

(5) Mbanga地区, Tore Oest 地区, Tiambi地区

Mbanga地区の地質は弱変成した堆積岩類と火山岩からなる。鉍化帯は東部のMbangaと西部のKongo Mbangaの2か所がある。

Mbangaでは、鉍脈の一般走向はE-W系で、石英脈に少量の硫化鉍物を含む。母岩の変質鉍物の組合せは、火山岩起源の変質岩で石英+緑泥石/モンモリロナイト混合層粘土鉍物+アルバイトである。北部鉍化帯の石英脈露頭の分析値の最高はAu8.46g/t、南西部鉍化帯の変質母岩の分析値はAu67.2g/t、Ag20.2g/tであり、共に高い品位を示す。

Kongo Mbanga鉍化帯は多数の石英細脈からなり、石英細脈の最高品位は、Au58.4g/t、Ag12.1g/t(幅0.1m)の高品位である。

Mbanga地区の鉍化帯には石英脈や母岩に顕著な金の鉍化作用が認められる。また、地化学異常帯がこれらの鉍化帯に重複し、さらに地区外北東に拡がる可能性があることから、非常に有望な鉍化帯であると判断される。

Touré Oest地区及びTiambi地区では、鉍化変質帯の規模や石英脈鉍石帯の規模は大きいですが石英脈の連続性は悪く、金の鉍化作用も弱いため、有望な鉍化帯は期待できない。

(6) 鉍床賦存有望地区

本調査によって得られた鉍床賦存有望地区は以下のとおりである。

①Libiri鉍化帯地区：鉍化変質帯の規模が大きく、Au、As、Sbの地化学異常帯及び第1主成分高得点異常帯が重複しており、既知鉍床周辺部に潜頭鉍床が期待される。

