

Fig. II-2-3 Total Count Gamma-ray spectral Image

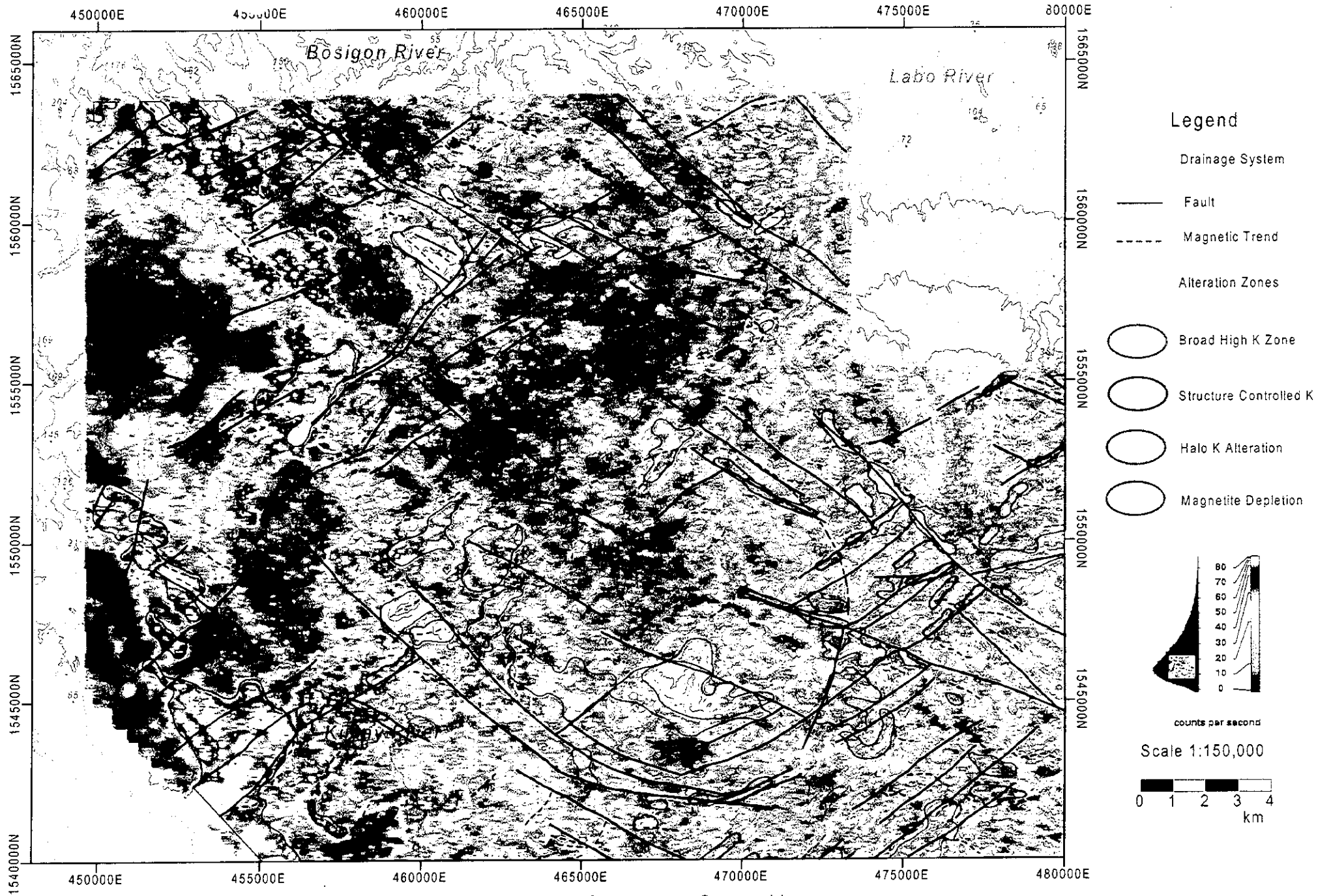


Fig. II-2-4 Potassium Gamma-ray Spectral Image

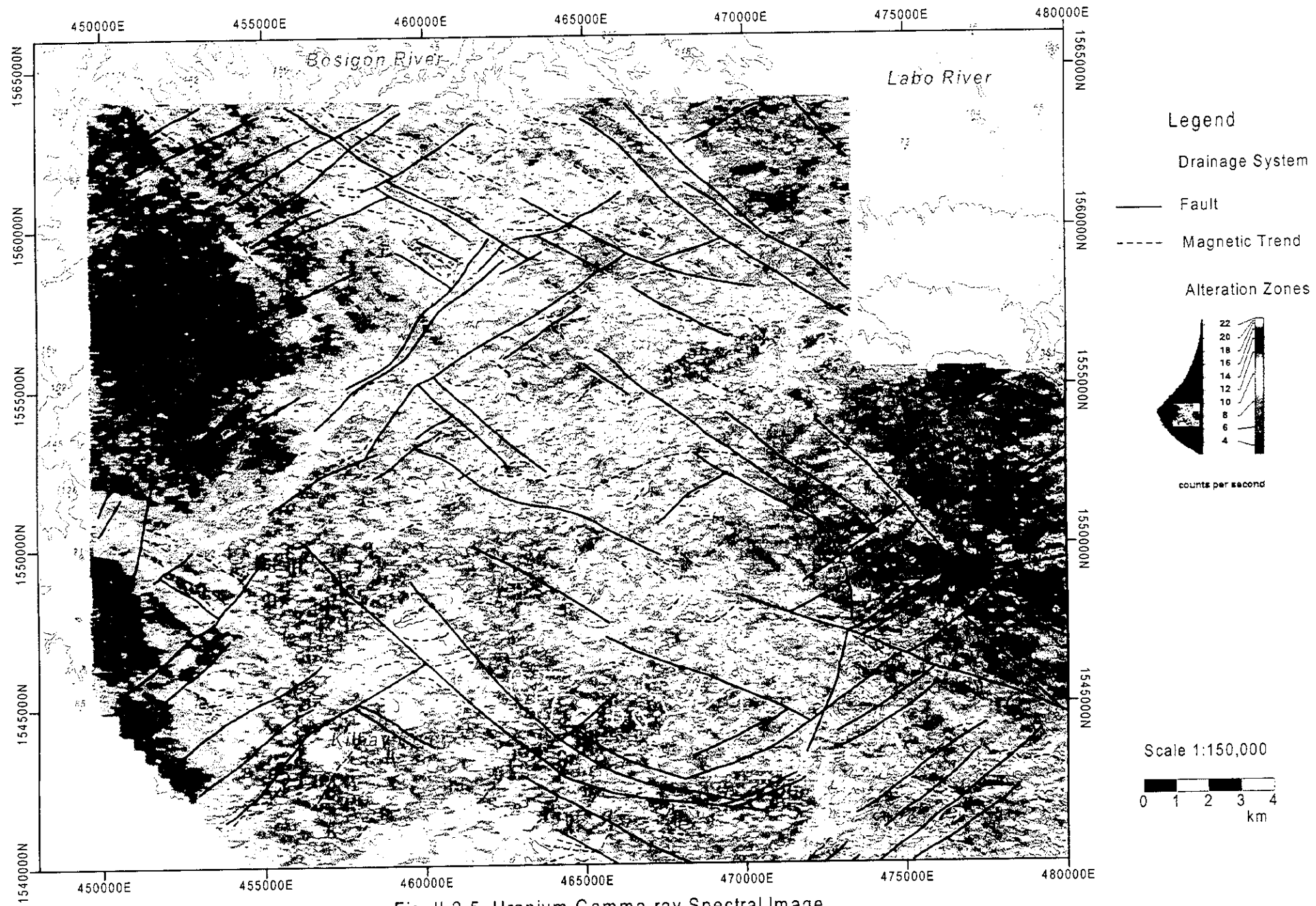


Fig. II-2-5 Uranium Gamma-ray Spectral Image

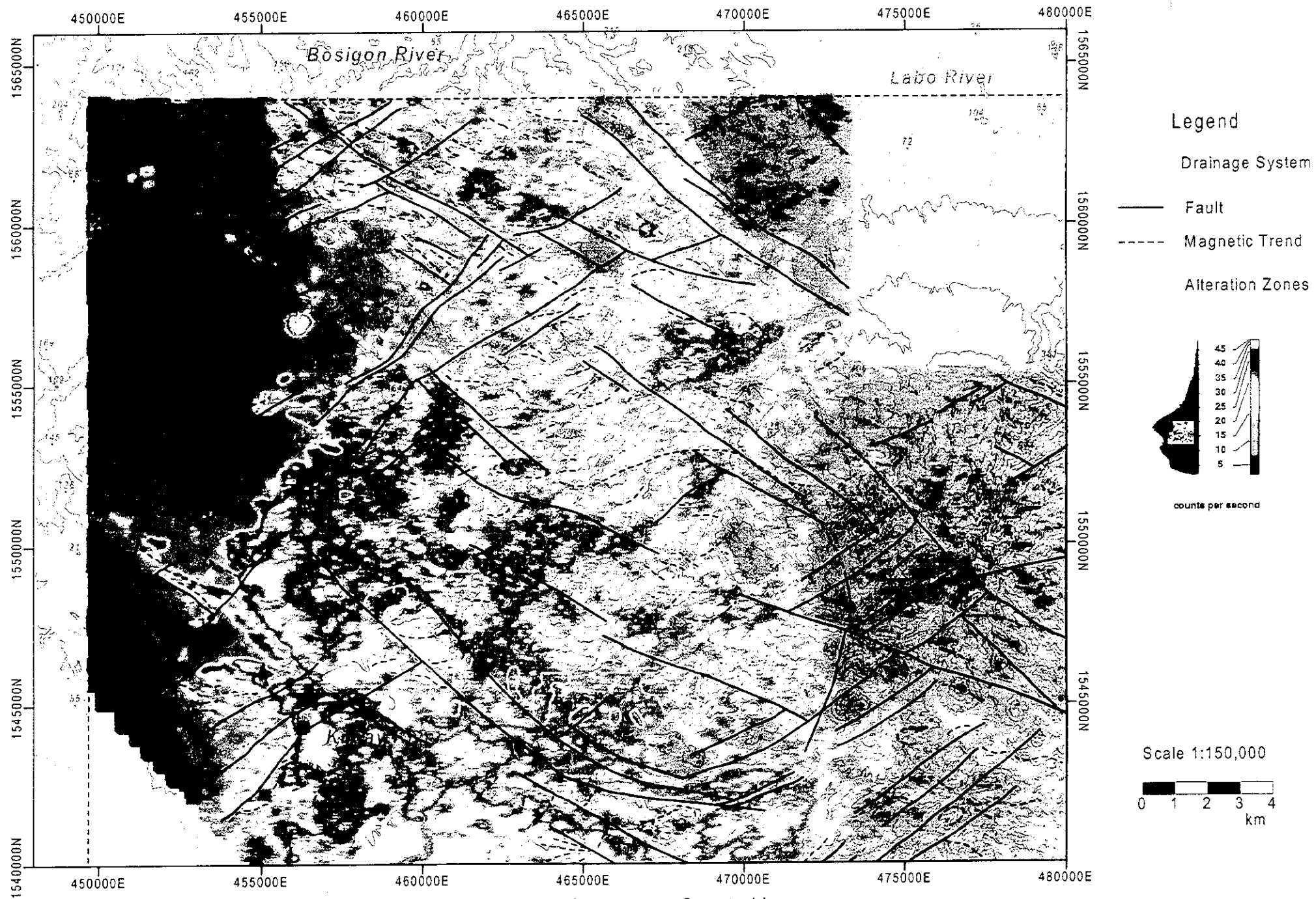


Fig. II-2-6 Thorium Gamma-ray Spectral Image

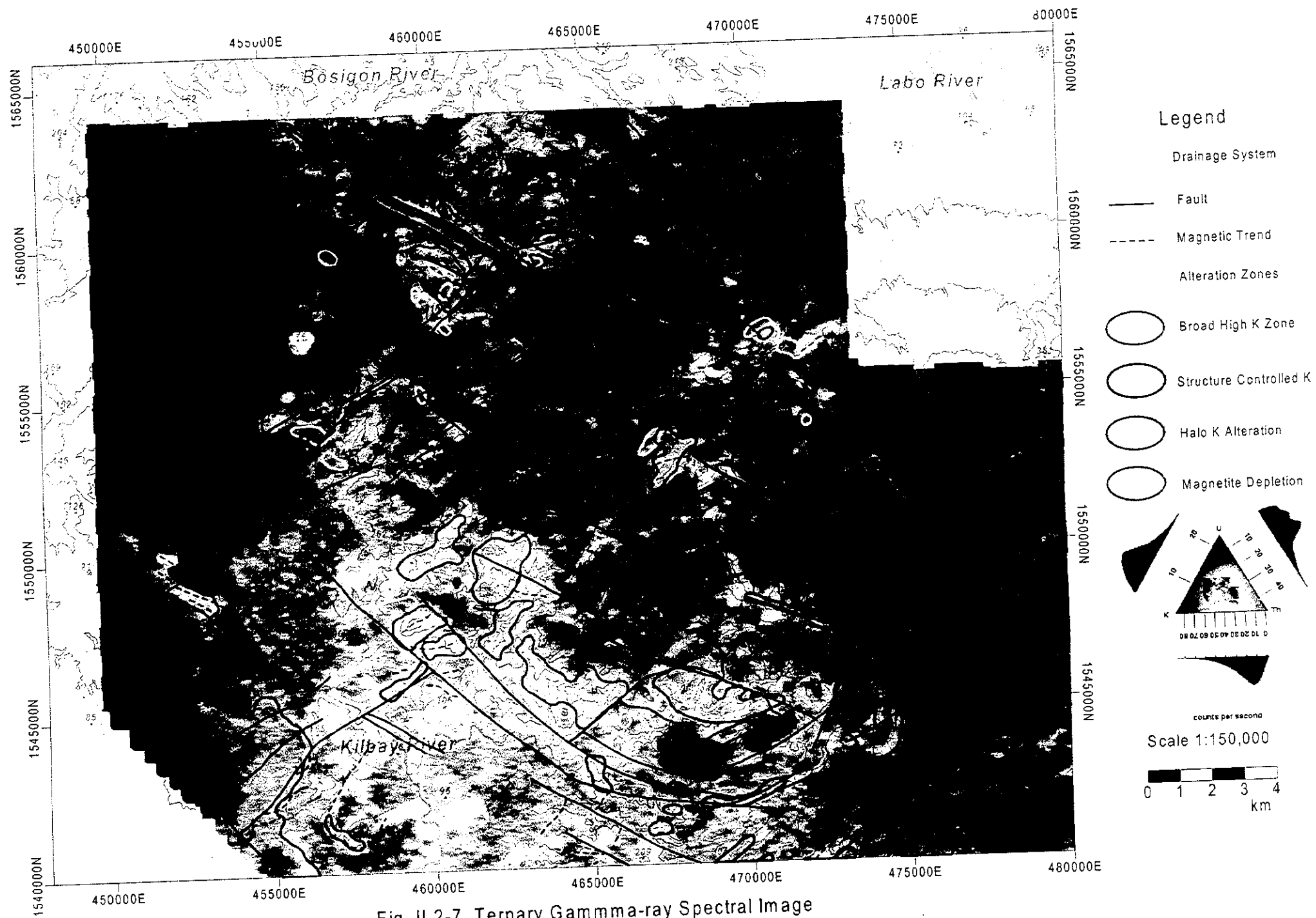


Fig. II-2-7 Ternary Gamma-ray Spectral Image

Map Unit Code	Description
Czlp	小規模な magnetic plugs と domes。いくつかは古い火山体中心に関連し、いくつかは高カリウムなので酸性火山岩の可能性あり。Susungdalaga 火山岩類中に貫入。
Czlg	中程度カリウム応答で非磁性の特徴を持つ、新生代前期の花崗閃緑岩／閃緑岩
<b>更新世 Labo 火山岩類</b>	
QLpf1 及び QLpf2	安山岩～デイサイト質火砕流、非磁性で、Labo 山の山頂や北側のもっとも最近の火砕流とより古い南西部の高 Th 火砕流の舌状部を含む。以下に記述する地磁気 units を覆う地質 unit と見なされる。
QLcc	中～高磁気溶岩の unit。おそらく安山岩。
QLbum	溶岩を含む中磁気火山岩 unit で QLcc より古い。
QLbun	弱～非磁性火山岩 unit で変質や風化を被った溶岩や火山砕屑岩類で、小規模な高磁性部は小さな domes, plugs や 磁性を持った溶岩流
QLdd	磁性(高) 安山岩の溶岩 domes や高位の貫入岩で、いくつかはカリウム変質のハローやそれに関連した地域を持つ。
<b>鮮新世 Susungdalaga 火山岩類</b>	
PSvc	放射状の磁気(高)をもつ溶岩の地域、古い火山中心の周辺？
PSvm	磁気(高) 火山岩類で、傾斜したシートを持つ複合 unit。 おそらく安山岩
PSvn	弱～非磁性の風化や変質した火山砕屑岩を含む火山岩類。比較的均質な磁気的特徴を持つ。
PSvr	PSvn に似ているが、残留的な磁化がある。すなわち弱～非磁性の風化や変質した火山砕屑岩を含む火山岩類で、比較的均質な磁気特徴を持つ。
PSvh	不均質な火山岩 unit で、残留磁化した層を含む。
PSva	広域的に変質した火山岩で、抑えられた磁気感応で高カリウム異常を示す。
<b>鮮新世 Macogon 層</b>	
PMm	火山岩が卓越した unit で中～高度に磁化。広く正帯磁した岩体によって high-frequency anomalies を示す。NE 走向だが、NE 走向の断層似きられる。 中～高 Th 応答
PMmm	中程度の磁気応答を示す火山岩 unit で、NW 走向で、高 Th 応答を示す。
PMa	NW 断層に関連した Magnetite が減少した細長い地域
<b>Miocene Bosigon Formation</b>	
MBm	玄武岩 units による中～高磁気応答、堆積岩？の部分による高カリウム、NW 走向、NE 走向の岩脈に切られる。
MBn	変質して magnetite が減少した地域
<b>Cretaceous Tigbinan Formation</b>	
KTm	直線的な磁気異常(中程度)と低カリウムの火山岩(玄武岩質)を含んだ unit
KTmk	直線的な磁気異常(中程度)と変化に富む～高いカリウム応答を示す火山岩類と堆積岩類が混合した unit、変質作用は変化に富む応答を生じさせる。
KTn	堆積岩卓越層に関連した抑制された磁気応答
KTnk	KTn 同様の堆積岩卓越層に関連した抑制された磁気応答だが、高カリウム応答

