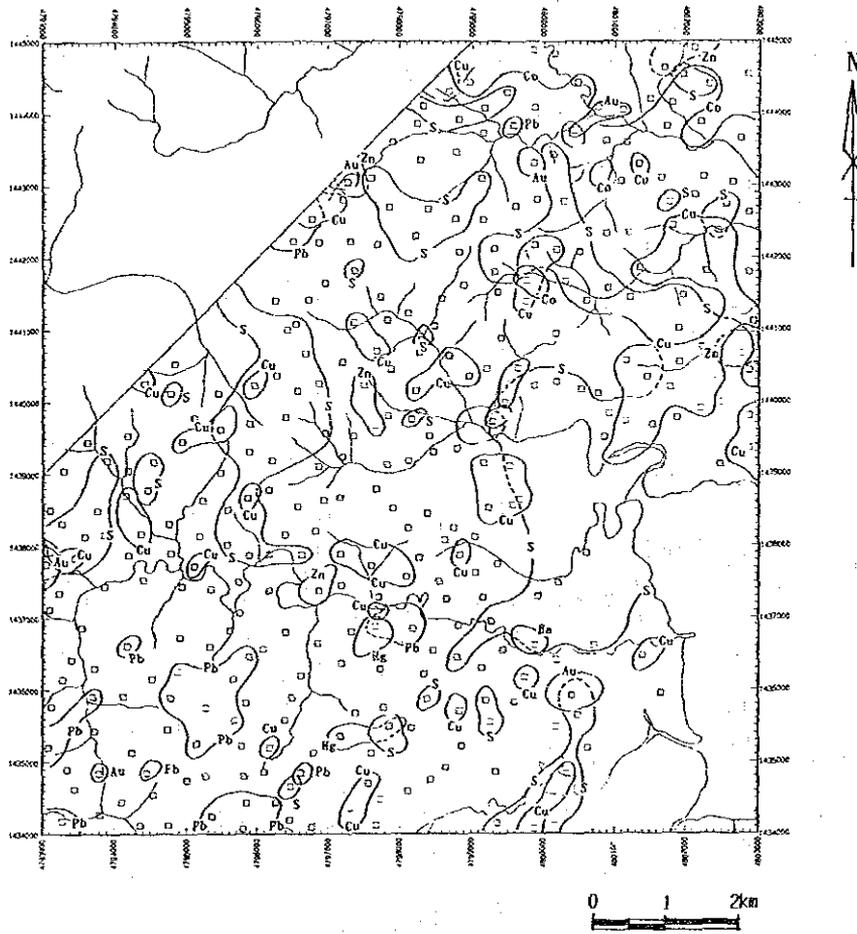
この合成図より各因子の分布傾向は、以下に要約される。

第2因子：地区の北端部に分布する高得点部が最も顕著であり。超塩基性岩の分布域に一致する。

第3因子：高因子得点の分布は、地区南西部のクワム層の分布域に一致する。またサバハン川の下流域に分布する高因子得点部は、河川沿いに分布する現世の堆積物の分布に一致する様である。