②Koukou Djongou鉍化帯地区：①と同様に、鉍化変質帯と有望な地化学異常帯が重複しており、既知鉍床周辺部に潜頭鉍床が期待される。

③Tchalkan鉍化帯地区：①、②と同様に、鉍化変質帯と有望な地化学異常帯が重複しており、既知鉍床周辺部に潜頭鉍床が期待される。

④Séfa Nangue 地区：金の鉍化が顕著で、有望な既存鉍脈が多数ある。また、周辺部にも潜頭鉍床が期待され、鉍山開発につながる可能性がある。

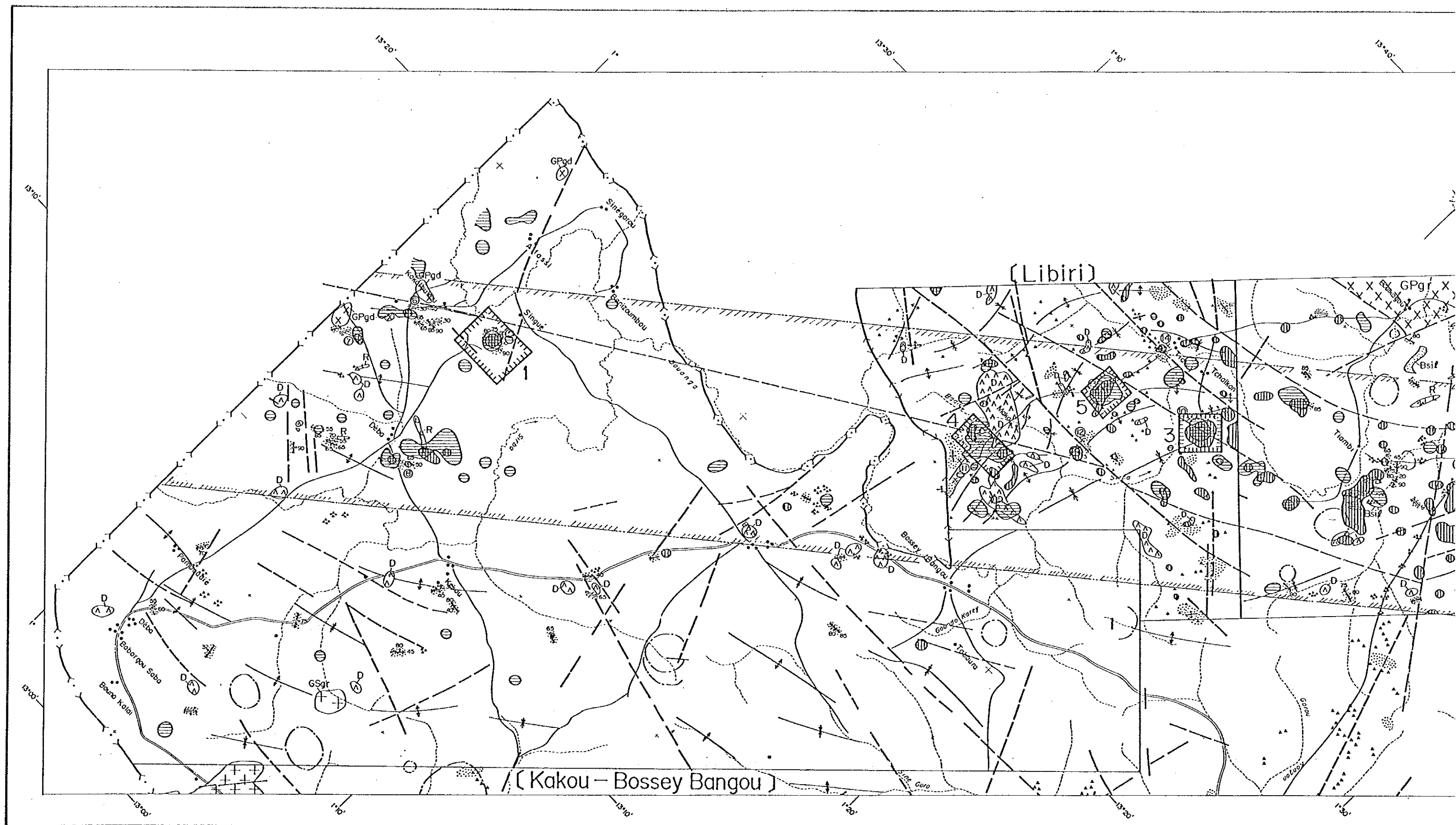
⑤Mbanga地区：Mbanga及びKongo Mbanga鉍化帯を含み、顕著な金の鉍化が認められる。また、有望な地化学異常帯が重複し、さらに地区外北東に連続する可能性がある。