## (1) Labo火山岩類

この地域で、もっとも年代の若い地球物理的unitがLabo火山岩類であり、これは大まかには地質区分に対応した地球物理的特性を示すunitsに区分された (Table II-2-1)。Labo火山岩類の分布は調査地域の東に限定される。その西側境界はだいたいLabo川沿いであるが、南方でのより古いSusungdalaga火山岩類との境界は不明瞭になっている。境界は主として $\gamma$ 線放射能を基にして決めた。

地球物理的特性によって区分できる4つのunitsは、磁氣的に特徴のない火砕流堆積物(QLpf)に部分的に覆われる。Labo山の北側と山頂周辺では、火砕流堆積物はLandsat画像で区別可能な被覆物であり、幅広の舌状を呈して調査地域の北方へ延びる (Fig. II-2-8)。Labo山の南西約9 kmにも、古いより酸性噴出物の末端部(toe)がLandsatとトリウム/ウラニウムデータから示唆され、再びこのunitは下部にある地磁気unitsを覆い隠している。

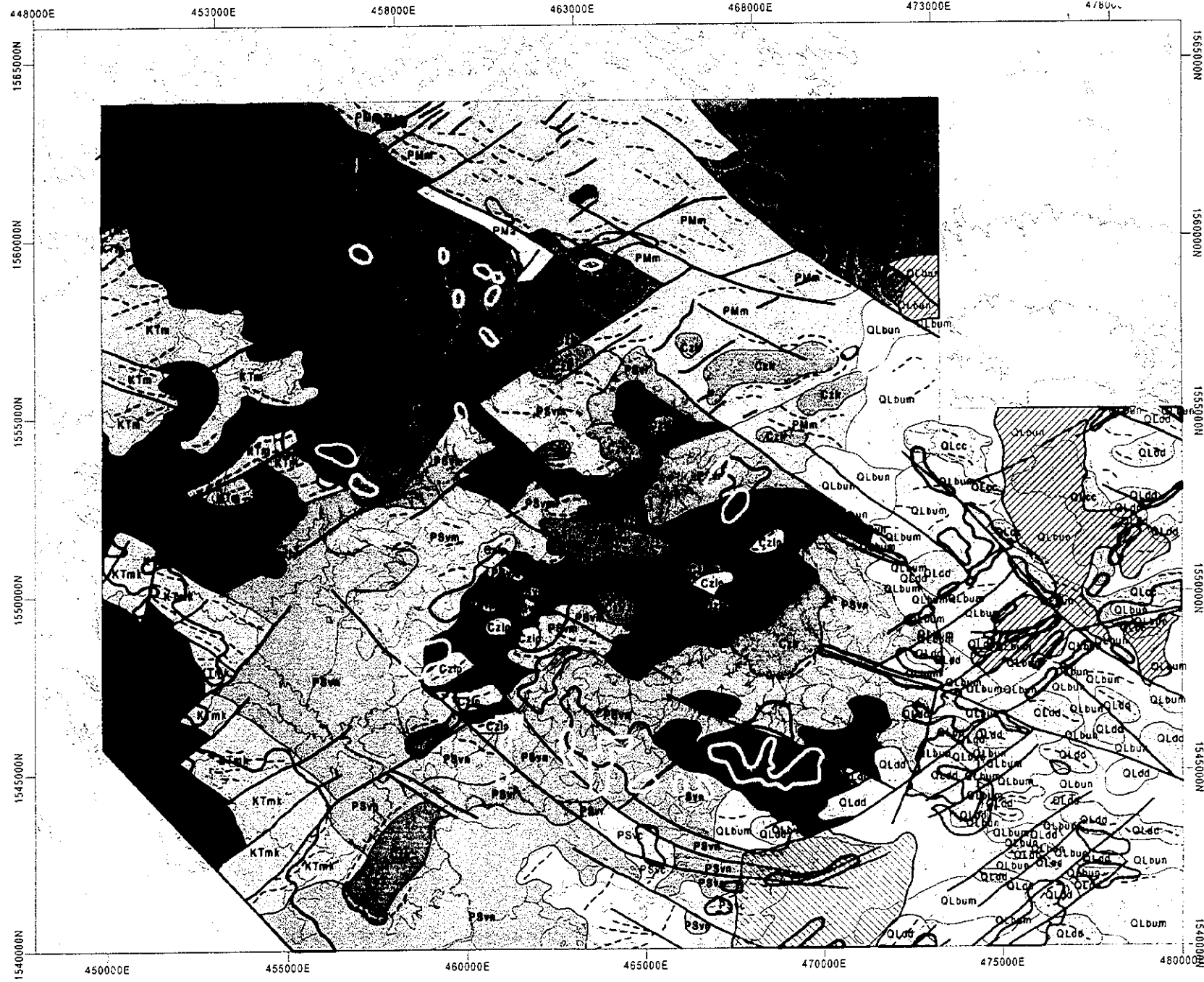
QLpfを除いて、Labo火山岩類中で区分された地球物理的units(Table II-1-1)は、大まかに磁気特性を基に区分した。もっとも年代の若いunitsは磁気をもつ溶岩—恐らく安山岩—で、恐らくLabo山の山頂と北翼部のfeeder zonesに関連する可能性がある(QLcc)。あまりまとまりのない磁気unitであるQlbunの産状は複合体であり、中～高度に磁化した恐らく数枚の溶岩を挟んだunitsからなる。Labo山の南翼と北東にある溶岩ドームunitsは分離した高磁気を示し、Landsat画像(Fig. II-1-1)で地形的高まりとして見分けられる。ドームは一般に低放射能であるが、いくつかはカリウム変質のハローを持っており (Fig. II-2-4)、これは恐らく現在これらの貫入岩に関連した地熱によって生じた、今では活動が終わった周縁地熱系を示している。磁気モデリング(Appendix 11)からは、これらのいわゆる溶岩ドームのいくつかは極めて薄く、独立したドームというよりむしろ開析された溶岩流の残存物であることを暗示している。Qlbunのunitは恐らく火砕流層を含んだ風化や変質をうけた火山岩類からなり、非磁気から弱磁気を示す。個々に図面上には示さなかったが、散在する高振幅(high amplitude)の異常があり、これは小さなドームや安山岩ドームによるものである。

Labo火山岩類は、古い鮮新世火山岩類とは反対にトリウムとウラニウムのバックグラウンドが低い特徴を持つ(Figs. II-2-5, II-2-6)。しかし、変質が組合わさったり、変質した地域から碎屑物(detrital material)が浸食され、現在沢や川筋に集中したことによって、Labo山でのカリウム応答は変化に富む。変質帯には、by Zaide-Delfin *et al* (1995)で記載された断層沿いの温泉に関連したものも含んでいる。Labo山の北翼の最も新しい火砕流堆積物に切れ込んだ現世の水系沿いも高カリウムの特徴を持つ。ウラニウムはカリウムと弱い相関を示し、変質帯で応答が少しだけ上昇している。

## (2) Susungdalaga火山岩類

この火山岩類 unit は、調査地域中央の広い台地を形成するだけでなく、南部の恐らく柔らかくて風化されやすい火砕岩が卓越するunitsを主とすることによって地形的に低くなった地域を形成する (Fig. II-1-1, II-2-8)。Susungdalaga火山岩類は主として、Labo火山岩類の一部と似た、磁気特徴から区分した。高磁気振幅の多くの短い走向長の磁気直線とその直線の方位が様々なのは、低磁気の母岩中に溶岩流・溶岩ドーム・岩脈が組合わさって不均質なことを反映している。脱磁した磁気特徴を示す重要な地域も示した。これらは台地状地域と南部にある。

より強い磁気unitsが卓越し、鮮新世のLabo火山岩類と似た磁気形態を持つ地域は、調査地域の中心部の台地に対応する。従って、この地域は古い火山の風化された基部(roots)を表しているのかもしれない。Susungdalaga山近くの分離した磁気異常とカリウム変質を伴う高磁気の環状構造(Fig. II-2-2, II-2-8)は、かつての噴火中心を表しているのかもしれない。東部での磁気データと地形的特徴の組み合わせによって描き出された顕著な環状構造は、Susungdalaga山とLabo山との間のほぼ中間に、2番目の噴火)中心を示しているのかもしれない(約 468500 mE, 1550000 mNを中心とする)。南部での、大まかに放射状の磁化した溶岩で表される、放射状に広がる磁気異常のsetは、小さな(噴火)中心の可



**LEGEND**

- Fault
  - Dyke
  - - - Magnetic Trend
- Alteration Zones
- Broad High K Zone
  - Structure Controlled K
  - Halo K Alteration
  - Magnetite Depletion

**Geological-Geophysical Units**

<b>Cainozoic Intrusives</b>	
	Czi1m
	Czi1r
	Czi1r-k
	Czi1p
	Czi1g
	PSvn
	PSvr
	PSvh
	PSva
<b>Labo Pyroclastic Flows</b>	
	QLpf1
	QLpf2
<b>Labo Volcanics</b>	
	QLcc
	QLdd
	QLbum
	QLbun
<b>Susung Dalaga Volcanics</b>	
	Psvc
	Psvm
	Macogon Fm.
	PMm
	PMmn
	PMa
<b>Bosigon Fm.</b>	
	MBm
	MBn
<b>Tigbinan Fm.</b>	
	Ktm
	Ktmk
	Ktn
	Ktnk

Scale 1:150000

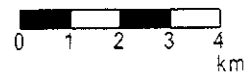


Fig. II-2-8 Geophysical Interpretation



能性があり(位置は約 465000 mE, 1540000 mN), これは北部の主火山体の寄生火山体だったと思われる。

従って, Susungdalaga は主要な二つの噴出中心を中心とした, 磁化した火山岩類, 溶岩ドーム, 岩脈及びその他の貫入岩体からなり, 噴出中心から外に向かってより低い磁気応答を示す火砕岩主体の岩相となり, 地形的にも低地を形成する。

Susungdalaga 火山岩類の $\gamma$ 線放射能応答は, 非常に変化に富んだカリウム $\gamma$ 線放射能値と, 特に南の低地では, 比較的高い均質なトリウム及びウラニウム値で特徴づけられる。カリウムが変化に富むのは変質帯による。Labo 火山岩類と Susungdlaga 火山岩類はともに中性の多量の中性火山岩類を含み, 珪長質な特徴が増加することが, 後者でより高いウラニウム・トリウム $\gamma$ 線放射能値をとる理由にはなりそうにない。しかし, 中性火山岩類の風化はトリウム・ウラニウム濃度を増加させることがあり (Dickson and Scott, 1997), これがウラニウム・トリウムの高い放射能応答の理由かもしれない。

中央台地の南縁に沿った Alawihaw 変質帯から Baliwag 変質帯まで東西に連続した変質帯は, カリウム $\gamma$ 線放射能データでもはっきり見える。この変質については東端では Labo 山南翼の現世の地熱系に関係するかもしれない。その他の場所では, Susungdalaga 層の噴出中心に関連したより古期の熱水系に関係するものと解釈される。

### (3) Macogon層

この火山岩unitsを主とした層は調査地域の北部に分布し, 大きく2つにグループ分けされ。Pmmmは恐らく安山岩溶岩を主体とすることから均質な高磁気応答を示し, 一方PMmは恐らく非磁性の火砕岩や堆積岩unitsに溶岩が散らばっていることから低い磁気unitsとなっている。両unitsは北西のトレンドをもつことによって特徴づけられ(Figs. II-2-2, II-2-8), それとは別の磁気火山岩unitsを伴い, 一方, 交差する北東のトレンドは塩基性岩脈と解釈される。トリウム・ウラニウムの中～高応答は, 本層が新しいLabo火山岩類に比べて強く風化を被っていることによるのかもしれない。

Macogon層中の高カリウム地域は, カリウム変質を反映していると思われる。例えば, Nalesbitan 鉍徴地で, 鉍化帯のハローにある粘土化変質は明瞭な高カリウム帯になっている。ウラニウムも放射もこの地域では少々強くなっている。Nalesbitan東方の不規則な高カリウム帯も変質によるものと思われる。

Nalesbitan 東の低磁気の幅広帯と北西走向の断層境界は, 脱磁気による幅広い帯と解釈される。しかし, カリウム変質は限られ, 境界断層のひとつに関係するにすぎない。

南部での Susungdalaga 火山岩類との境界を決めることは難しいが, 後者はより不均質な磁気特徴を持っており, 一般に Macogon 層に見られるような線状の北西の磁気トレンドは持たない。放射線でも Landsat データでも境界は見分けられない。

Macogon 層中で卓越する北西トレンドと広く開いた向斜を示唆(Sillitoe *et al*, 1990)は, Macogon 層が弱く変形を被り, すなわち南方の無変形の Susungdalaga 層よりも古いことを示すのかもしれない。Macogon 層の連続性と岩相が規則正しいのは, 少なくとも一部は, Susungdalaga 火山岩類や Labo 火山岩類が陸成なのに対し海成層であるという堆積環境の違いによるものかもしれない。

### (4) Bosigon層

本層は, 中程度の磁気応答, 低トリウム・ウラニウム, 中～高カリウム応答から, 調査地域の北東部と北西部に分布すると解釈される。低トリウム・ウラニウム値は上位のMacogon層からBosigon層を区別させ, 両者の関係は不整合か断層による。Bosigon層中の直線的な磁気トレンドは堆積岩類中に挟在する玄武岩unitsに関連し, 堆積岩類は高カリウム値に寄与すると思われる。

## (5) Tigbinan層

調査地域の西部は、主として堆積岩を主とする白亜紀のTigbinan層とあるいは中新世のSanta Elena層と解釈される。地磁気unitsとしては、便宜上ひとまとめにTigbinan層として示した。

直線的な磁気トレンド(中程度の強度)を持った安山岩、スピライト、堆積岩類の互層(units KTmkとKTm)が最も確からしくTigbinan層を決める。これら2つのunitsはそれぞれそのカリウム応答から区分され、KTmkは変化に富みしばしば高カリウム応答で、一方Ktmはカリウム・ウラニウム・トリウムともに低い。ひとつの地磁気unitでさえ、KTmkの磁気と $\gamma$ 線放射能データの両方とも変化に富んだ応答を示し、これは風化と不規則に新期の堆積岩やその他の岩相に覆われることによるものかもしれない。これはLandsatデータからも支持される。

残りのunits(KtnとKTnk)は低い磁気応答を示す堆積岩主体のunitsを示し、このうちKTnkは高カリウム応答を示すことから区別される。両unitsともに低ウラニウム・トリウム $\gamma$ 線放射能値を示す。より細粒の粘土分に富む碎屑物がKTnkにあるということが、KTnのより塩基性火山岩碎屑物や粗粒堆積物と比べて、高カリウムの特徴を示す理由かもしれない。

## (6) 新生代貫入岩類

以下のような、いくつかの明瞭な地物的な特徴が見いだせた(Table II-1-1, II-2-8)。

- 小さな環状構造；TMIデータで高と低両方の値を持ったplug状の岩体で、残留磁気あるいは正磁両方を示し、Macogan層中にある。最も顕著なものは456 100 E · 1 557 000 Nを中心とするもので、非常に低いトリウム・ウラニウム異常とTMIデータでの高磁気を特徴とするが、カリウム応答はあまりない。恐らくアルカリ(ナトリウム)で特徴づけられる中性火成岩岩体を示す。2番目に顕著な451100 E · 1561700 Nにあるものは、より脱磁され、トリウム・ウラニウムはともに異常を示す。
- もっと大きな、最大3.8 kmに達するしばしば延びた形状の岩体は、残留磁化による逆磁の極性を示し、TMIで高磁気でTMI-RTPで低磁気として区分される。モデリングでは、それらは複合した特徴が示唆される。それらはMacogan層とSusungdalaga火山岩類の分布地域を中心に分布する。これらの岩体は $\gamma$ 線放射能データではあまり顕著な応答を示さないが、Susungdalaga山の6kmほど北西の岩体は高カリウムのコアを持つ。この岩体も累帯構造を持った岩体を示す正の極性をもったリムをもち、逆極磁の時期に冷却したことを示す。これらの貫入岩の時代は不明であるが、母岩のSusungdalaga火山岩類の年代(3.45 – 4.32 Ma)以降に貫入したものである。
- Susungdalaga火山岩類中のより小さな分離した高い正磁は、Labo火山岩類中に見られるような小さなplugsか溶岩ドーム(CzIp)と思われる。高いカリウム $\gamma$ 線放射能応答を示すものがあり、特にMenato南東3岩体のうち2岩体は高い。
- Maplot東にある、低い磁気応答を示す古い貫入岩はMitchell and Leach (1991)とSillitoe *et al* (1990)で記載された花崗閃緑岩に対応するかもしれない。中程度のカリウム応答は、酸性火成岩の特徴を支持する。