第4因子：高因子得点部は、サバハン川の流域及び調査地区の中央部に分布する。

これらの因子の分布傾向からすると、第3及び第4因子の高因子得点部の重なった区域が探査上比較的有望と推定される。



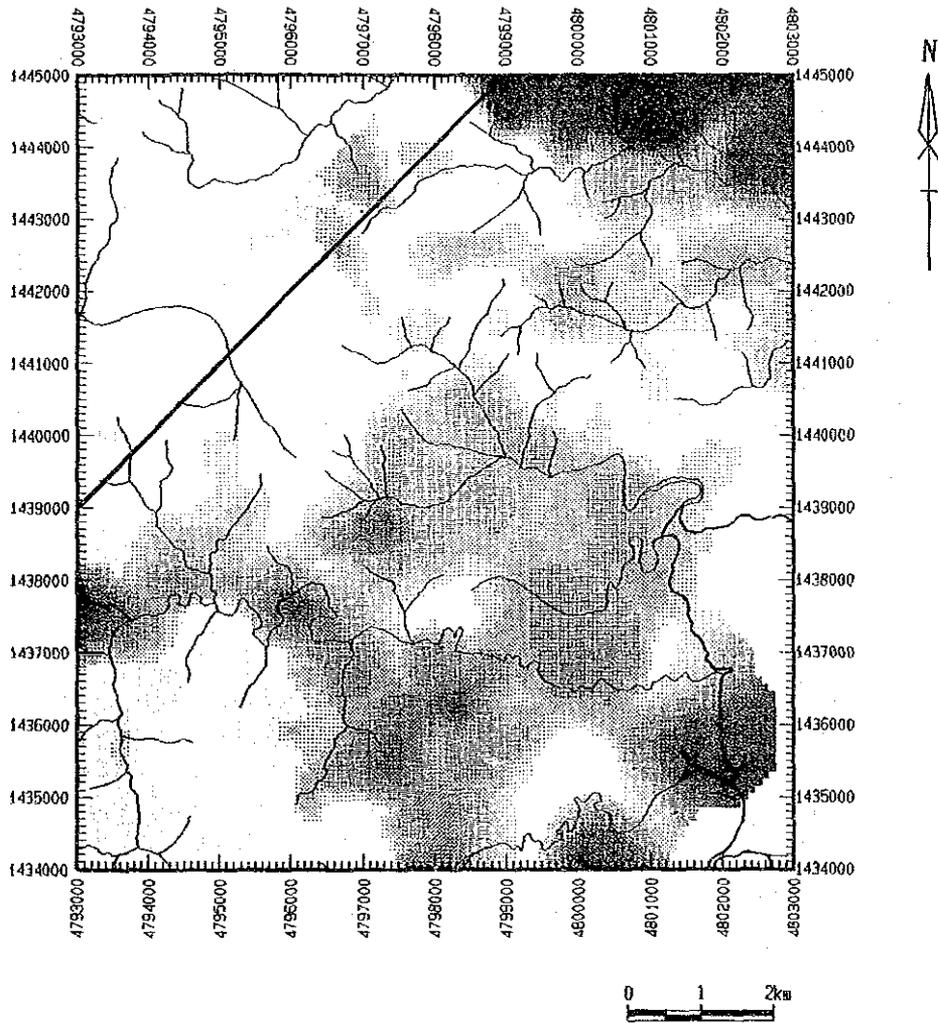
Au >	1.8 ppb	Cu >	84.0 ppm	S >	0.030 %
Ba >	1,453.4 ppm	Hg >	151.1 ppb	Zn >	163.5 ppm
Co >	134.9 ppm	Pb >	7.1 ppm		

Fig. II-2-4 Distribution map of geochemical anomalous zones in Area A

Table II-2-7 Results of factor analyses for soil samples in Area A

Element	Factor loading (Varimax rotation)						Communality
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	
As	-0.082	0.208	-0.127	-0.079	-0.400	-0.432	0.4188
Au	-0.013	0.172	-0.036	0.070	-0.164	0.043	0.0649
Ba	0.026	-0.165	-0.820	-0.007	-0.033	-0.193	0.7380
Co	0.060	0.408	0.361	0.743	-0.023	-0.007	0.8538
Cr	-0.011	0.880	0.286	0.183	0.034	-0.185	0.9246
Cu	-0.233	0.263	0.323	0.410	0.296	0.330	0.5921
Hg	0.550	0.051	0.044	0.052	-0.090	0.123	0.3331
K	-0.124	-0.066	-0.801	-0.271	0.026	0.099	0.7458
Mg	-0.536	0.499	0.300	0.366	0.196	-0.146	0.8193
Mn	0.111	0.181	0.177	0.771	0.178	0.131	0.7194
Mo	0.069	-0.114	-0.003	0.012	-0.045	0.367	0.1543
Na	-0.332	-0.170	0.194	0.512	0.587	-0.039	0.7840
Ni	-0.139	0.907	0.160	0.165	-0.081	-0.235	0.9565
Pb	0.241	-0.013	-0.360	-0.445	-0.297	0.262	0.5419
S	-0.047	0.160	0.195	0.256	0.700	-0.017	0.6226
Sb	-0.157	0.148	0.225	0.504	0.321	-0.224	0.5049
Sr	-0.206	-0.275	-0.157	0.198	0.791	0.014	0.8082
Ti	0.074	-0.356	-0.058	0.515	0.367	0.170	0.5645
U	0.206	-0.064	-0.692	-0.406	-0.294	0.040	0.7789
W	0.109	0.229	-0.024	0.001	-0.162	-0.040	0.0927
Zn	-0.517	0.266	0.075	0.596	0.003	0.100	0.7090
F.C. *1	10.0 %	20.7 %	20.2 %	25.2 %	17.8 %	6.2 %	—

*1: Factor contribution



Factor 2 factor score: Blue Factor 3 factor score: Yellow
 Factor 4 factor score: Red

Fig. II-2-5 Distribution map of factor scores in Area A

2-4 B 地 区

2-4-1 地質及び鉍化作用

(1) 調査地区

本地区は、第2年次セガマ地区に対して実施した広域地化学探査の結果、銅鉍床賦存の可能性が推定されたことから、引き続き地化学探査の準精査を実施した。本調査で実施した地化学探査では、土壌及び河床堆積物を試料種として採用した。