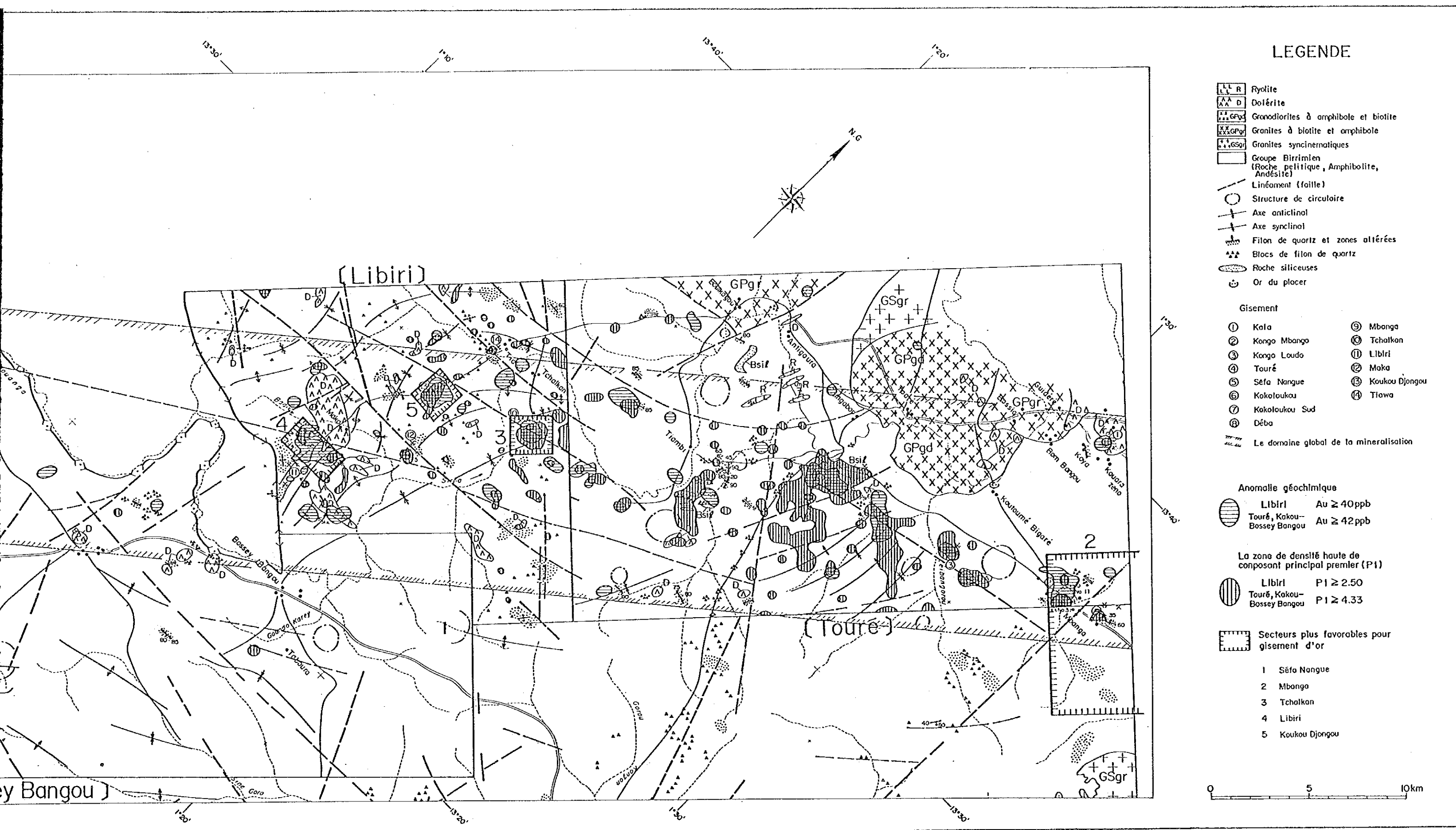
5-2 将来への提言

調査結果に基づいて抽出した鉍床賦存有望地区に対して、今後、更に精密な調査が実施されることを推奨する。

今後調査を実施すべき地区名を優先順位を付して以下に列記し、各地区で実施することが望まれる調査方法とそれぞれの主な調査目的を併せて示した。

優先順位	地区名	調査方法	調査目的
1	Sefa Nangue 地区	地質・鉱床調査（精査） 地化学探査（精査） 物理探査 ボーリング調査	鉱床規模、鉱況調査 及び潜頭鉱床調査
2	Mbanga地区	地質調査（精査） 地化学探査（精査） 物理探査 ボーリング探査	鉱床規模、鉱況調査 及び潜頭鉱床調査
3	Tchalkan鉱化帯地区	地質・鉱床調査（精査） 地化学探査（精査）	鉱況調査及び潜頭鉱 床調査
4	Libiri鉱化帯地区	地質・鉱床調査（精査） 地化学探査（精査）	鉱況調査及び潜頭鉱 床調査
5	Koukou Djongou鉱化帯 地区	地質・鉱床調査（精査） 地化学探査（精査）	鉱況調査及び潜頭鉱 床調査