さらに、個別の岩体としてはマッピングしていないが、磁性を持った比較的短い岩脈をFig. II-2-8に示した。これらは主としてMacogan層とSusungdalaga火山岩類の北部地域に貫入し、Sillitoe *et al* (1990)に記載された安山岩ポーフイリー岩脈と同じものかもしれない。

### 2-5-3 変質帯

Fig. II-2-4には、大まかに $\gamma$ 線放射能データによって特定されたカリウム変質からなる地域と、現地調査で特定した変質帯を示した。

現地調査で特定した変質帯はカリウムの $\gamma$ 線放射能データでの幅広い高異常に対応し、実際に沢沿い

にマッピングされたものよりも広がっている(Fig. II-2-4)。ウラニウムもやや高くなっているので、Fig. II-2-7 でこれらの地域は赤色というよりもピンク色を呈している。Alawihaw 変質帯で見られる広く拡散した高カリウム $\gamma$ 線異常(延長約 3 km)は主要な沢の合流点の上流に以外に、沢の下流にも広がっている。沢の下流まで続くカリウム異常は、恐らく沢筋に沿った沖積堆積物によるものである。関連した広い低磁気はカリウム変質に関連した顕著な消磁作用によることが示唆される。

Layaton Malaki 変質帯の周辺は、沢筋の東側と北西側に延びた 3 km 幅の高カリウム $\gamma$ 線放射能値が認められる。西方では再びもっと直線的なゾーンとして、Susungdalaga 山南地区(Susungdalaga 山の 2 km 南)が区分され、上流側と調査地域の端の方へ延びた帯状の変質帯が認められる。かならずしも磁気データが変質を意味するものではないが、JICA and MMAJ (1999)で推定された WNW 走向の断層系は、この調査地域での磁気データから解釈された主要な NW 方向断層に対応するかもしれない。

北西では、幅広いカリウム変質帯は古い推定噴出中心と一致して、Susungdalaga 山の周囲に 3~3.5 km のハローとして認められる。盛り上がったカリウム応答は、沢沿い調査で示されたよりもっと広い変質帯を示唆する。磁気データからはこの変質が見えてこないで、この変質帯は極めて限定された熱水系に限定されていることを示唆する。南西に 2km にある 2つの高カリウムデータは、変質というよりむしろカリウムに富む貫入岩(Czlp)に関連するものである。

得られた Landsat データ画像には、上記のどの地域も、特徴は現れていない。しかし、それらは、主要な西北西~北西走向の断層の間に挟まれた幅 3~4 km・延長 12 km の幅広の北西走向の変質帯を形成し、この断層の南や南西側のものは Menato を通り、北や北東側の断層は Susungdalaga 山の北を通る。

Labo 山の翼部での、多数の直線状の高カリウムデータは Zaide-Delfin (1995)が地質記載した構造と考えられ、少なくともいくつかは既知変質帯を伴う現世の地熱温泉を持つ。これらの直線状のうちには、Labo 山で深く解析された沢筋に従うものがあり、沢筋の断層規制、沢筋に浸食された変質物が濃集、沢筋で変質物が露出といった組合せを反映している。これらの変質帯は Alawihaw-Kilbay から Susungdalaga 山地区の変質帯よりも限定して分布し、今日でも地表下にあるあるいは以前に Labo 山の下にあったマグマ源によって生み出された熱水活動に直接関連するものと思われる。これらは活断層あるいは最近まで活動的だった断層系の中に比較的集中する。

細かいスケールでは、カリウムに富む変質は Labo 山南側の溶岩ドームのいくつかにも伴われ、これらの formation に伴った同時期の循環熱水の結果と思われる(例えば 474000 mE, 1544000 mN)。Nalesbitan での幅広の高カリウム異常帯(弱ウラニウム)は鉍体周辺の粘土化ハローに伴われる。おおまかには主要構造トレンドに平行に約 2.5 km にわたって延びており、鉍化作用と変質作用が構造規制されることを支持する。同様の延びたゾーンは、調査地域の北端に見られる。Landsat 543 バンド画像(Fig. II-1-1)における Nalesbitan 鉍徴地の特徴は、初生の変質帯によるというより鉍徴地周辺の植生がないことによる。データスケールでは、カリウム $\gamma$ 線放射能データによる変質帯は、明瞭な磁気応答と同じではない。しかし、Magnetite の減少した帯状地域に伴い解釈された断層は、北東と恐らく南西にある。Nalesbitan 鉍徴地の東での不規則な高カリウム値の地区は、断層に規制されることを強く示唆するこれを切る北西と北東方向の断層に密接に関連するが、変質は Nalesbitan のものよりは広がっていないように見える。

Nalesbitan 鉍徴地南西の広い高カリウム帯(だいたい 456500 mE, 1554800 mN が中心)は、おそらく Katakian 変質帯に関連するものであり、それは西方と北方の貫入岩を伴う主要な北東走向断層のそばに位置する。

調査地域南端、Labo 山の南西(469000 mE と 472000 mE)には、高カリウム $\gamma$ 線放射能値を持つ 2つの広い地域があるが、それらの形状は北東走向断層と地形的リニアメントと関係が強いことが示唆する。西側のものは推定火砕流堆積物の残存物の先端(toe)にあり、この火砕流堆積物の「ガス抜け(degassing)」に伴った変質かもしれない。東側のものは、推定地表に顔を出した(high-level)貫入岩や溶岩ドームを切

る断層に関連するもので、変質作用は岩体起源の熱水が北東走向断層に集中したことに関連するのかもしれない。

調査地域南西の Maplot~Del Gallego に広がる高カリウム $\gamma$ 線放射能応答帯は、大まかには $\gamma$ 線放射能データでの高ウラニウム・トリウム値と Tigbinan 層の直線的な磁気異常 unit に関連する。この units で $\gamma$ 線放射能応答が高まっているのは、変質、風化、岩相規制の組合せによるのかもしれない。

#### 2-5-4 構造

磁気解析 (Fig. II-2-2)とDTMデータ (Fig. II-2-1)の両方が、調査地域のNW及びNE走向の構造要素を浮かび上がらせた。これらの断層セットは、広域的には、プレートの斜め収斂とそれに関連した調査地域西方にあるNW走向のフィリピン断層の左横ずれ運動というテクトニックセッティングに関係していると解釈される。ピコール半島南部のWNW-ESE走向のLegazpiリニアメントは、Mayon活火山の活動を一部規制する。これに平行の構造がLabo山にあり、これがLabo火山岩類中の幅広くWNW方向に延びた溶岩ドームも生み出したのかもしれない。NE走向断層は、おおまかにはWNW走向の構造を特徴とする垂直の正断層を伴う右横ずれ運動を示す。

多くは Macogon 層に貫入する主として NE 走向の平行岩脈群は現在の伸長方向と直行しており、これら Macogon 火山活動に関係した火成活動の末期に、異なったテクトニック様式が示唆される。Macogon 層の大まかには向斜的で、主として NW 走向の火山岩 units は、このテクトニックセッティングと矛盾しない。

## 2-6 考 察

火山岩類の削剥レベルは、例えば Labo 山ではほとんど地表、あるいは現地表や昔の地表から数 100 m 以内である。より深い削剥レベルは、地域北東の Bosigin 層やもっと古い西側の白亜紀堆積岩類で見られるが、それらの現在のレベルも調査地域で火山活動がさかんだった時期の古地表に近いと思われる。だから、ポーフィリー型鉱化作用をターゲットとするには削剥レベルが概してあまりにも高(浅)すぎるので、主要なターゲットは浅熱水性金鉱床と思われる。このことは Corbett and Leach (1994)の鉱床モデルにおける高硫化熱水系の上部レベルに存在する浅熱水性高硫化系金鉱化作用の地表下(2~3 km)にポーフィリー型銅金鉱床が存在する可能性を排除しない。この鉱床モデルでは、ポーフィリー型鉱床は鉱化システムを駆動する貫入岩の近くで形成され、一方浅熱水性鉱化作用は強く構造規制された熱水系の上部レベルで形成される。

フィリピンには金鉱床とポーフィリー銅鉱床が近くにある例があるが、ほとんどは成因関係が認められない。金鉱床は典型的に鮮新世やそれ以降の時代(例えば Nalesbitan)で、現在の火成弧と空間的に密接な関係を示す。典型的にポーフィリー銅鉱床は、少なくとも中新世で、より古い時代のこれらの火成弧が今では消滅した火成弧に関係する(Mitchell and Leach, 1991)。だから、調査地域で鮮新世より古い著しい火成活動がないこともまたポーフィリー型鉱化作用のポテンシャルを減じさせる。

高硫化系浅熱水金鉱床である Nalesbitan 鉱徴地は、調査地域で知られた唯一の重要な鉱化作用である。この鉱床は得著的に北西走向の断層群との関連に特徴があり、鉱化作用はおそらくこれらの断層の膨らんだ部分(dilational zones)に集中しており、その粘土化変質ハローは $\gamma$ 線放射能データで高カリウムを示す。

浅熱水性鉱床探査に重要な要因は以下の通りである (White and Hendenquist, 1990)

- 地表下の深部に循環天水を暖め熱水系にマグマ性元素を付与する貫入岩体が分布すること
- 程良い構造セッティングがあること—普通、鉱化作用は卓越した広域的要素より、むしろそれから派生した構造に伴われる。
- 地熱系の上部レベルに伴うような広い変質帯の分布と、特にその変質帯が有望と思われる構造を伴うこと

## • 地化学異常

物理探査データは、広域的スケールではこれらパラメータのいくつかを特定するのに使うことができるが、詳細な鉱床評価、例えば変質や構造に胚胎する個々の鉱体は、これらが変質系の小さな部分だけにあるので、これらを特定することはできないかもしれない。

ケーススタディーとして Nalesbitan 鉱徴地を使うことによって、有望地として北西走向の構造と  $\gamma$  線放射能データでの高カリウムで特徴づけられる変質を組み合わせることによって示される地域が考えられる。さらに、Sillitoe *et al*(1990)には鉱化帯南東の輝石安山岩 plug やドームが記載されている。この岩体は磁気データで確実に同定するにはあまりにも小さいと思われるが、もしかして、もっと大きな plug 型の貫入岩が鉱化帯の北東に存在する。

Nalesbitan の東、Salobosogin-Yakalan 変質帯を中心とするカリウム変質は、NE-と NW-という2つの走向の断層によって強く構造規制をうけている。Nalesbitan の近傍での NW 方向の構造規制と北方約 1 km での(物探で)解釈された貫入岩があることは、この地域にいくらかポテンシャルがあることを示唆する。

Nalesbitan の南西、Katakian 変質帯での広い高カリウム異常は、NW 方向というより NE 方向断層に関係しているが、近くには大きな貫入岩体の存在がある。

その他の主な興味ある地域は Alawihaw 地区から Tonton 川地区に広がる北西走向の広い帯状の変質帯である。この変質帯の北西端は物探で解釈された多くの貫入岩があることから最も興味をもてる地域である。この地域では Au と Cu の鉱化作用が検出されており、物理探査解析結果では地質踏査により確認された変質帯の広がりよりも大きな変質帯であることが示されたので、この地域のポテンシャルは高いと思われる。

Labo 山の変質帯は、現在あるいは現世の活動的な地熱系の一部である。現在、変質は地熱系が上昇してくる断層系に集中する。深部では、少しだけ base metal の地化学異常が認められる。現在の地表は地熱系の上部に当たり、このレベルでは鉱化部が露出するほど削剥されていない。磁気データに浅部の磁性体からくる高頻度の異常が卓越するため、Labo 山の現在の地熱系を動かしている深部の貫入岩をすぐに抽出することはできない。

調査地域西側で古い時代の堆積岩類の分布域が高カリウム帯となるのはよく分からない。これらは岩相規制を受けているようだが、岩相によるものか変質によるものか決められない。もしかしたら、この高カリウム帯は、磁気データからは熱水系をもたらす同時代の貫入岩の兆候はないけれども、Susungdalaga 火山岩類のかつての噴出中心から離れて形成された変質熱水系を示しているのかもしれない。

## 2-7 まとめ

TMI-RTP のような磁気データは、浅部の磁性火山岩体によく感応することを特徴とする。これらの大部分は、TMI-RTP 上では高異常をもたらす誘導されたあるいは正の磁化(normally magnetized)岩体であり、TMI データでは主に低異常を伴う2極異常(dipolar anomalies)として表される。しかし TMI-RTP でのいくつかの負異常は残留したあるいは逆磁化した岩体であることを示す(Fig. II-2-2)。地磁気 units はしばしば混合しているが、データは薄い個々の火山岩 units を地図に表せるほどの精度はない。多くはある方向を持った線として表され、これらはその場所で 600~700m以上、すなわち数本の飛行測線を横切る、連続する傾向をあらわしている。

Landsat と DTM データは、活動を休止した成層火山である Labo 山の開析された形をはっきりと描き出している。地形データでは他に明瞭な火山中心は認められないが、Labo 山西側の広い台地は古い火山体の浸食された基部を表しているのかもしれない。磁気モデルは、Susungdalaga 火山岩類中に複数の昔の火山中心があったことを示唆しており、そのうちの一つは Susungdalaga 山のすぐ北にある。

地表及び地表近くの磁気 sources が主として磁気応答に寄与することは、磁気モデリングから支持さ

れる。しかし、Labo 山では、Landsat データにより、磁気を持たない開析された火砕流堆積物が地表を覆うことが描き出されており (Fig. II-1-1)、これが安山岩溶岩などの地表下の磁気 units を薄く覆っている。

放射能データ、特にカリウムの放射能データは、変質帯の輪郭を描くのと同様に、磁気 units を識別するのにも適している。カリウムの $\gamma$ 線スペクトル応答には、岩相・カリウム変質・露出の程度などの多くの要因が考えられる。沖積地では、沖積物そのものの応答とともに良く露出していることが組合わさって高い応答を生じることがある。例えば、Labo 川ではこれらの要因によって高カリウムの特徴が認められる (Fig. II-2-4)。

磁気データは変質帯の輪郭を描くこともできる。これらは熱水変質の際に magnetite が破壊されて低い磁気感応の地域ができるからで、上で述べた逆磁化岩体により低くなっているものとは区別できる (Fig. II-2-2, II-2-7)。

トリウムとウラニウム $\gamma$ 線放射能データは似たようなパターンを示し、おおまかには岩相を反映する。Labo 山の更新世火山岩類は低いウラニウムトリウム応答を示し、加えて地域北東の Bosigon 層の堆積岩が卓越した層と西の Tibginan 層と Santa Elena 層も低いウラニウムトリウム応答を示す。反対に、調査地域の中心を通る中新世の Macogan 層と Susungdalaga 火山岩類は、高い応答を示す (Fig. II-2-5, II-2-6)。

3成分放射能図 (Fig. II-2-7) は、おおまかに東側と西側の低ウラニウムトリウムでピンク色の高カリウム地域と中央部のシアン色の高ウラニウムトリウムを示す広い地域に区分される。この中央地域は鮮新世の火山岩類に関連しており、その中の部分的に白～ピンク色の部分は変質帯や高カリウム岩相分布域を表す。

## 第3章 沢砂による地化学探査

### 3-1 試料採取

主要な沢において沢砂試料採取を行い、BLEG法分析と通常の地化学分析を実施した。

フィールドでは30メッシュの篩を用いて沢砂試料を採取した。採取試料は、クラフトバッグに詰めてベースキャンプに持ち帰り、これを乾燥させた後、BLEG法に供する試料はそのまま分析所に送付した。通常の化学分析に供する試料は80メッシュ篩を用いて篩い分けを行い、これを分析に供した。

BLEG法に供した試料は35試料、通常の化学分析を実施した試料は289試料（うち18試料は複製試料）である。試料採取位置をAppendix 2に示した。またBLEG法の分析値をAppendix 6に通常の地化学探査分析値をAppendix 7に示した。

### 3-2 調査結果

#### 3-2-1 BLEG法

Au, CuのBLEG分析値のヒストグラムと確率紙上の累積頻度をFig.II-3-1に示した。Fig.II-3-1では両元素ともに2つの母集団からなる(bi-modal)こと明瞭に読みとれ、これはバックグラウンドと地化学異常の2つの母集団を示すと考えられる。濃度分布図上にクラス分けして示すとともに分析値も示した(Fig.II-3-2)。

[Au] AuのBLEG分析値は既知採掘による汚染を反映してNalesbitan及びTubaの下流で高い値を示すほか地域南部のAlawihaw変質帯で高い値を示し、ここからKampusta変質帯までやや高い値(2~4ppb)を示す。

[Cu] CuのBLEG分析値はAu同様に既知採掘による汚染を反映してNalesbitan及びTubaの下流で高い値を示すほか、地域南部のKilbay川上流域で地化学異常が集中する。