調査地区は、南側がダヌン(Danum)側のの上流に位置し、北側はマルブク(Malubuk)川の上流部に当たる。地区の中央部はNE-SW方向に急峻な山岳地形を示しNE-SW方向に連なる。地区の何部及び北西部の地形は比較的平坦である。なお、本調査では地形が急峻なことから沢沿いに実施した。また、調査はすべて移動キャンプにより行った。

(2) 地 質

本地区の地質は、白亜紀より第三紀にかけての超塩基性岩類(Pr)及び塩基性岩類(Gb)、白亜紀より始新世にかけてのチャート・スピライト層(Csba、Csch)及び漸新世～中新世中期のクワム(Kuamt)層(P₄Km)より構成される。本地区の地質図をFig.II-2-6に示す。

超塩基性岩(Pr)は、地区の北部より西部にかけての小範囲にNE-SW方向で分布する。本岩は、かんらん岩及び蛇紋岩より構成される。塩基性岩(Gb)は、角閃石斑れい岩及び層状斑れい岩より構成され、前述の超塩基性岩の周辺にNE-SWの方向性をもって分布する。これ以外にも調査地区の東部及び南西部にも斑れい岩が分布する。このNE-SW方向に分布する塩基性岩(Gb)の両側には粗粒玄武岩、玄武岩質枕状溶岩及び同質火山碎屑岩類より構成されるチャート・スピライト層(Csba)が分布する。本層は、斑れい岩の南側では粗粒玄武岩が、北側では枕状溶岩が発達する。本層の一部にはチャートの卓越する部分(Csch)が挟まれる。

調査地区の南部と北西部には、クワム層が分布する。本層は砂岩及び泥岩より構成される。

本地区の地質構造は、NE-SW方向に分布する超塩基性岩～塩基性岩とこれを切るN-S方向の断層構造により特徴付けられる。超塩基性岩とチャート・スピライト層との関係は、その分布傾向からすると、その一部が衝上断層により接するものと考えられる。

(3) 鉍 化 作 用

本調査では、調査地区南部のカランガン(Karangan)川の支流及びダヌン川最上流部において粗粒玄武岩中に鉍染状～網状の鉍化帯を確認した。この鉍化帯は、黄鉄鉍、黄銅鉍、閃亜鉛鉍などが認められる。母岩は強度の緑泥石化作用及び珪化作用を受けており、原岩の組織が明らかでないことからはっきりしないが、周辺の地質より判断すると玄武岩と推定される。研磨片の観察結