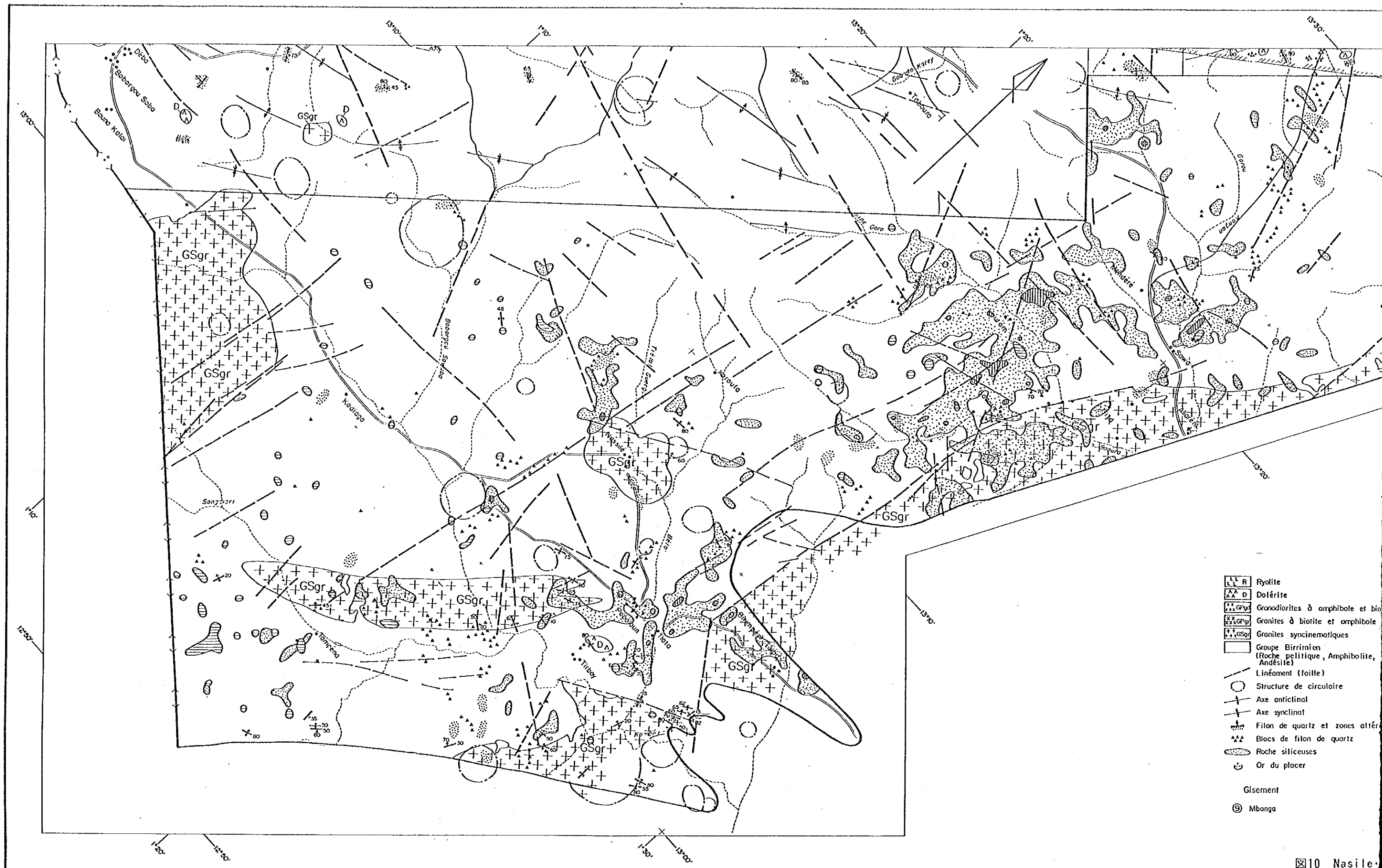




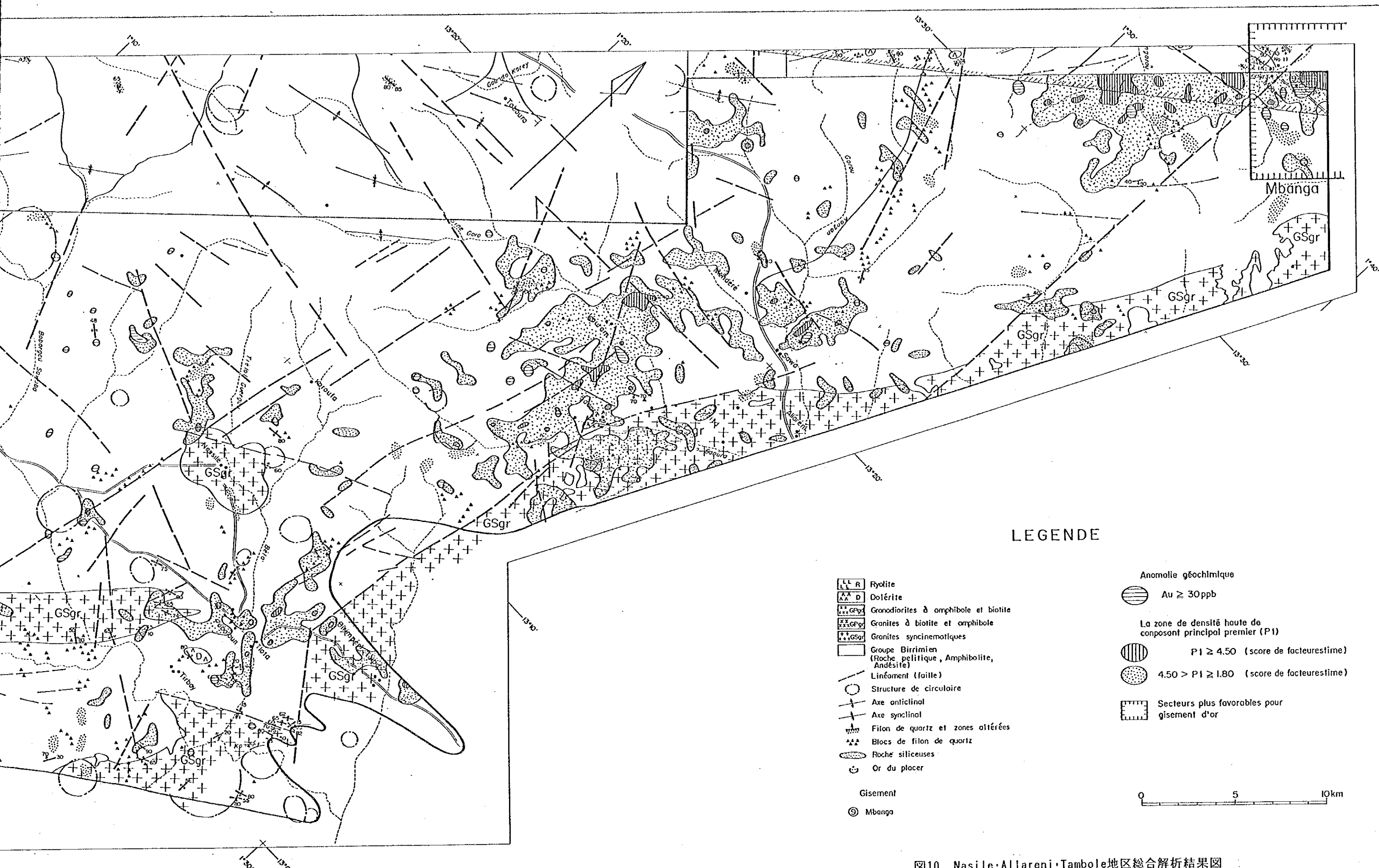
LEGENDE

- Rylite
 - Dolérite
 - Granodiorites à amphibole et biotite
 - Granites à biotite et amphibole
 - Granites syncinématiques
 - Groupe Birrimien (Roche pelitique, Amphibolite, Andésite)
 - Linéament (faille)
 - Structure de circulaire
 - Axe anticlinal
 - Axe synclinal
 - Filon de quartz et zones altérées
 - Blocs de filon de quartz
 - Roche siliceuses
 - Or du placier
- Gisement
- ① Kala
 - ② Kongo Mbanga
 - ③ Kongo Loudo
 - ④ Touré
 - ⑤ Séfa Nangue
 - ⑥ Kakaloukou
 - ⑦ Kakaloukou Sud
 - ⑧ Déba
 - ⑨ Mbanga
 - ⑩ Tchalkan
 - ⑪ Libiri
 - ⑫ Maka
 - ⑬ Koukou Djongou
 - ⑭ Tiwa
- Le domaine global de la mineralisation
- Anomalie géochimique
- Libiri Au \geq 40ppb
 - Touré, Kakou-Bossey Bangou Au \geq 42ppb
- La zone de densité haute de composant principal premier (P1)