#### 3-2-2 沢砂地化学探査

##### (1)統計処理

一般に地化学分析値、特に微量成分は分析精度の信頼性が十分で母集団が単一であれば、対数正規分布に近い分布を示すことが知られている。従って以下の分析値の解析には、各分析値の常用対数地を用いた。統計処理上、検出限界以下の分析値についてはその値の半値値を採用した。また検出限界以上の分析値については検出限界値を採用した。

各分析値の統計値をTable II-3-1に示した。各元素のヒストグラム及び確率紙上の累積頻度分布図をFig.II-3-3に示す。ヒストグラムのクラス分けは $1/2\sigma$ とした。Bi, Ti, U, Wは、全試料で検出限界以下であった。

各元素間の共分散及び相関係数をTable II-3-1に示す。相関係数を求めるに当たっては、ほとんど検出限界値以下かその付近の値しか示さない元素や検出限界値以下の分析値が95%以上の元素を除いた27元素で行った。

本地域の主な対象鉱種がAu-Cuであり、相関係数からAu-Cuの指示元素は、ともに相関係数の高いAu, Ag, As, Cu, Hg, Mo, Pb, S, Sb, またCuとの相関が高いBiであることが読みとれる。このことから、濃度分布図はこれらの元素について示すこととした(Fig.II-3-4~II-3-8)。

##### (2)地化学異常値の分布

地化学データの異常値とバックグラウンドを区分するしきい値の決定には、確率紙上で自然の切れ目を用いる方法、累積頻度分布曲線の屈曲点を用いる方法（確率紙上での累積頻度分布曲線では正規分布する母集団は直線で表されるが、複数の母集団からなる場合には曲線が屈曲する）、平均値・標準偏差

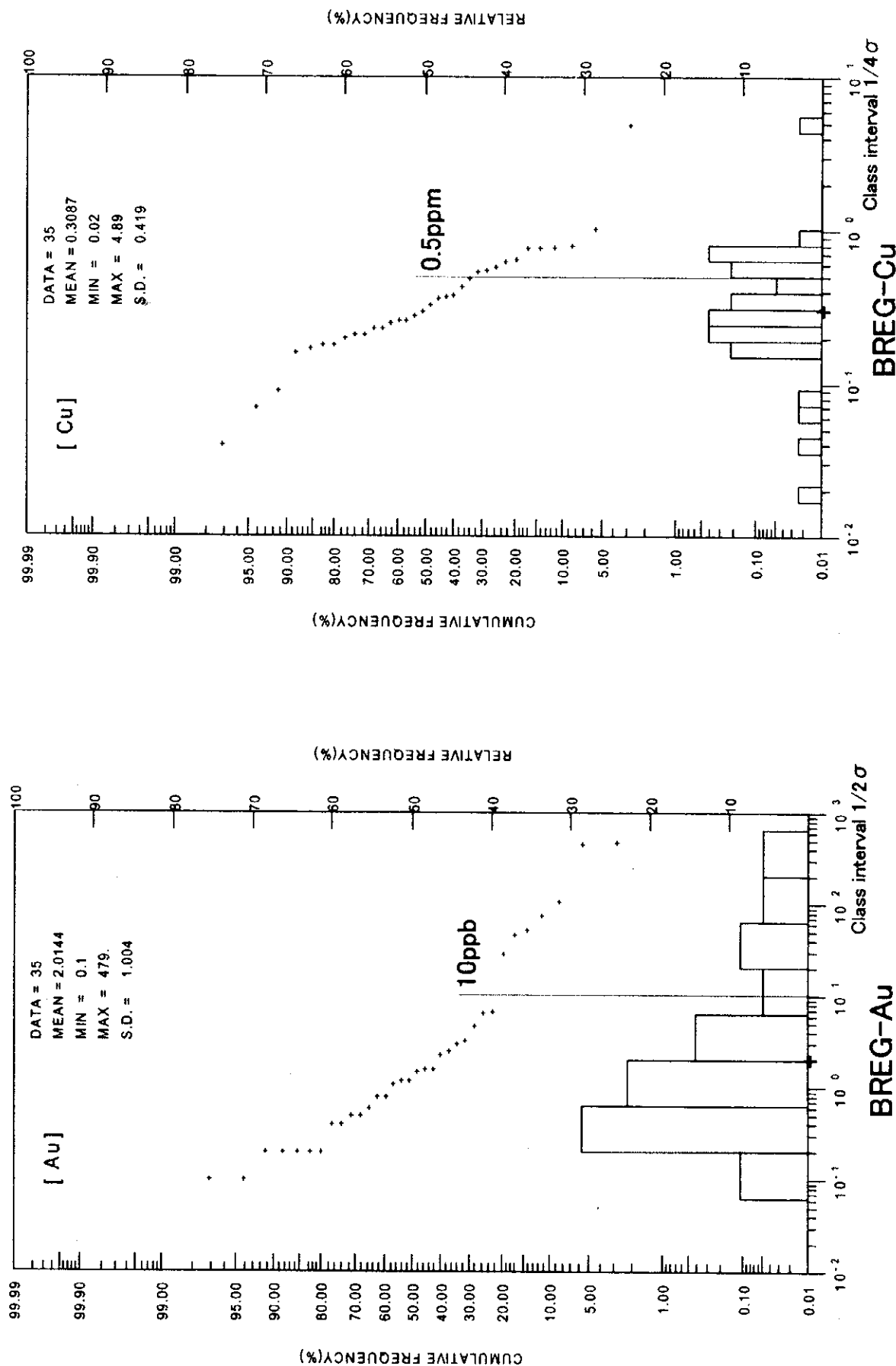


Fig. II-3-1 Probability Plot of the BLEG Samples



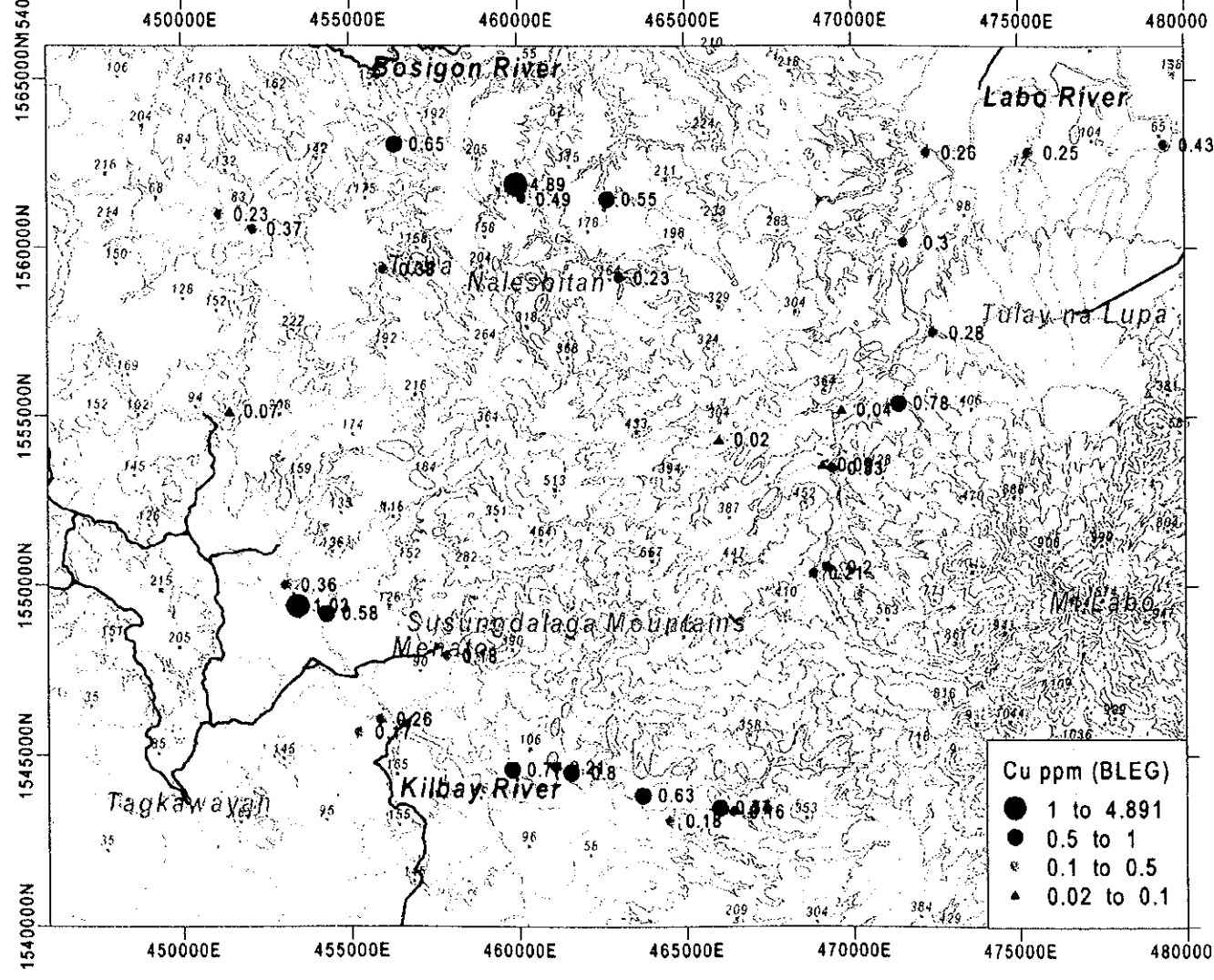
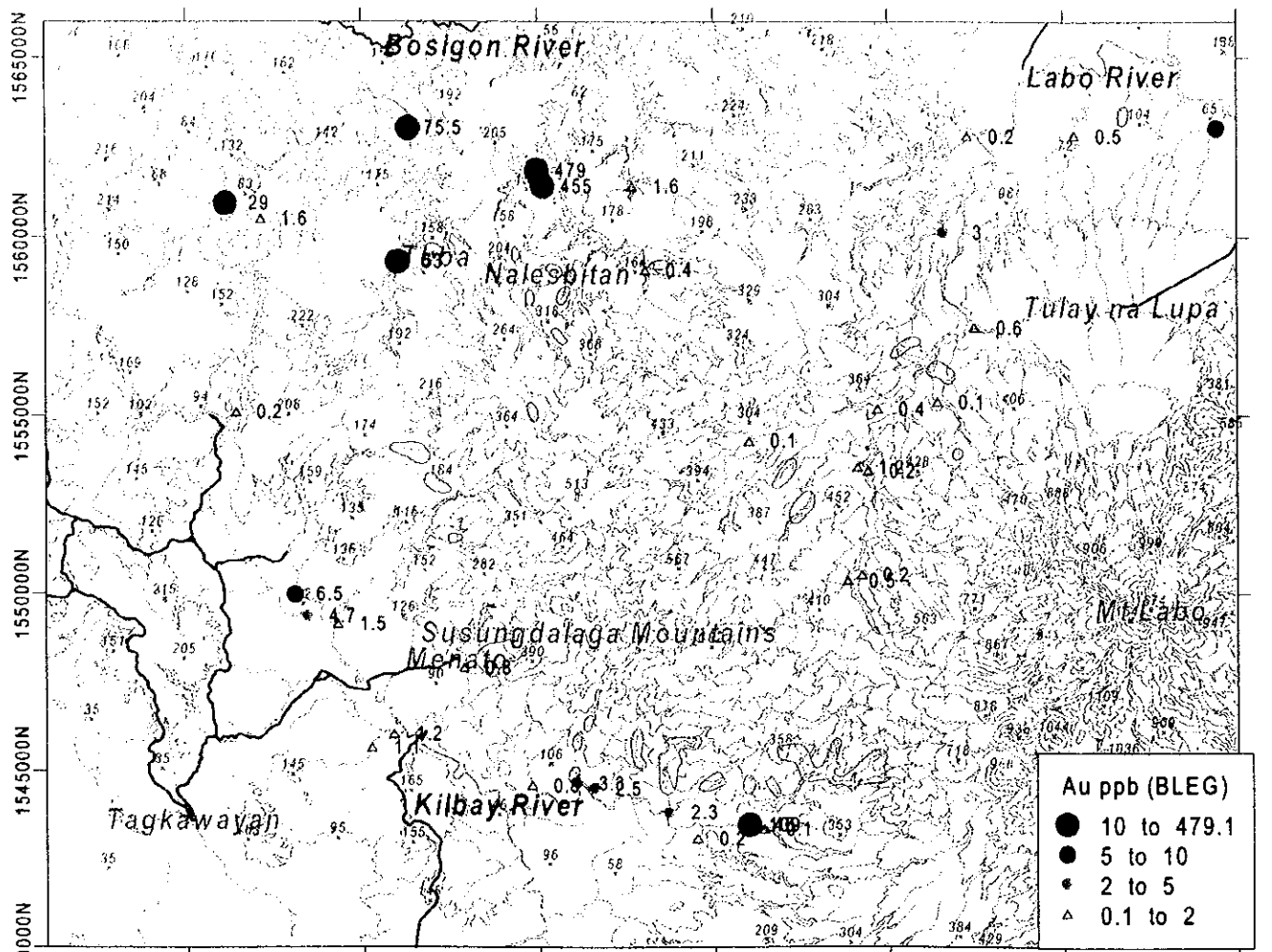


Fig. II-3-2 Au and Cu Content of the BLEG Samples

**Table II-3-1 Basic Statistics and Correlation Coefficient of the Stream Sediments Samples**

Original Data Information

Number of Component : 27

Number of Sample : 289

Result of Statistics (Logarithmic)