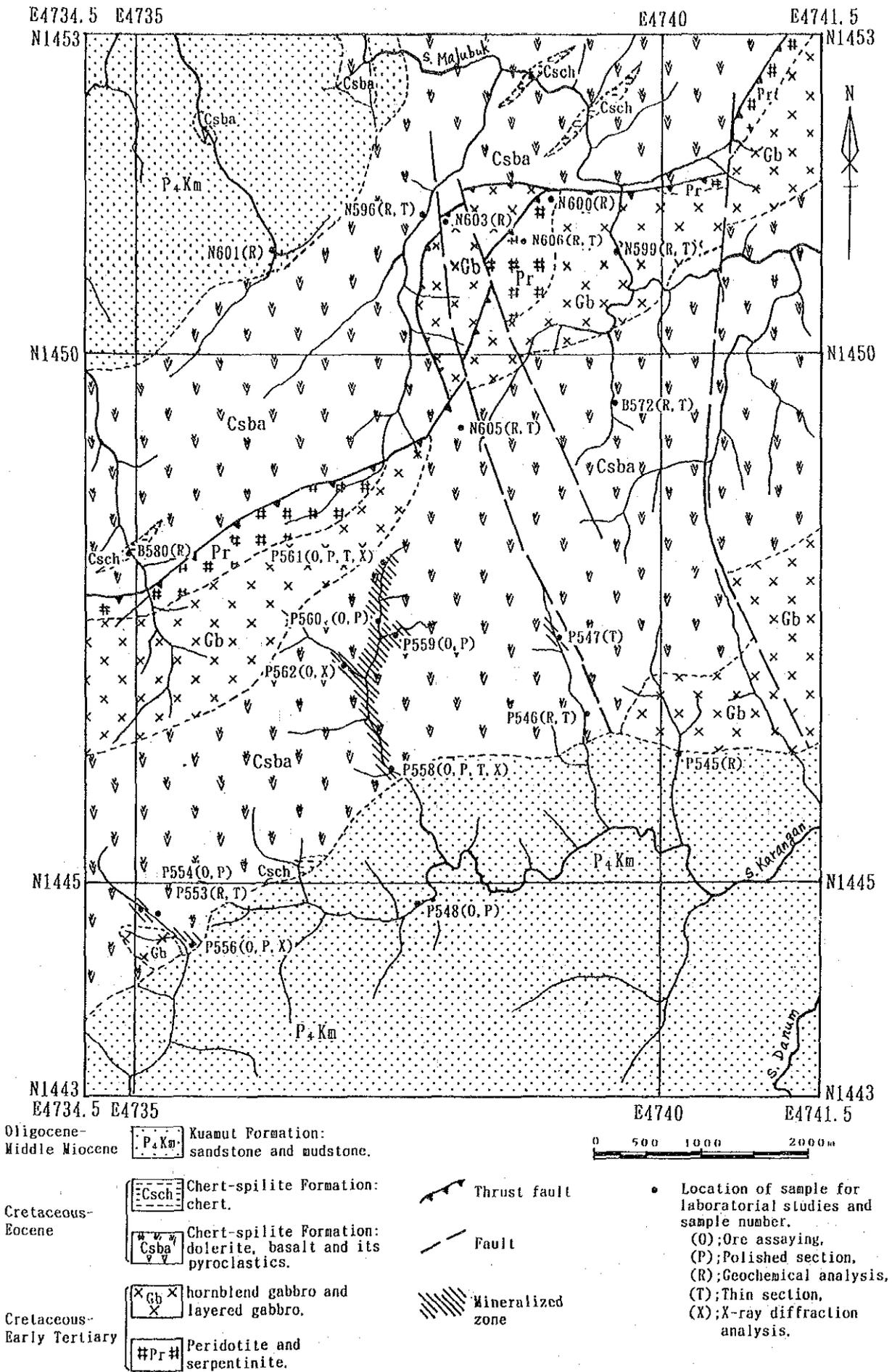


Fig. II-2-6 Geologic map of Area B

果 (Table II-2-3) 鉍石鉍物としては、黄銅鉍、輝銅鉍、銅藍、閃亜鉛鉍、黄鉄鉍、磁鉄鉍が、脈石鉍物としては主として石英が認められた。採取した試料を鉍石分析した結果では、銅の最高値が2.12 %を亜鉛の最高値が3.04 %を示した。鉍石試料に対するX線回折試験の結果 (Table II-2-4) では、緑泥石、石英、方解石及び黄鉄鉍が同定されている。

この鉍化帯の範囲はNE-SW 方向で5 km x 2 km の広がりを示しており、その規模は大きい。

2-4-2 土 壤 地 化 学 探 査

(1) 試 料 採 取

本調査では、河川に沿って調査し河川沿いに土壌試料及び河床堆積物試料を採取した。

本調査で採取した土壌試料の採取位置をFig. II-2-7 に示す。本地区の調査で採取した土壌試料の一覧を Appendix 20に示す。採取した土壌試料は乾燥後篩別し -80メッシュの試料を分析試料とした。

(2) 統 計 処 理 結 果

採取した土壌試料の分析結果を Appendix 21に示す。これらの分析の結果をコンピュータに入力し統計処理を行った。統計処理の結果をTable II-2-8に示す。

統計処理の結果得られた平均値 (幾何平均値) を他地区の値と比較すると、以下の傾向が認められる。

高い値を示す元素： Co、Cr、Cu、Mg、Na、Ni、Zn

低い値を示す元素： Ba、Hg、U

本調査に採用した 21 元素のうち Au、Pb 及び Wの3元素については、その大部分が検出限界以下の値を示す。

各元素間の関係を明らかにするため相関係数を計算した。この結果良い相関関係 (相関係数 0.500 以上) を示す元素の関係は以下の通り。

Ba-K, Ba-U, Co-Cr, Co-Cu, Co-Mg, Co-Mn, Co-Ni, Co-S, Co-U(-), Co-Zn, Cr-Cu, Cr-K(-), Cr-Mg, Cr-Ni, Cr-S, Cr-U(-), Cu-Ni, Cu-Zn, K-U, Mg-Mn, Mg-Ni, Mg-U(-), Mn-Zn, Na-Sr, Pb-U, S-Sr

この様に Co、Cr、Cu、Mg、Ni、Zn などの元素は互いに良い相関を示す。また Uはこれらの元素と負の相関を示す。

(3) 単 変 量 解 析 結 果

各成分の統計処理結果に基づきEDA法によりしきい値を決定した。このしきい値とメディアン値を用い Appendix 24に示す濃度分布図を作成した。この分布図より各元素の分布傾向は、以下に要約される。