- Libiri P1 \geq 2.50
 - Touré, Kakou-Bossey Bangou P1 \geq 4.33
- Secteurs plus favorables pour gisement d'or
- 1 Séfa Nangue
 - 2 Mbanga
 - 3 Tchalkan
 - 4 Libiri
 - 5 Koukou Djongou

図9 Libiri・Séfa Nangue・Déba・Mbanga・Touré Ouest・Tiambi地区総合解析結果図



- Rhyolite
- Dolérite
- Granodiorites à amphibole et bio
- Granites à biotite et amphibole
- Granites synchronématiques
- Groupe Birrimien (Roche pelitique, Amphibolite, Andésite)
- Linéament (faille)
- Structure de circulaire
- Axe anticlinal
- Axe synclinal
- Filon de quartz et zones altéré
- Blocs de filon de quartz
- Roche siliceuses
- Or du placier
- Gisement
- G Mbonga



LEGENDE

- ⬜ R Rhyolite
- ⬜ D Dolérite
- ⬜ GP Granodiorites à amphibole et biotite
- ⬜ GP Granites à biotite et amphibole
- ⬜ GS Granites syncinématiques
- ⬜ Bir Birrimien (Roche pelitique, Amphibolite, Andésite)
- Linéament (faille)
- Structure de circulaire
- ⊕ Axe anticlinal
- ⊖ Axe synclinal
- ⬜ Filon de quartz et zones altérées
- ⬜ Blocs de filon de quartz
- ⬜ Roche siliceuses
- ⊙ Or du placier

- ⊙ Anomalie géochimique
- ⊙ Au ≥ 30ppb
- ⊙ La zone de densité haute de composant principal premier (P1)
- ⊙ P1 ≥ 4.50 (score de facteurstime)
- ⊙ 4.50 > P1 ≥ 1.80 (score de facteurstime)
- ⬜ Secteurs plus favorables pour gisement d'or

Gisement
⊙ Mbanga

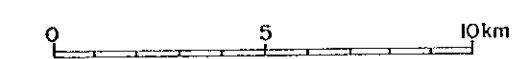


図10 Nasile・Allareni・Tambole地区総合解析結果図

第Ⅱ部 各論

第II部 各 論

第1章 Libiri地区

1-1 調査方法

本地区では、地質調査及び地化学探査を行った。

地質調査は、調査ルート沿いに、特に、石英脈の有無に注意して行った。観察事項は、縮尺1:25,000の地形図上に記載した。調査中は、必要に応じて室内試験用の試料の採取も行った。

調査ルートの設定にあたり、まず、車輛通行可能な道路上に基点を設け、道路の簡易測量を行い、道路の位置を地形図上に記入した。この基点から約500m間隔で、調査範囲内に南北方向又は東西方向に調査ルートを設定した。基点の位置の決定には、GPS (Global Positioning System) を使用した。