Elements	Au	Ag	Al	As	Ba	Bi	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Sr	Ti	V	Zn	
Max_val	4.286	1.593	0.709	3.260	2.672	2.072	0.155	1.771	2.605	3.675	1.176	4.324	-0.921	0.450	3.362	1.580	-1.301	2.728	3.155	2.547	0.549	2.723	1.415	2.354	-0.201	2.863	2.398	
Min_val	-0.301	-1.000	-0.523	0.000	-0.301	0.000	-2.000	-0.301	0.477	0.477	0.065	0.699	-2.000	-2.000	1.398	-0.301	-2.000	0.000	1.778	0.000	-2.301	0.000	0.000	0.000	0.000	1.230	0.778	
Average	0.523	-0.891	0.255	0.678	2.087	0.057	-0.630	1.274	1.770	1.472	0.686	1.373	-1.396	-0.485	2.753	0.019	-1.954	1.456	2.583	0.825	-1.583	0.175	0.692	1.678	-1.111	2.142	1.811	
Std_dev	1.102	0.382	0.232	0.728	0.342	0.261	0.303	0.228	0.380	0.353	0.168	0.726	0.253	0.284	0.252	0.371	0.129	0.384	0.229	0.364	0.724	0.403	0.240	0.329	0.450	0.283	0.223	
Cov_mat	Au	Ag	Al	As	Ba	Bi	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Sr	Ti	V	Zn	
Au	1.214	0.259	-0.098	0.496	-0.119	0.105	-0.064	-0.037	-0.039	0.181	-0.009	0.463	-0.016	-0.003	-0.103	0.173	-0.020	0.014	-0.012	0.176	0.360	0.194	-0.083	-0.120	-0.231	-0.117	-0.011	
Ag	0.259	0.146	-0.022	0.168	-0.021	0.052	-0.019	-0.016	-0.031	0.073	0.002	0.158	0.013	-0.004	-0.034	0.064	-0.005	-0.016	0.008	0.060	0.123	0.079	-0.024	-0.030	-0.064	-0.032	0.007	
Al	-0.098	-0.022	0.054	-0.047	0.054	-0.015	0.030	0.027	0.020	0.000	0.007	-0.008	0.024	0.022	0.033	-0.027	0.003	0.025	0.014	-0.005	-0.052	-0.027	0.047	0.046	0.035	0.019	0.015	
As	0.496	0.168	-0.047	0.529	-0.024	0.080	-0.019	-0.022	-0.030	0.165	0.008	0.341	0.036	-0.019	-0.072	0.120	-0.007	0.007	0.021	0.127	0.280	0.137	-0.042	-0.024	-0.161	-0.069	0.007	
Ba	-0.119	-0.021	0.054	-0.024	0.117	-0.002	0.039	0.024	0.025	0.023	0.017	0.011	0.053	-0.004	0.036	-0.002	0.003	0.019	0.041	0.014	-0.021	0.005	0.044	0.089	0.042	0.033	0.019	
Bi	0.105	0.052	-0.015	0.080	-0.002	0.068	-0.026	-0.013	-0.008	0.066	0.003	0.051	-0.005	-0.019	-0.028	0.048	-0.002	-0.010	0.000	0.035	0.057	0.082	-0.016	-0.009	-0.025	-0.014	-0.003	
Ca	-0.064	-0.019	0.030	-0.019	0.039	-0.026	0.092	0.032	0.034	-0.007	0.006	0.017	0.032	0.045	0.037	-0.041	0.010	0.046	0.042	-0.017	-0.011	-0.040	0.030	0.071	0.024	0.022	0.020	
Co	-0.037	-0.016	0.027	-0.022	0.024	-0.013	0.032	0.052	0.065	0.002	0.020	-0.001	0.004	0.038	0.045	-0.033	-0.001	0.066	0.012	-0.008	-0.037	-0.018	0.035	0.025	0.049	0.037	0.033	
Cr	-0.039	-0.031	0.020	-0.030	0.025	-0.008	0.034	0.065	0.144	0.004	0.027	-0.029	-0.009	0.047	0.041	-0.032	-0.004	0.126	0.002	-0.011	-0.036	-0.008	0.039	0.038	0.067	0.053	0.028	
Cu	0.181	0.073	0.000	0.165	0.023	0.066	-0.007	0.002	0.004	0.125	0.020	0.120	0.015	-0.004	-0.021	0.075	-0.003	0.012	0.025	0.074	0.110	0.098	0.002	0.016	-0.041	-0.007	0.022	
Fe	-0.009	0.002	0.007	0.008	0.017	0.003	0.006	0.020	0.027	0.020	0.028	0.009	0.005	0.003	0.016	0.009	-0.001	0.015	0.015	0.011	0.006	0.014	0.011	0.012	0.043	0.038	0.030	
Hg	0.463	0.158	-0.008	0.341	0.011	0.051	0.017	-0.001	-0.029	0.120	0.009	0.527	0.045	-0.003	-0.035	0.078	-0.009	0.002	0.038	0.107	0.215	0.101	-0.011	0.004	-0.109	-0.042	0.015	
K	-0.016	0.013	0.024	0.036	0.053	-0.005	0.032	0.004	-0.009	0.015	0.005	0.045	0.064	0.005	0.011	0.007	0.005	-0.001	0.033	0.014	0.035	0.002	0.013	0.046	-0.006	0.004	0.011	
Mg	-0.003	-0.004	0.022	-0.019	-0.004	-0.019	0.045	0.038	0.047	-0.004	0.003	-0.003	0.005	0.081	0.032	-0.039	0.001	0.076	0.004	-0.030	-0.022	-0.033	0.031	0.009	0.006	0.005	0.021	
Mn	-0.103	-0.034	0.033	-0.072	0.036	-0.028	0.037	0.045	0.041	-0.021	0.016	-0.035	0.011	0.032	0.064	-0.045	0.001	0.039	0.017	-0.015	-0.069	-0.036	0.039	0.030	0.064	0.042	0.032	
Mo	0.173	0.064	-0.027	0.120	-0.002	0.048	-0.041	-0.033	-0.032	0.075	0.009	0.078	0.007	-0.039	-0.045	0.138	-0.008	-0.037	0.007	0.070	0.146	0.097	-0.029	-0.013	-0.057	-0.024	-0.005	
Na	-0.020	-0.005	0.003	-0.007	0.003	-0.002	0.010	-0.001	-0.004	-0.003	-0.001	-0.009	0.005	0.001	0.001	-0.008	-0.017	-0.004	0.008	-0.008	0.000	-0.005	0.001	0.000	-0.005	0.011	0.004	0.001
Ni	0.014	-0.016	0.025	0.007	0.019	-0.010	0.046	0.066	0.126	0.012	0.015	0.002	-0.001	0.076	0.039	-0.037	-0.004	0.147	0.001	-0.017	-0.016	-0.016	0.041	0.032	0.019	0.021	0.025	
P	-0.012	0.008	0.014	0.021	0.041	0.000	0.042	0.012	0.002	0.025	0.015	0.038	0.033	0.004	0.017	0.007	0.008	0.001	0.052	0.014	0.037	0.007	0.013	0.046	0.014	0.020	0.021	
Pb	0.176	0.060	-0.005	0.127	0.014	0.035	-0.017	-0.008	-0.011	0.074	0.011	0.107	0.014	-0.030	-0.015	0.070	-0.008	-0.017	0.014	0.132	0.102	0.067	-0.006	0.009	-0.038	-0.009	0.010	
S	0.360	0.123	-0.052	0.280	-0.021	0.057	-0.011	-0.037	-0.036	0.110	0.006	0.215	0.035	-0.022	-0.069	0.146	0.000	-0.016	0.037	0.102	0.416	0.112	-0.055	-0.015	-0.142	-0.059	0.005	
Sb	0.194	0.079	-0.027	0.137	0.005	0.082	-0.040	-0.018	-0.008	0.098	0.014	0.101	0.002	-0.033	-0.036	0.097	-0.005	-0.016	0.007	0.067	0.112	0.162	-0.025	-0.008	-0.028	-0.009	0.003	
Sc	-0.083	-0.024	0.047	-0.042	0.044	-0.016	0.030	0.035	0.039	0.002	0.011	-0.011	0.013	0.031	0.039	-0.029	0.001	0.041	0.013	-0.006	-0.055	-0.025	0.058	0.037	0.041	0.025	0.018	
Sr	-0.120	-0.030	0.046	-0.024	0.089	-0.009	0.071	0.025	0.038	0.016	0.012	0.004	0.046	0.009	0.030	-0.013	0.009	0.032	0.046	0.009	-0.015	-0.008	0.037	0.108	0.038	0.031	0.014	
Ti	-0.231	-0.064	0.035	-0.161	0.042	-0.025	0.024	0.049	0.067	-0.041	0.043	-0.109	-0.006	0.006	0.064	-0.057	0.011	0.019	0.014	-0.038	-0.142	-0.028	0.041	0.038	0.203	0.112	0.050	
V	-0.117	-0.032	0.019	-0.069	0.033	-0.014	0.022	0.037	0.053	-0.007	0.038	-0.042	0.004	0.005	0.042	-0.024	0.004	0.021	0.020	-0.009	-0.059	-0.009	0.025	0.031	0.112	0.080	0.043	
Zn	0.007	0.015	0.007	0.019	-0.003	0.020	0.033	0.028	0.022	0.030	0.045	0.011	0.021	0.032	-0.005	0.001	0.025	0.021	0.010	0.005	0.003	0.018	0.014	0.050	0.043	0.050		
Cor_mat	Au	Ag	Al	As	Ba	Bi	Ca	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Sr	Ti	V	Zn	
Au	1.000	0.616	-0.381	0.619	-0.316	0.364	-0.193	-0.146	-0.094	0.464	-0.049	0.578	-0.058	-0.011	-0.372	0.424	-0.139	0.033	-0.047	0.438	0.506	0.438	-0.314	-0.331	-0.466	-0.375	-0.045	
Ag	0.616	1.000	-0.250	0.605	-0.160	0.519	-0.165	-0.185	-0.214	0.539	0.029	0.570	0.137	-0.034	-0.349	0.454	-0.102	-0.111	0.086	0.433	0.501	0.512	-0.259	-0.235	-0.372	-0.298	0.079	
Al	-0.381	-0.250	1.000	-0.275	0.674	-0.245	0.430	0.501	0.222	-0.002	0.171	-0.048	0.400	0.337	0.566	-0.310	0.109	0.275	0.259	-0.063	-0.345	-0.284	0.849	0.602	0.337	0.291	0.283	
As	0.619	0.605	-0.275	1.000	-0.098	0.422	-0.087	-0.130	-0.107	0.641	0.068	0.645	0.197	-0.091	-0.392	0.445	-0.071	0.025	0.127	0.481	0.596	0.467	-0.240	-0.098	-0.492	-0.334	0.040	
Ba	-0.316	-0.160	0.674	-0.098	1.000	-0.027	0.375	0.312	0.195	0.188	0.293	0.045	0.611	-0.039	0.420	-0.018	0.072	0.146	0.526	0.115	-0.094	0.038	0.532	0.789	0.273	0.339	0.247	
Bi	0.364	0.519	-0.245	0.422	-0.027	1.000	-0.325	-0.221	-0.076	0.710	0.072	0.271	-0.071	-0.257	-0.422	0.497	-0.060	-0.094	-0.003	0.371	0.337	0.776	-0.247	-0.100	-0.215	-0.185	-0.045	
Ca	-0.193	-0.165	0.430	-0.087	0.375	-0.325	1.000	0.460	0.299	-0.061	0.108	0.077	0.412	0.526	0.489	-0.362	0.247	0.393	0.605	-0.150	-0.055	-0.329	0.417	0.715	0.177	0.254	0.289	
Co	-0.146	-0.185	0.501	-0.130	0.312	-0.221	0.460	1.000	0.749	0.020	0.531	-0.007	0.061	0.593	0.784	-0.389	-0.018	0.754	0.226	-0.091	-0.254	-0.191	0.643	0.330	0.478	0.579	0.638	
Cr	-0.094	-0.214	0.222	-0.107	0.195	-0.076	0.299	0.749	1.000	0.026	0.430	-0.106	-0.089	0.437	0.432	-0.230	-0.073	0.865	0.027	-0.082	-0.147	-0.049	0.623	0.300	0.389	0.490	0.328	
Cu	0.464	0.539	-0.002	0.641	0.188	0.710	-0.061	0.020	0.026	1.000	0.345	0.469	0.167	-0.035	-0.232	0.575	-0.072	0.0										

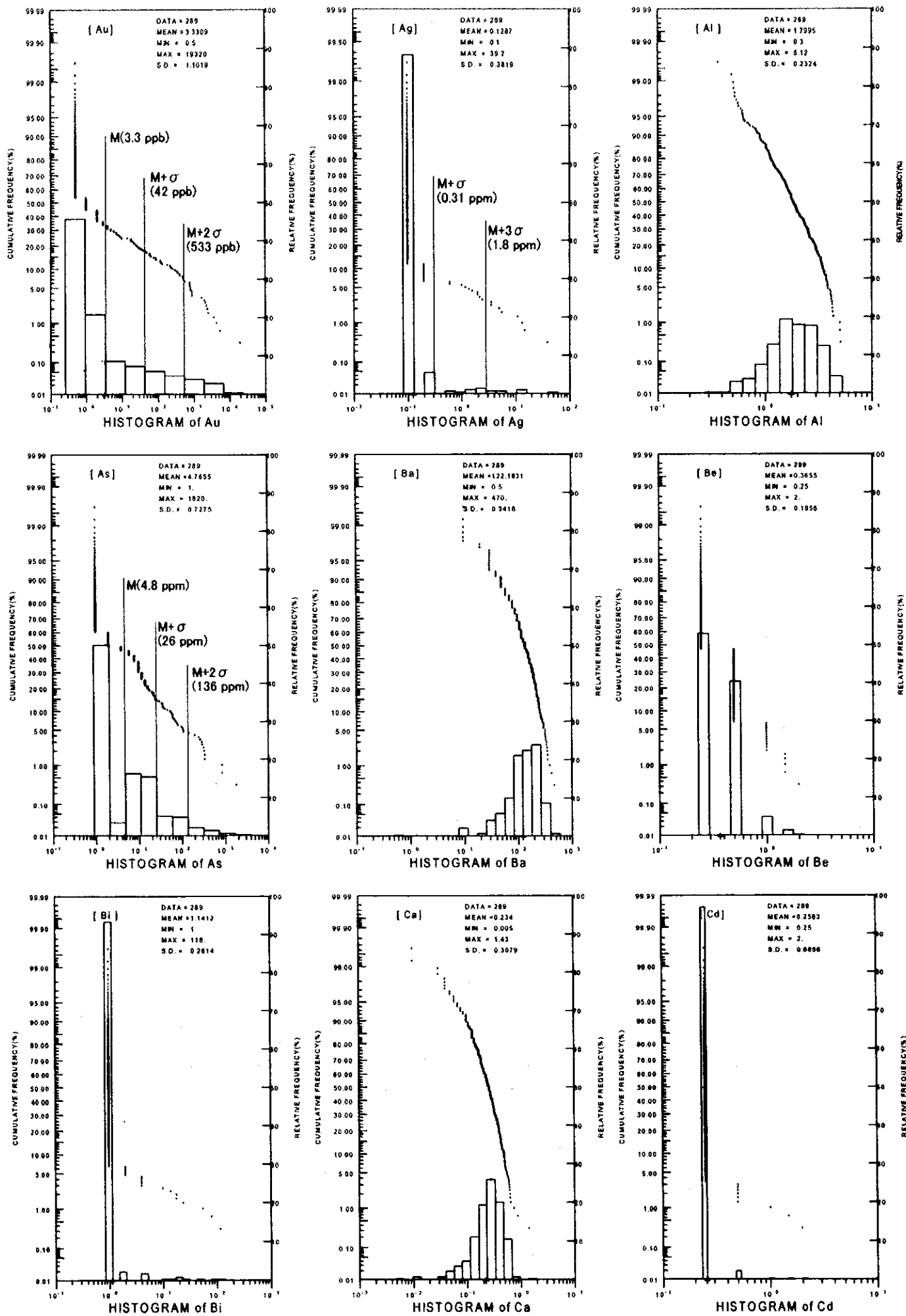


Fig. II-3-3 Probability plot of the Stream Sediments Samples (1)

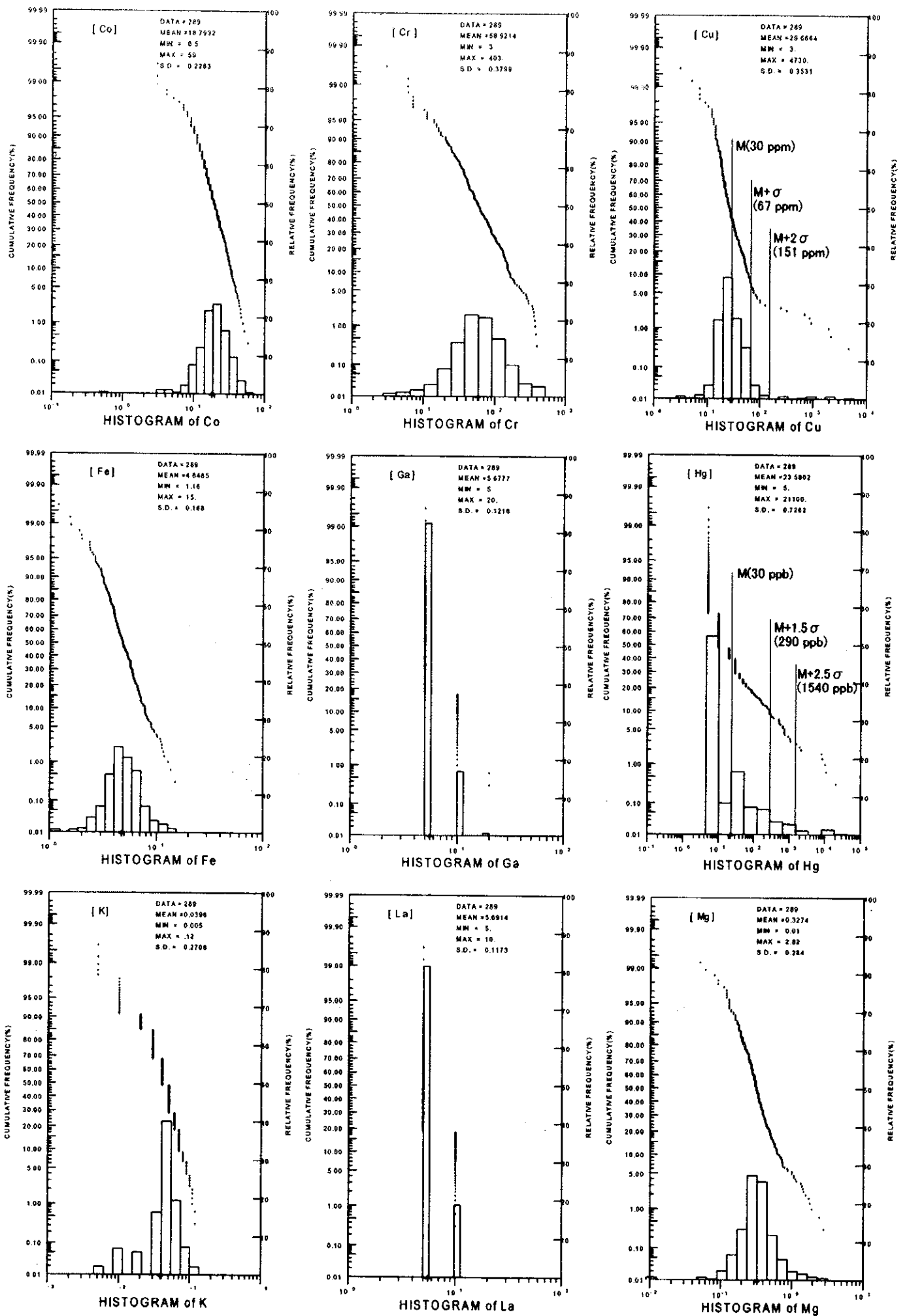


Fig. II-3-3 Probability Plot of the Stream Sediments Samples (2)

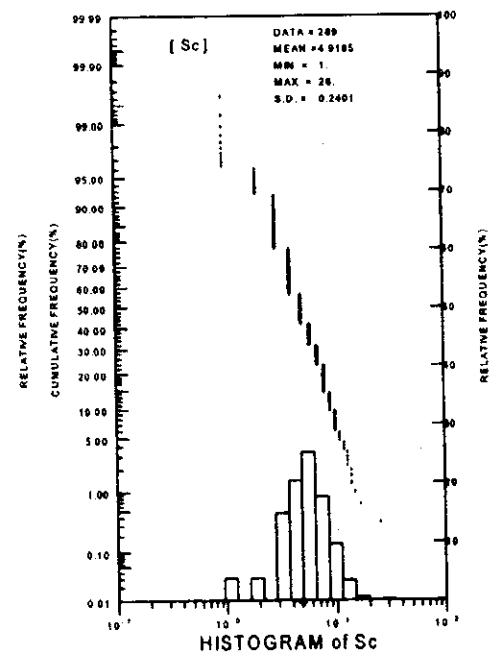
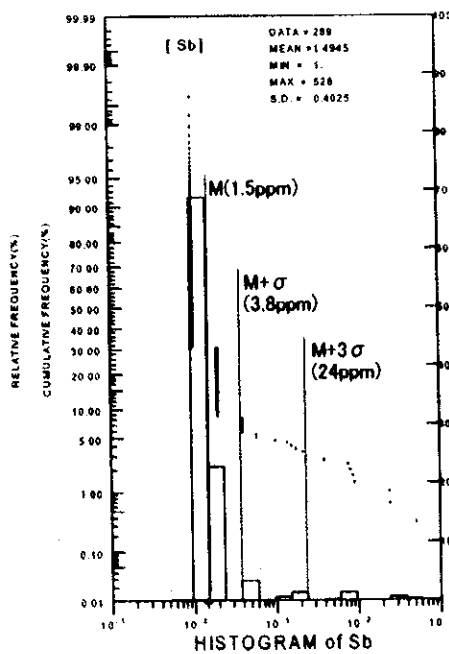
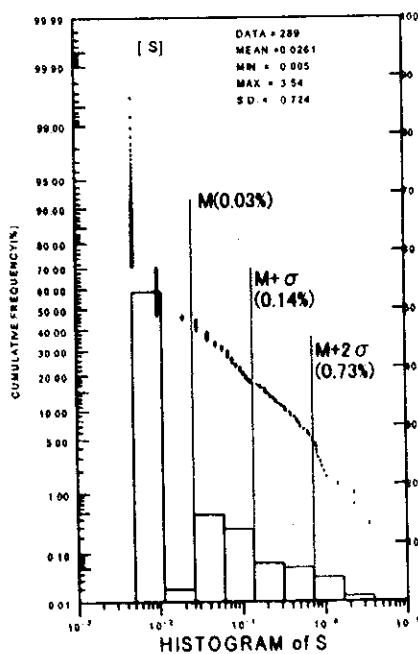
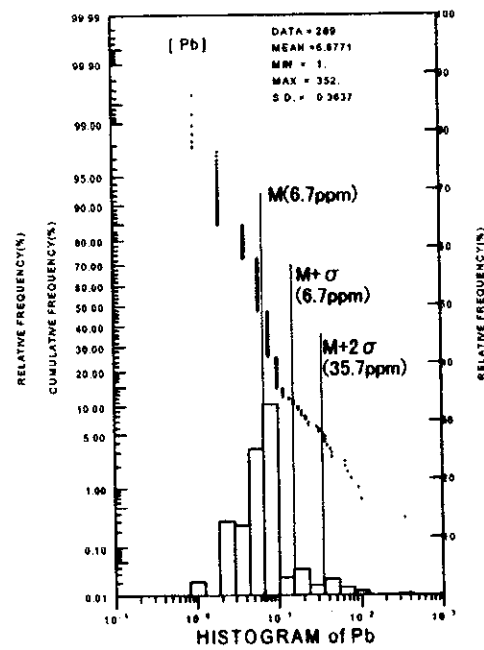
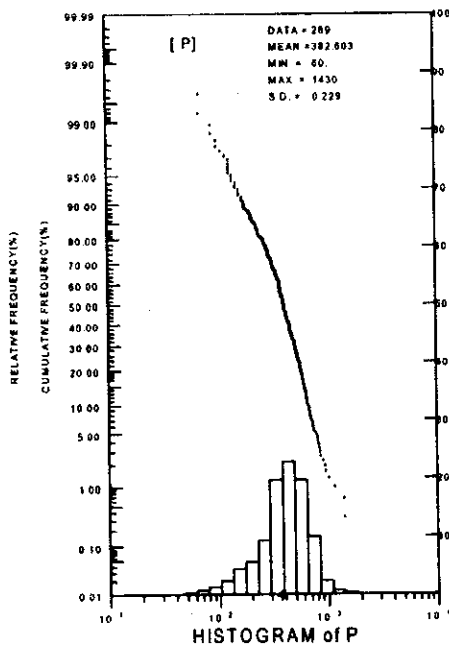
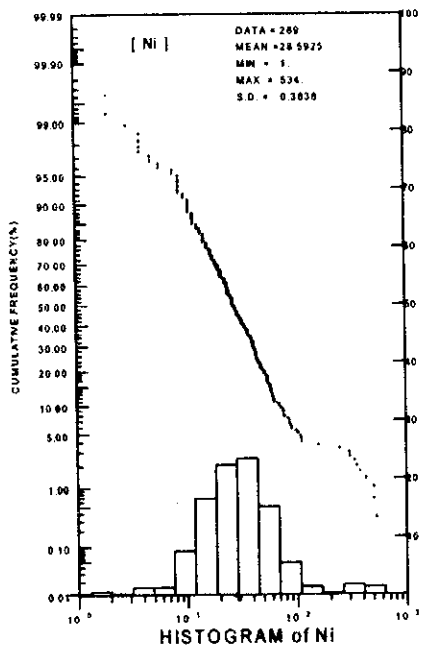
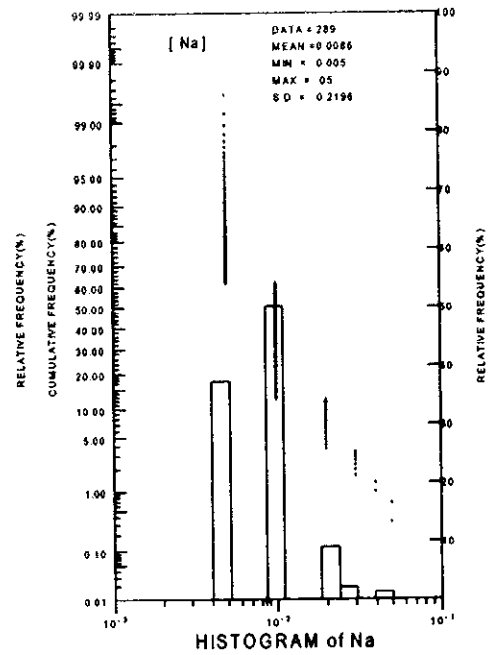
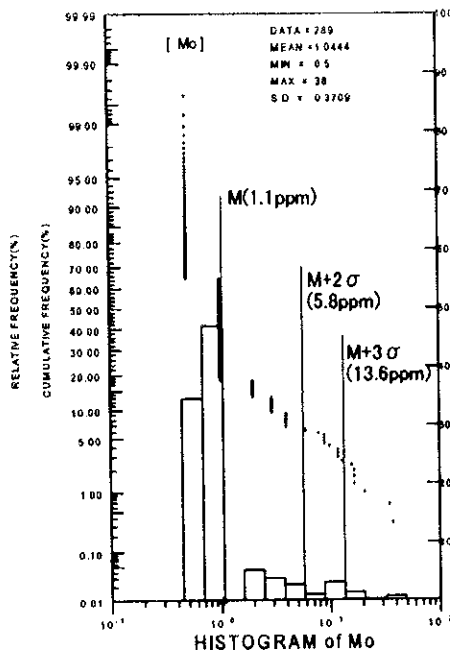
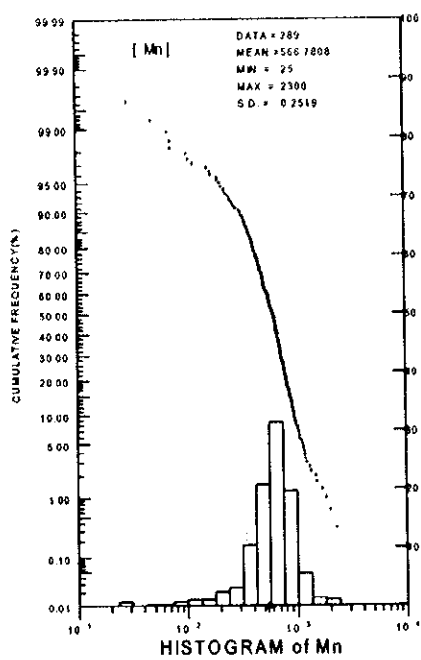


Fig. II-3-3 Probability Plot of Stream Sediments Samples (3)

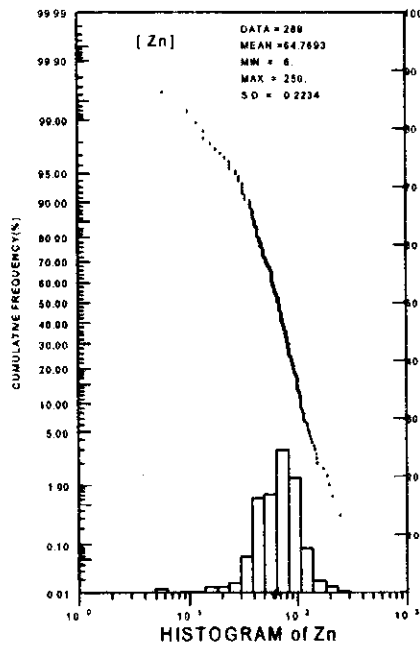
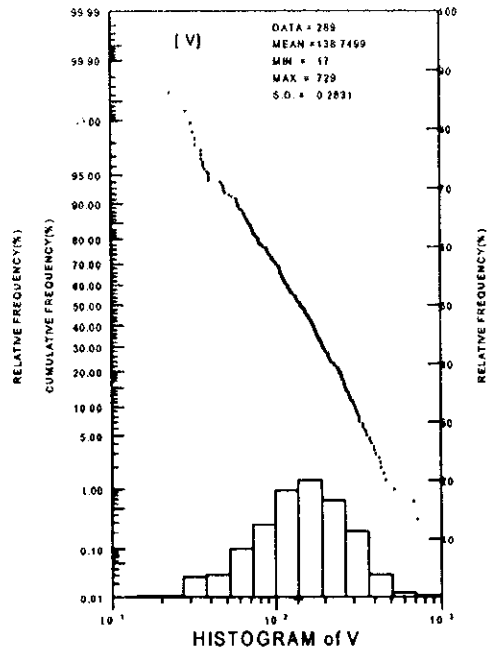
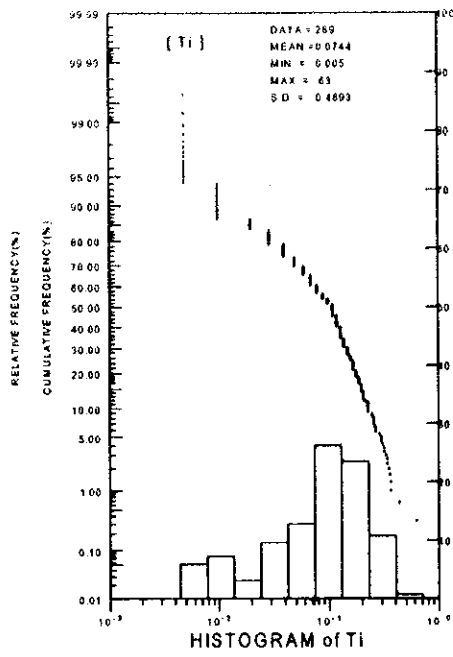
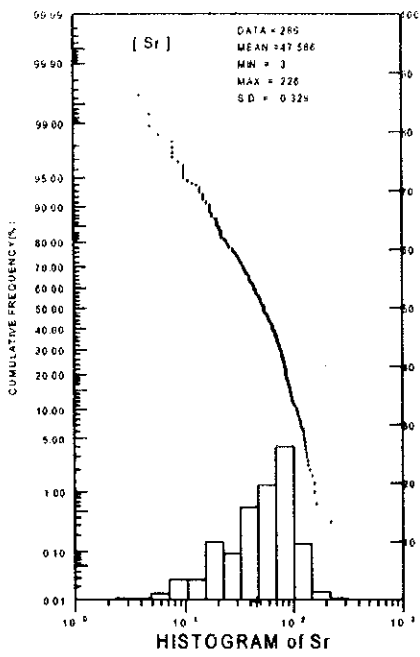


Fig. II-3-3 Probability Plot of Stream Sediments Samples (4)

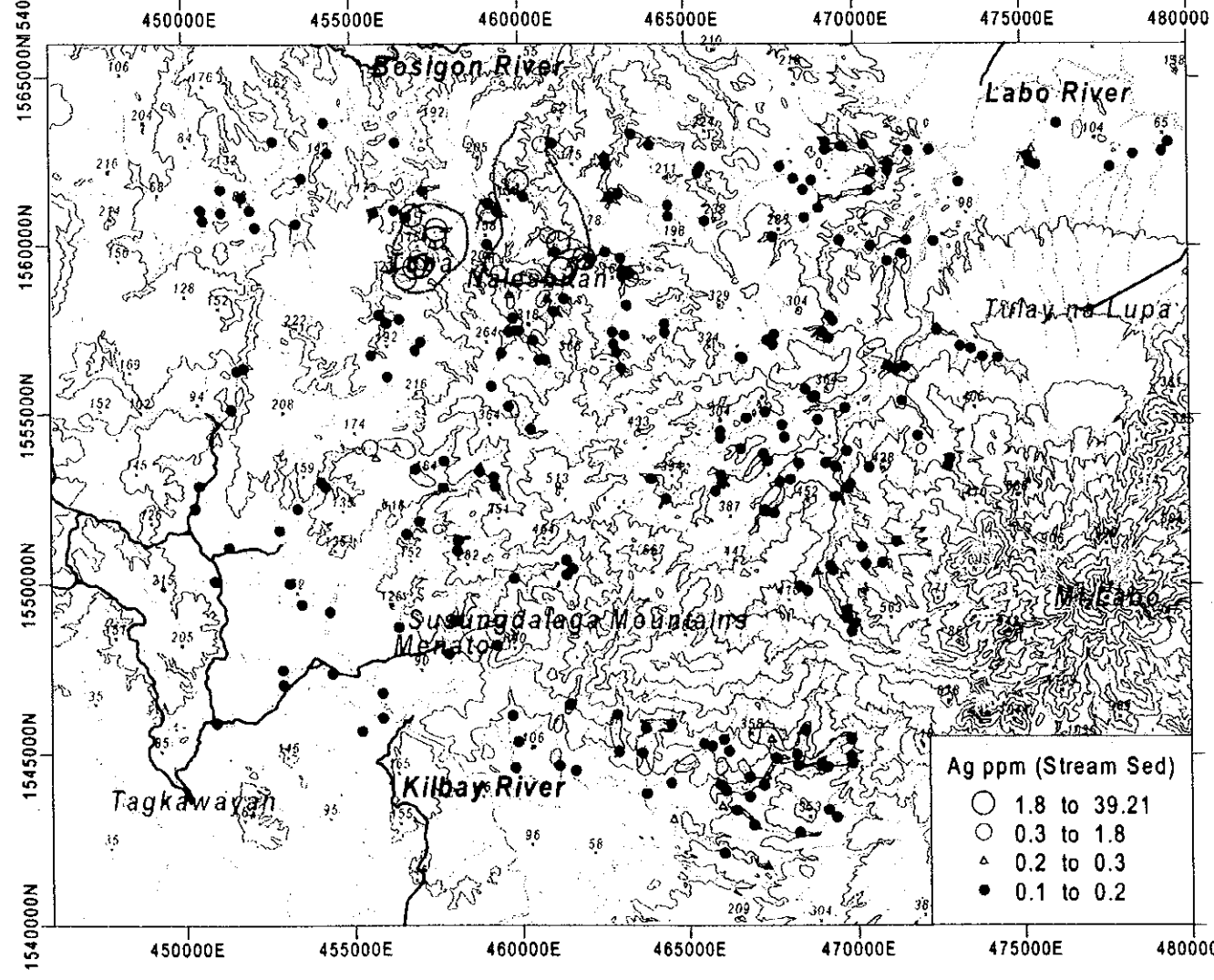
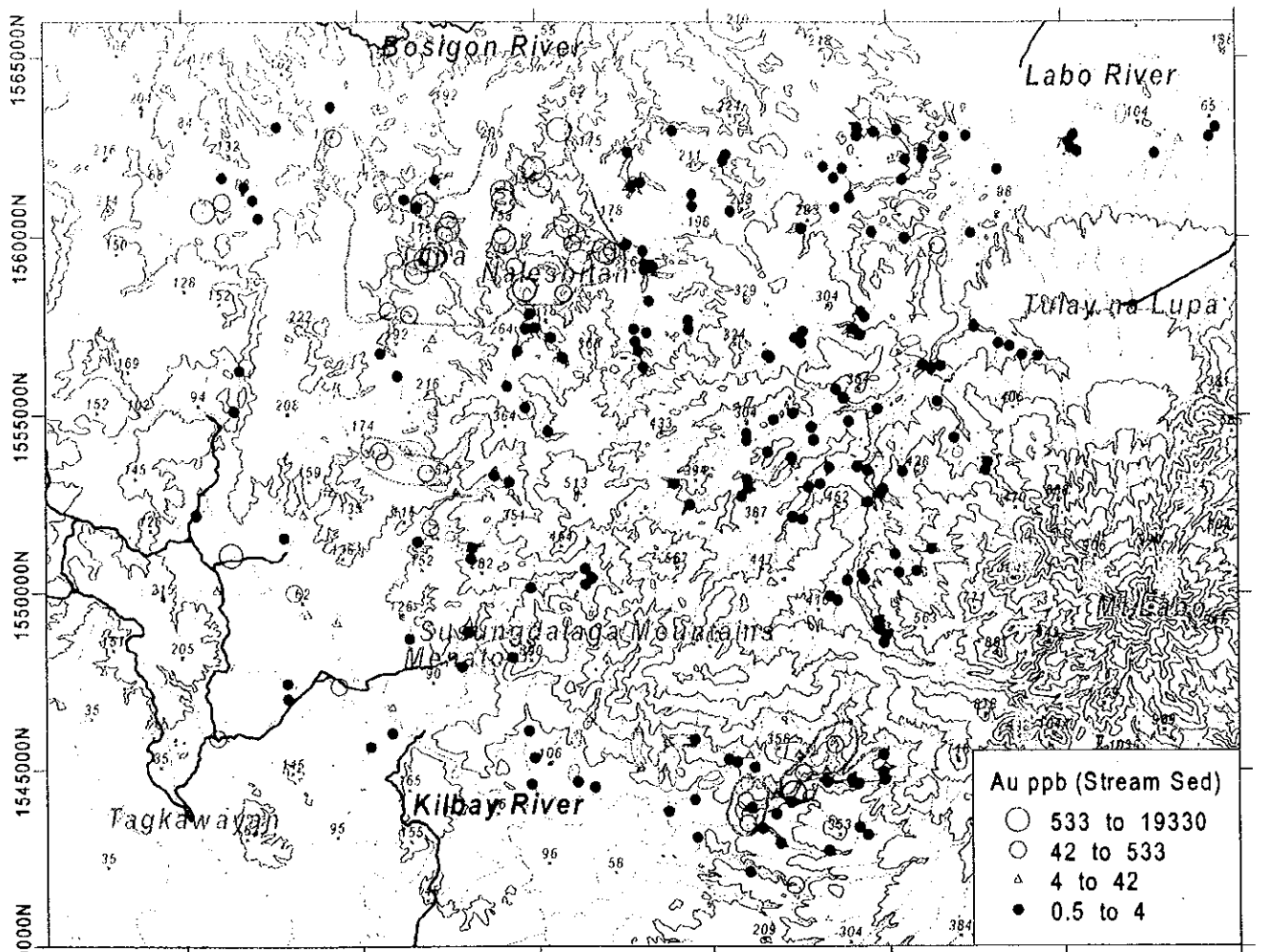