地化学探査は、地質調査と並行して行い、調査ルート沿いに、歩測によって500m間隔で試料を採取した。

本地区の調査内容及び調査数量を表11に示す。

表11 Libiri地区調査内容及び調査数量

調 査 内 容	調 査 数 量	
地質調査	調査面積	230km ²
	踏査延長	60km
地化学探査	試料採取件数	800件

1-2 地 質

1-2-1 地質概要

西アフリカ剛塊南東部は、地質構造区分上Baoulé-Mossi地質区と呼ばれ、下部原生界に属するBirrimien 累層群及びその相当層が広く分布する。調査地区を含むニジェール西部及びブルキナファソの全域は、Birrimien累層群がNNE-SSW~NE-SWに伸長した多数の小堆積盆を形成し、Baoulé-Mossi地質区の中でも、Basin and Mole地質亜区に細分される。当地質亜区のBirrimien累層群は、火山岩類を主体とし碎屑性堆積岩類を伴う下部と、フレッシュからなる上部に区分される。

また、当地質亜区ではEburnian II 構造-熱時相が顕著に認められる。この時相は、造山時花崗岩類の形成・貫入及びBirrimien累層群のN-S~NE-SW走向の褶曲構造で特徴づけられる。変成相は、緑色片岩相から角閃岩相が一般的である。

Libiri地区の地質図及び地質断面図を図11に地質模式層序図を図12に示す。

Ere	Formation	Symbole	Colonne	Facies de roche	Minéralisation	Tectono-metamorphique
Cénozoïque	Alluvions	a		Dunes	↑ Au ↑ Ag	↑ Failles ↓ Metamorphique (Eburnian II)
	Latérite	La		Latérite		
Protérozoïque inférieur	Roches intrusives	D		Dolérite-Gabbro		
	Groupe du Birrimien supérieur	Bdc		Dacite-Andésite (lave, tuf)		
		Bbs		Basalt (lave)		
		Bsil		Roche silicifiée		
		Bsp 2		Schiste argileux		
Bsp 1		Schiste gréseux				

図12 Libiri地区地質模式層序図

Libiri地区では、Birrimien累層群上部に相当する砂質片岩と泥質片岩が広く分布し、少量の珪質片岩と火山岩類を伴う。調査地区全域で、NE-SW走向の褶曲構造が顕著に発達し、変成相は、緑色片岩相を示す。また、ドレライトの大小の貫入岩が認められるが、変成作用をほとんど受けていないことから、Eburnian II 構造-熱時相以後に貫入したものと推定される。ドレライトの貫入後、E-Wの断層・断裂系がLibiri地区全域で形成された。当地区では、金を伴う石英脈を主とする鉍化作用が顕著に認められるが、その分布・産状及び裂罅系から、鉍化作用はE-W方向の断層系の形成と密接に関連する可能性が強い。

1-2-2 Birrimien累層群

Birrimien累層群の模式地は、ガーナ北西部、Birrim谷で、本調査地区のはるか南西方に位置するが、原生代前期にBaoulé-Mossi地質区全域に起こった2つの構造-熱時相を時間面として使うことにより、本地域のBasin構造を成す堆積物を模式地のBirrimien層群に対比できる。



图11 Libiri地区地質圖及び地質断面圖

Libiri地区では、砂質片岩と泥質片岩を主体とし、少量の珪質片岩と変火山岩類（玄武岩質・安山岩質・石英安山岩質）の火山岩も認められる。

(1) 砂質片岩

本地区全域に広範囲に分布する。褐灰色～褐色を呈し、片状組織が顕著に発達する中粒砂岩を主体とする。泥質片岩と互層を形成し、級化構造が認められる場合もあるが、一般に片理が発達し、著しく風化を受けているため、その構造の詳細は明かではない。鏡下での特徴は次のとおりである。

岩石名 : 砂質片岩

試料番号 : LRZ-17

採取位置 : Maka部落東方10km

岩石の特徴 : 肉眼で赤褐色～褐灰色を呈する中粒砂質片岩である。鏡下では粒径0.1-0.6mmの赤鉄鉱・石英と、この粒間を埋める0.02-0.06mmの白雲母の結晶からなる。ワック質砂岩が変成を受けたものと解釈される。