Fig. II-3-4 Au and Ag Content of the Stream Sediments Samples

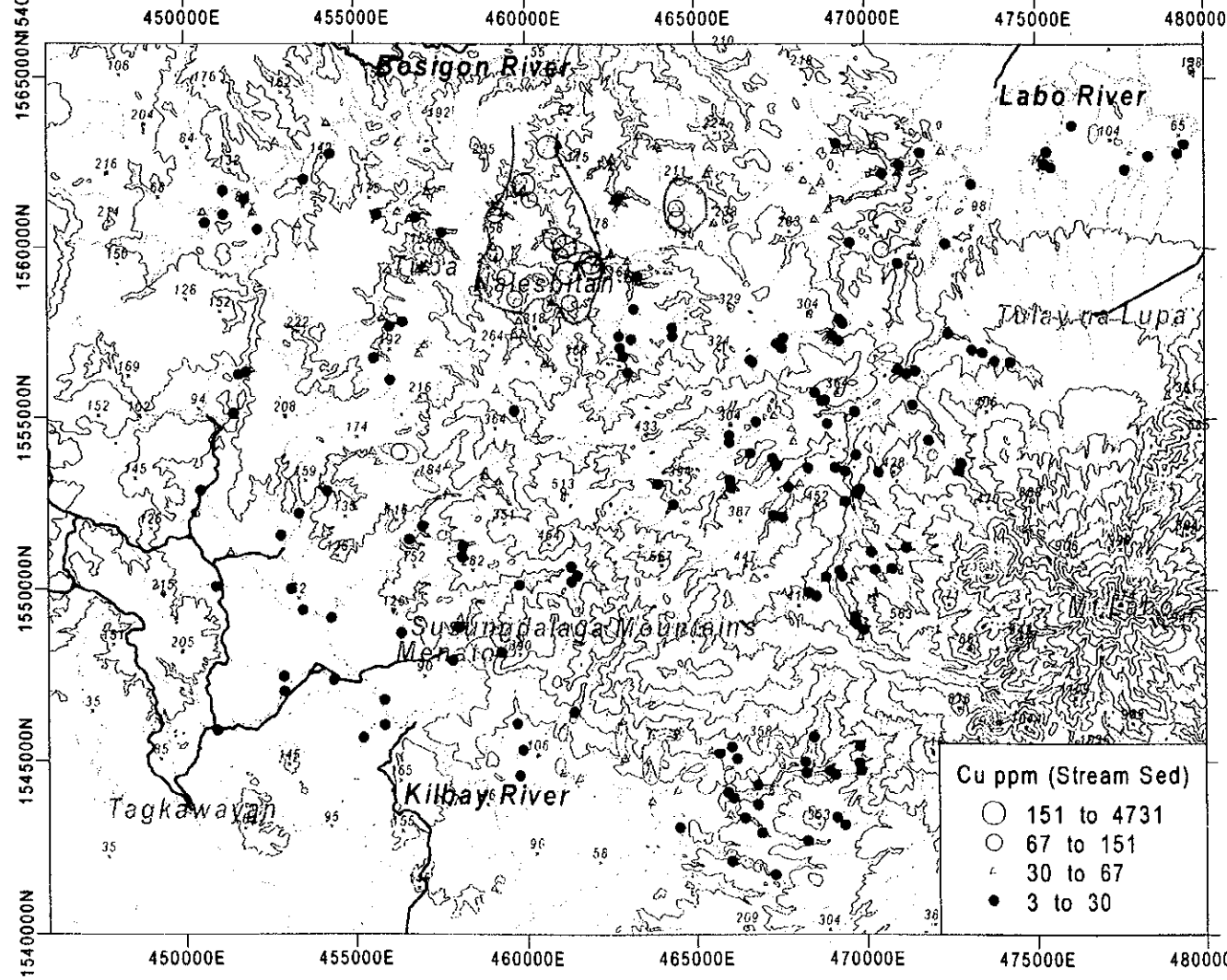
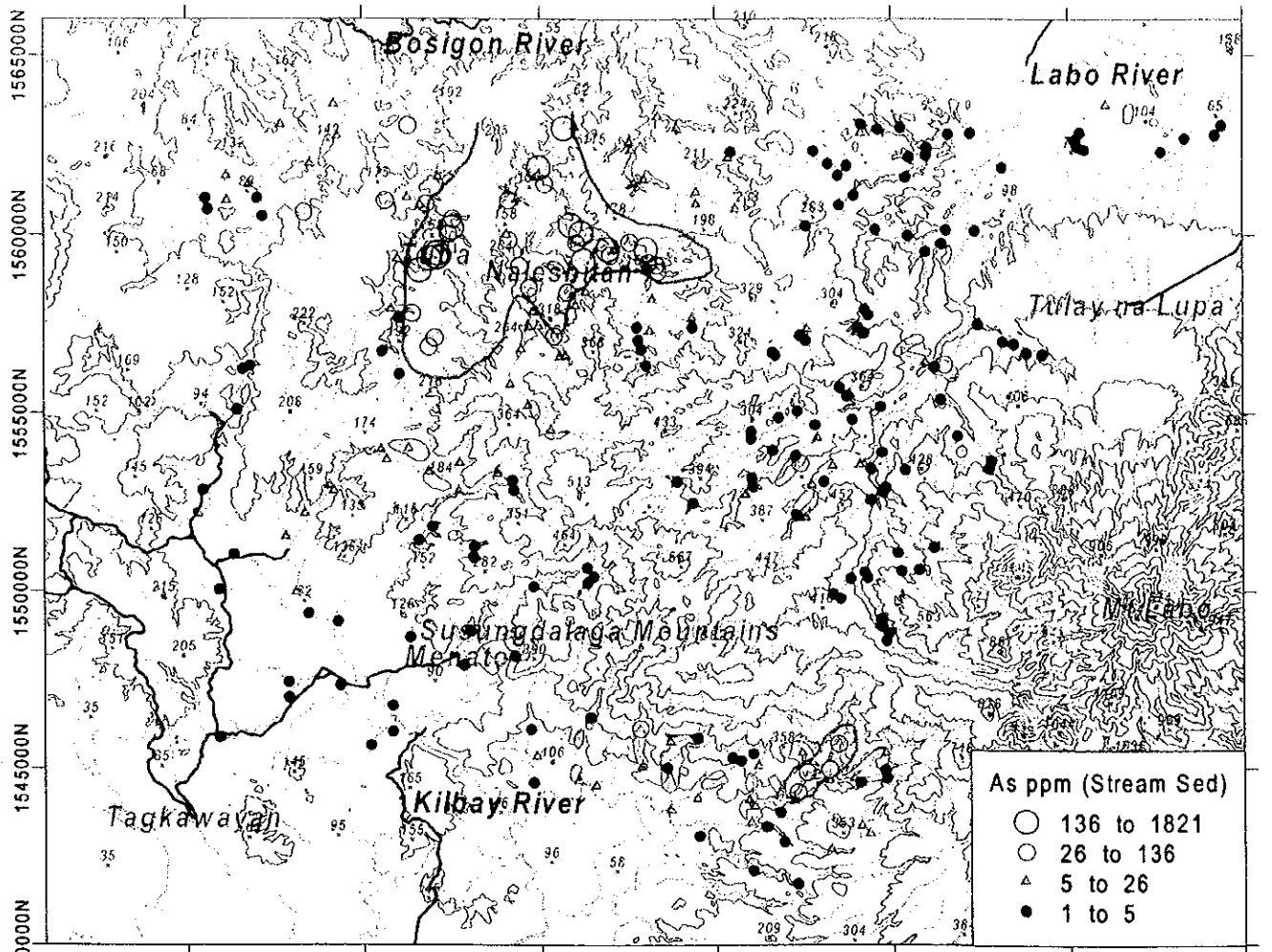


Fig. II-3-5 As and Cu Content of the Stream Sediments Samples



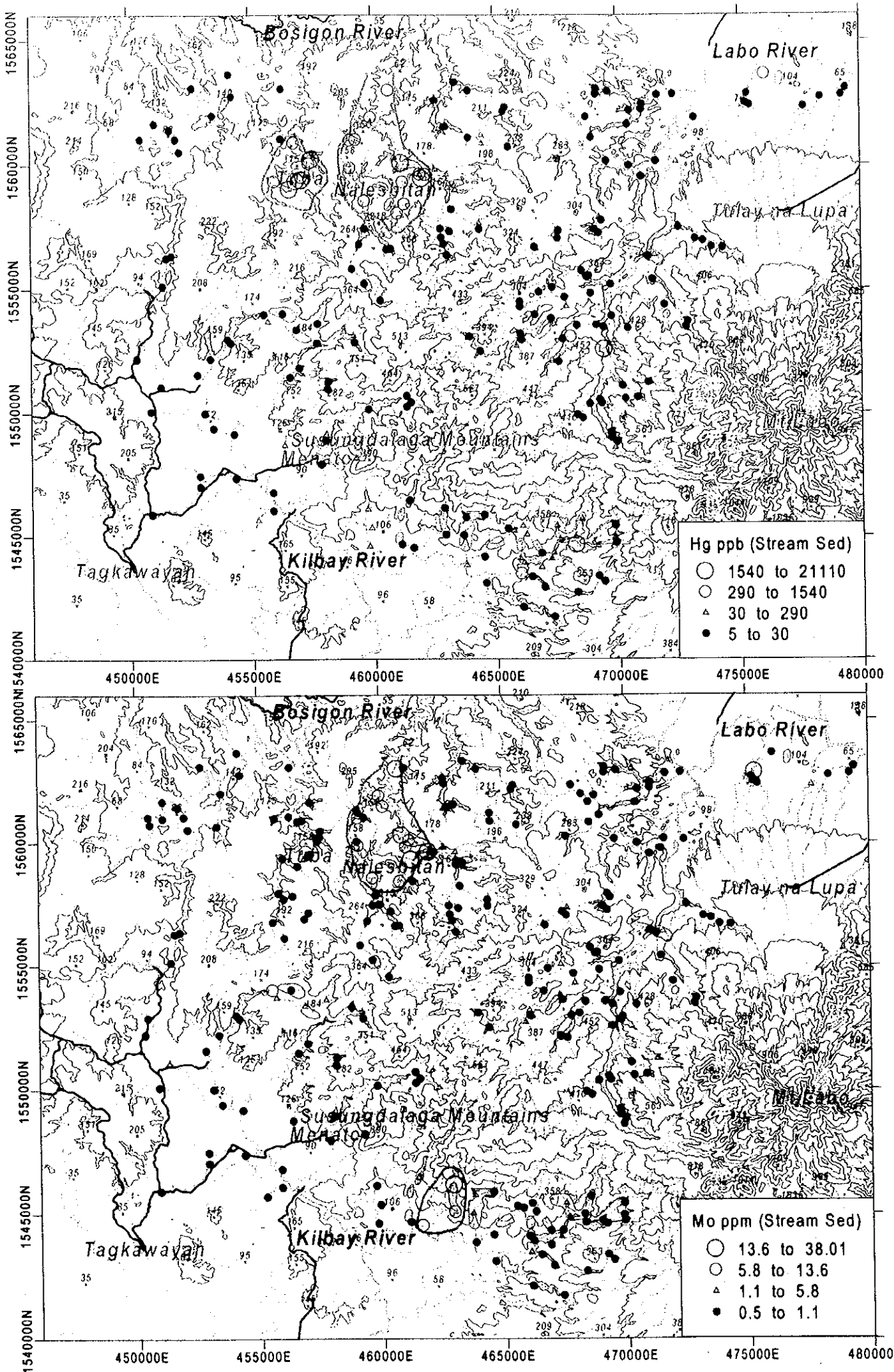


Fig. II-3-6 Hg and Mo Content of the Stream Sediments Samples

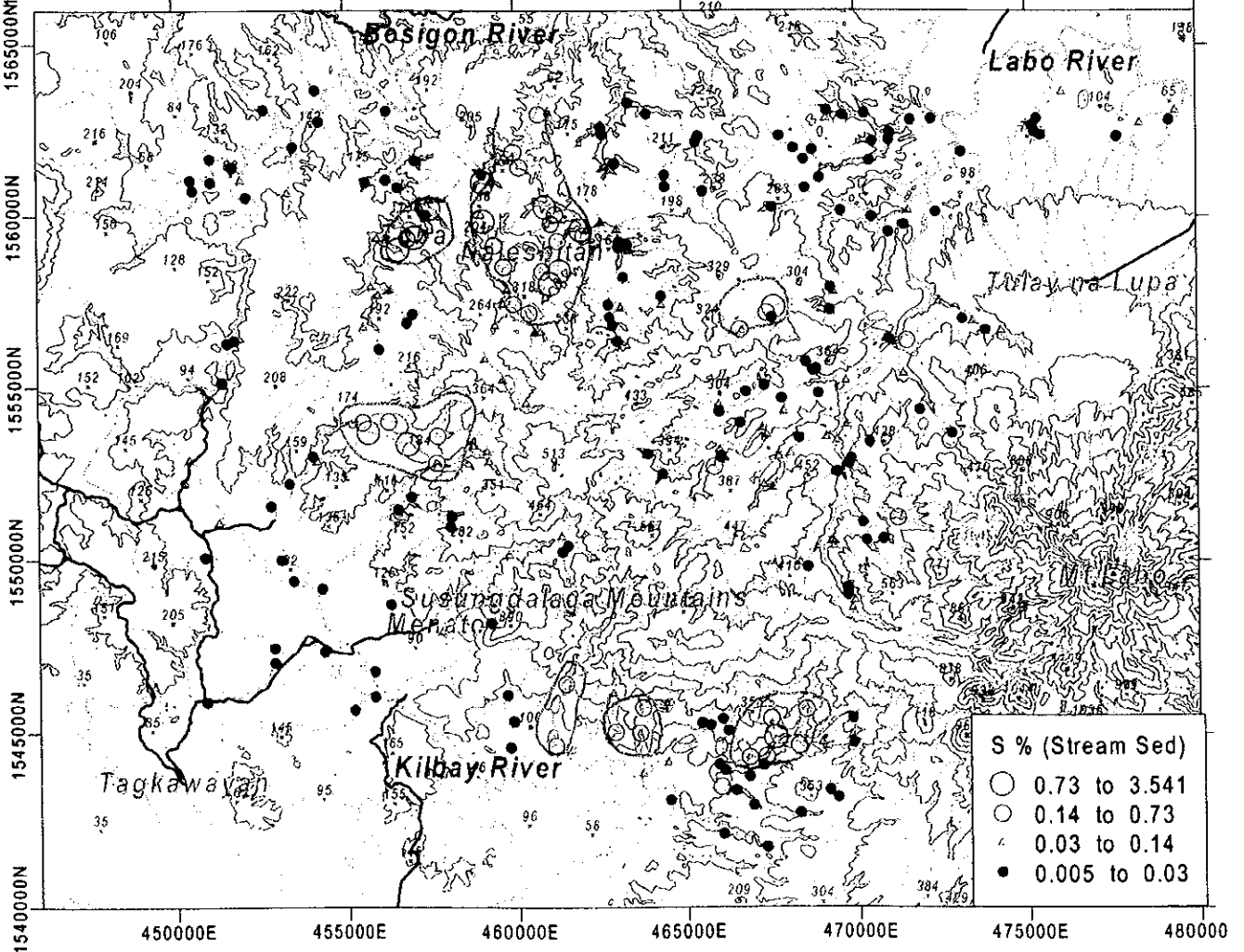
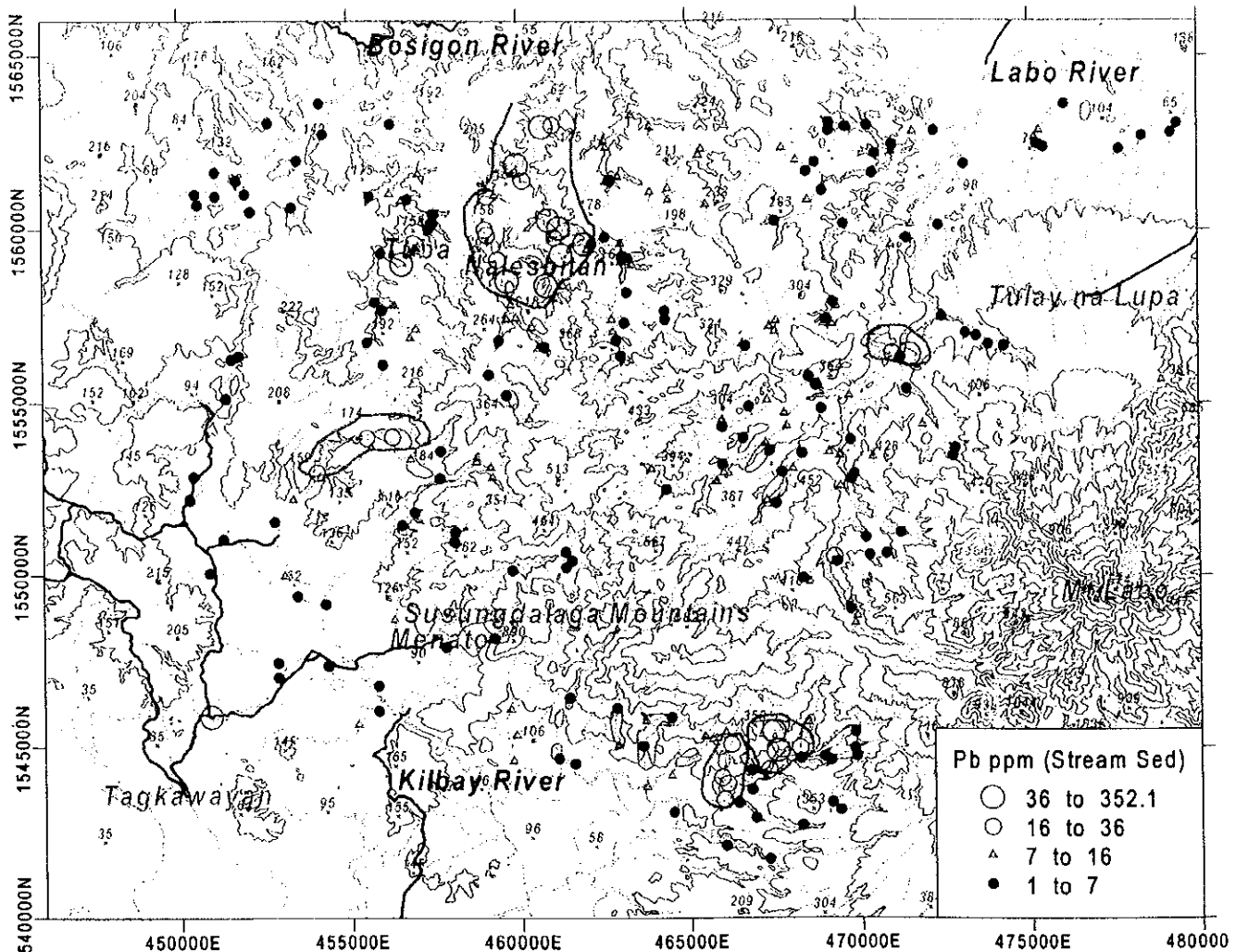


Fig. II-3-7 Pb and S Content of the Stream Sediments Samples

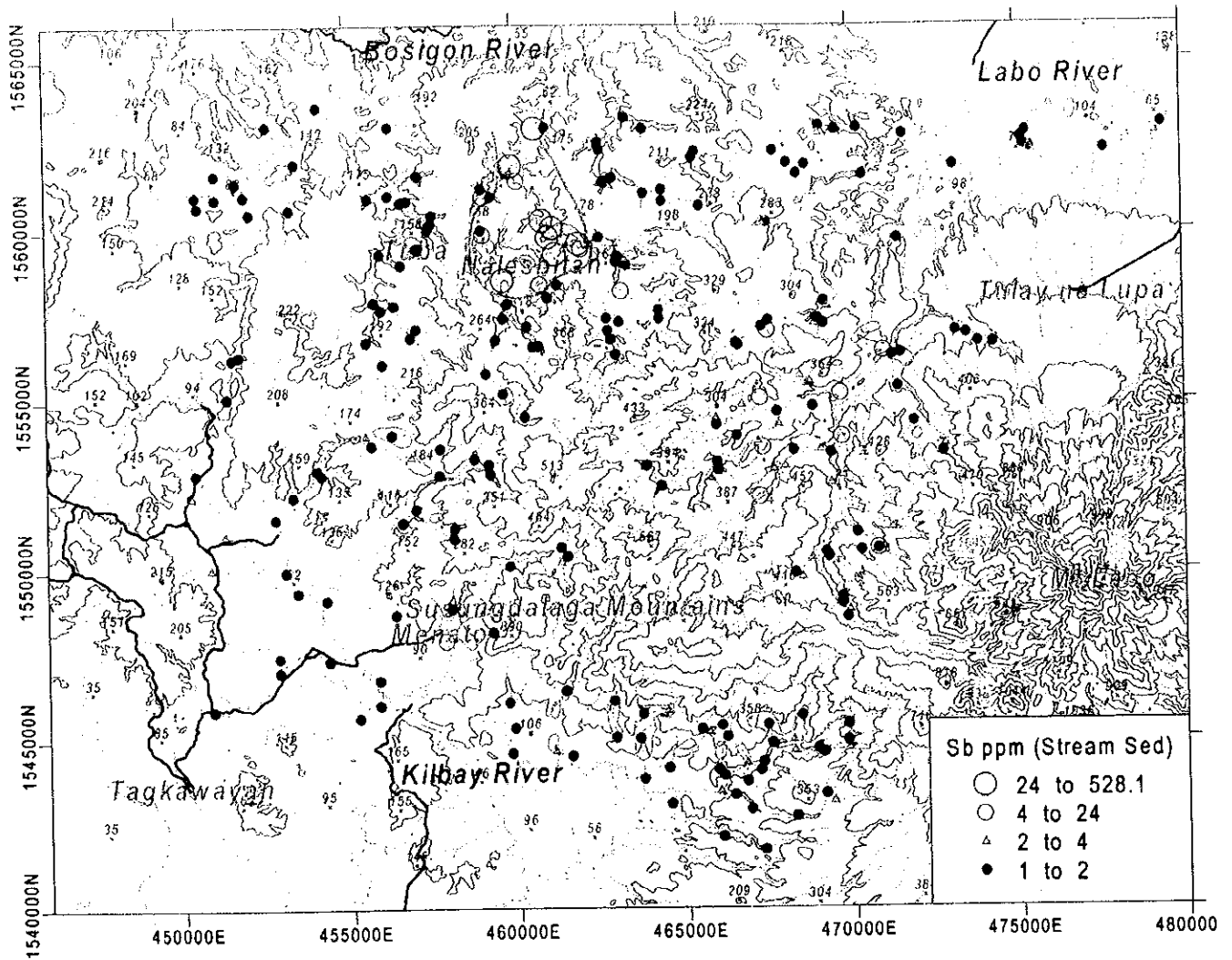


Fig. II-3-8 Sb Content of the Stream Sediments Samples

を用いる方法、百分位数を用いる方法などがあるが、ここでは平均値・標準偏差を基準としながら、累積頻度分布曲線を考慮して決定した。各元素のしきい値は、Fig.II-3-3 上で示した。

各元素の異常値分布図を Fig.II-3-4~II-3-8 に示す。以下に各元素について異常値の分布について述べる。

[Au] Au は、Nalesbitan 及び Tuba 鉱床近辺で特に強い地化学異常が認められる。そのほかに異常値が集中しているのは、Kilbay 川上流の Alawihaw 変質帯周辺及び地域西側 Tuba 鉱床の南に位置する Katakian 変質帯付近に認められる。

[Ag] Ag は Au に比べると比較的狭い地域に地化学異常値が集中し、Nalesbitan 及び Tuba 鉱床周辺にのみ限って異常値が集中する。

[As] As の異常値が集中するのは、Nalesbitan 及び Tuba 鉱床周辺で、この地化学異常域は Nalesbitan 東方の Salobosogin-Yakalan 変質帯にまで広がっている。Alawihaw 変質帯周辺も As の異常値が集中する。また Kilbay 川の西側支流の Maniknik 変質帯と Labo 川中流から上流の Magasawang Bato 変質帯や Taktak 変質帯にも散点的に異常値が認められる。

[Cu] Cu の異常値は Nalesbitan 鉱床周辺に集中する。Tuba 鉱床では異常値は 1 試料のみで鉱化帯が小規模なことが分かる。このほか、Nalesbitan 鉱床東方 4km に Cu の異常域が見られる。Katakian 変質帯にも異常値が認められる。

[Hg] Hg の異常域は特に Nalesbitan 鉱床と Tuba 鉱床周辺で強く検出されている。そのほか、Kilbay 川上流や Labo 川上流に認められる。

[Mo] Mo の異常値は Nalesbitan 鉱床周辺に集中するほか、Kilbay 川の Maniknik 変質帯に認められる。

[Pb] Pb の異常値が集中するのは、Nalesbitan 鉱床周辺と Katakian での北側変質帯、Kilbay 川上流の Alawihaw~Katigbigan 変質帯に認められる。Labo 川中流域の Magasawang Bato 変質帯でも異常値が集中する。

[S] S は硫化物の鉱化作用を直接反映しており、これは Nalesbitan 鉱床及び Tuba 鉱床周辺は言うに及ばず、Katakian 変質帯、Kilbay 上流の Alawihaw~Katigbigan 変質帯・Layaton Malaki~Maniknik 変質帯・Kampusta 変質帯に認められる。

[Sb] Sb の異常値は Nalesbitan 周辺に集中するほか、Labo 川上流域に散点的に見いだせる。

### (3)主成分分析

沢砂分析値の対数値から求めた相関行列を用いて主成分分析を行った。結果を Table II-3-2 に示す。

固有値は第 4 主成分までが 2 以上を示し、第 4 主成分までの累積寄与率は 68%である。第 1 主成分から第 4 主成分までの得点分布図を Fig.II-3-9~II-3-10 に示す。

#### [Z-01]

第 1 主成分によって分析値の約 30%が説明される。第 1 主成分に関連する元素は、正が Mn・Co・Sc・Ti・V・Al・Ca・Cr・Sr といいた岩相を反映する元素であり、負が Au・Ag・As・Sb・S・Mo・Bi といいた浅熱水性金鉱床に関連する元素の挙動を示す。このことから、第 1 主成分得点が負になる地域に注目すると Nalesbitan 鉱床及び Tuba 鉱床周辺、Katakian 変質帯、Alawihaw~Katigbigan 変質帯、Layaton Malaki~Maniknik 変質帯が抽出される。このうち Katakian 変質帯で検出される負の異常は水系に沿って下流に広く拡散しているように見える。

#### [Z-02]

第 2 主成分によって分析値の約 20%が説明される。第 2 主成分に関連する元素は 正が Cu・As・Sb・Hg・P・Pb・Zn・Fe であり、Cu に関連した鉱化作用を表しているものと思われる。このことから、第 2 主成分得点が正になる地域は、Nalesbitan 鉱床及び Tuba 鉱床周辺、Alawihaw~Katigbigan 変質帯、Labo 川流域の Magasawang Bato 変質帯や Binangkawan 変質帯周辺である。

**Table II-3-2 Result of Principal Component Analysis of the Stream Sediments Samples**

Result of PCA

No.	Eig_value	Eig_%	Eig_sum
Z-01	8.070	29.890	29.890
Z-02	5.172	19.157	49.046
Z-03	2.725	10.093	59.139
Z-04	2.429	8.998	68.136
Z-05	1.467	5.433	73.570
Z-06	1.155	4.279	77.849
Z-07	0.948	3.512	81.361
Z-08	0.696	2.577	83.938
Z-09	0.635	2.350	86.288
Z-10	0.553	2.049	88.337
Z-11	0.448	1.660	89.997
Z-12	0.425	1.572	91.569
Z-13	0.353	1.306	92.875
Z-14	0.311	1.151	94.026
Z-15	0.271	1.003	95.030
Z-16	0.239	0.887	95.916
Z-17	0.215	0.795	96.711
Z-18	0.205	0.760	97.471
Z-19	0.147	0.545	98.016
Z-20	0.118	0.437	98.453
Z-21	0.099	0.367	98.820
Z-22	0.090	0.332	99.152
Z-23	0.077	0.285	99.437
Z-24	0.053	0.196	99.633
Z-25	0.040	0.149	99.781
Z-26	0.038	0.141	99.922
Z-27	0.021	0.078	100.000

Fact_id	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	Z-06	Z-07
Mn	0.839	0.141	-0.100	0.011	0.056	0.234	0.054
Co	0.754	0.368	-0.421	0.172	-0.014	0.046	0.015
Sc	0.721	0.258	0.050	0.167	-0.360	0.199	0.228
Ti	0.690	0.002	-0.184	-0.568	0.096	-0.031	0.135
V	0.682	0.242	-0.231	-0.573	0.198	-0.008	-0.046
Al	0.682	0.238	0.317	0.124	-0.375	0.231	0.260
Ca	0.595	0.299	0.312	0.405	0.282	-0.191	-0.082
Cr	0.557	0.268	-0.534	0.147	-0.193	-0.329	-0.265
Sr	0.540	0.440	0.539	0.029	-0.173	-0.257	-0.171
Bi	-0.538	0.434	-0.145	-0.214	-0.328	-0.315	0.302
S	-0.562	0.494	0.066	0.142	0.261	-0.123	-0.277
Ag	-0.576	0.496	-0.109	0.138	0.130	0.162	0.285
Au	-0.607	0.382	-0.280	0.295	0.142	0.114	0.057
Mo	-0.630	0.432	0.029	-0.254	-0.134	-0.046	-0.213
Cu	-0.367	0.794	-0.082	-0.050	-0.203	-0.106	0.158
P	0.278	0.605	0.459	-0.067	0.352	-0.103	-0.089
Fe	0.374	0.582	-0.339	-0.504	0.195	0.057	-0.100
Hg	-0.365	0.575	0.036	0.288	0.150	0.277	0.099
As	-0.561	0.572	-0.060	0.249	0.115	0.042	0.003
Pb	-0.388	0.571	0.027	-0.132	-0.161	0.262	-0.148
Zn	0.470	0.555	-0.304	-0.246	0.346	0.220	0.080
Sb	-0.532	0.540	-0.146	-0.300	-0.241	-0.240	0.119
K	0.176	0.480	0.630	0.121	0.097	0.113	-0.085
Ba	0.484	0.470	0.513	-0.142	-0.352	0.022	-0.088
Mg	0.481	0.124	-0.315	0.642	0.114	-0.049	0.170
Ni	0.486	0.290	-0.491	0.510	-0.179	-0.275	-0.160
Na	0.164	-0.013	0.328	-0.048	0.385	-0.517	0.487

Eig_vec	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	Z-06	Z-07
Mn	0.295	0.062	-0.061	0.007	0.047	0.218	0.055
Co	0.266	0.162	-0.255	0.110	-0.011	0.043	0.016
Sc	0.254	0.113	0.031	0.107	-0.297	0.186	0.234
Ti	0.243	0.001	-0.112	-0.365	0.079	-0.029	0.139
V	0.240	0.106	-0.140	-0.368	0.164	-0.007	-0.048
Al	0.240	0.105	0.192	0.080	-0.310	0.215	0.267
Ca	0.209	0.131	0.189	0.260	0.233	-0.178	-0.084
Cr	0.196	0.118	-0.324	0.095	-0.159	-0.307	-0.272
Sr	0.190	0.193	0.326	0.019	-0.142	-0.239	-0.176
Bi	-0.189	0.191	-0.088	-0.137	-0.270	-0.293	0.310
S	-0.198	0.217	0.040	0.091	0.215	-0.115	-0.285
Ag	-0.203	0.218	-0.066	0.088	0.107	0.151	0.293
Au	-0.214	0.168	-0.170	0.189	0.117	0.106	0.058
Mo	-0.222	0.190	0.018	-0.163	-0.110	-0.043	-0.219
Cu	-0.129	0.349	-0.050	-0.032	-0.167	-0.099	0.162
P	0.098	0.266	0.278	-0.043	0.291	-0.096	-0.092
Fe	0.132	0.256	-0.205	-0.323	0.161	0.053	-0.102
Hg	-0.128	0.253	0.022	0.185	0.124	0.258	0.102
As	-0.198	0.252	-0.036	0.160	0.095	0.039	0.003
Pb	-0.137	0.251	0.017	-0.085	-0.133	0.244	-0.152
Zn	0.166	0.244	-0.184	-0.158	0.285	0.205	0.082
Sb	-0.187	0.238	-0.088	-0.193	-0.199	-0.223	0.122
K	0.062	0.211	0.382	0.078	0.080	0.106	-0.087
Ba	0.170	0.207	0.311	-0.091	-0.291	0.021	-0.091
Mg	0.169	0.055	-0.191	0.412	0.094	-0.046	0.174
Ni	0.171	0.128	-0.297	0.327	-0.147	-0.256	-0.165
Na	0.058	-0.006	0.199	-0.031	0.318	-0.481	0.500