(2) 泥質片岩

砂質片岩と共に本地区全域に広く分布する。黒色又は暗灰色を呈し、片状組織が極めて顕著に発達する。風化に対する抵抗性は小さく、露頭では概ね灰白色に脱色した千枚状の風化岩として認められる。しばしば、砂質岩や酸性凝灰岩の薄層を伴い、その層理面は片理面と一致する。特に、砂質片岩層とは互層を形成することが多く、フリッシュに似た岩相を呈することもある。

(3) 珪質片岩

Maka部落北西4km地点及びTyawa部落北方1km地点の2か所で認められる。黒色又は暗灰色を呈し、弱い片状構造を有する。全体的にやや泥質である。地層の連続性に乏しいことから、局部的に堆積したレンズ状の泥質チャートが原岩と考えられる。

(4) 火山岩類

砂質片岩と泥質片岩中に狭在する。層厚は最大200m前後で地層の連続性に乏しい。玄武岩溶岩と石英安山岩～安山岩質凝灰岩からなる。

玄武岩は、暗灰色～暗褐色を呈する細粒・塊状の岩体で、変成作用により形成されたものと推定される黒色及び褐色の薄い縞模様が発達する。極めて細粒であるため、構成鉱物や組織は肉眼で識別できない。鏡下での特徴は次のとおりである。

岩石名 : 変成玄武岩

試料番号 : LRZ-22

採取位置 : Maka部落東方3km

岩石の特徴 : 極めて微細(0.02-0.04mm)な鉱物の集合からなる。構成鉱物は、白チタン石、鉄に富む白雲母からなり、縞状部は微細な赤鉄鉱からなる変成作用を強く受けているため原岩は不明であるが、石英や長石が認められないことから、苦鉄質火山岩類

が変成したものと考えられる。

石英安山岩は、Sirba川東岸に小規模に分布する。灰色を呈する塊状緻密な細粒岩で褐色の縞が発達する。珪化変質及び変成作用を受けているため、原岩の正確な把握は困難であるが、細粒の珪長質火砕岩と推定される。

安山岩は、Tiawa北方3kmに分布する。上述の石英安山岩に密接に伴うこと、その分布が小規模であることから、地質図では両者を一括した。岩相は、緑灰色を呈する片岩からなり、5mm前後の泥質のパッチを含む。肉眼では、安山岩質細粒凝灰岩が原岩と判断されるが、強く変質を受けている為、詳細は不明である。鏡下での特徴は次のとおりである。

岩石名 : 変質安山岩

試料番号 : LRZ-10

採取位置 : Tiawa北方3km

岩石の特徴 : 斑状組織を示す。斑晶は0.5mm前後の斜長石、普通角閃石(?)からなる。普通角閃石は緑泥石に完全に交代されている。石基は、斜長石、緑れん石及び緑泥石の微細な結晶の集合からなる。全体的に変質が進行している。

1-2-3 貫入岩類

(1) 貫入岩類

貫入岩類は、ハンレイ岩、ドレライト、玄武岩などの苦鉄質岩を主体とし、若干の閃緑岩を伴う。これらの分布と岩石の特徴(薄片観察、全岩化学組成)から判断して、地質図では、苦鉄質貫入岩として一括して表現した。

貫入岩類は、Libiri地区において13か所で認められた。1岩体の大きさは通常1,000m×300m程度で、当地区全域で散点的に分布する。最も大きな岩体は、Maka部落に分布するもので、3,500m×1500mに達する。平面形状はいづれも不規則的な楕円形を示し、周囲の片岩の構造とは非調和的な形状を有することから、ストックと考えるのが妥当である。

岩相は、暗黒色～暗灰色を呈し、完晶質・等粒状組織を有するドレライト～ハンレイ岩を主体とする。細粒である場合は玄武岩に、やや珪長質である場合は閃緑岩に区分される。一部の例外を除き、変成は極めて微弱、もしくは、まったく受けていない。代表的なドレライトの鏡下での特徴は次のとおりである。

岩石名 : 両輝石ドレライト(～ハンレイ岩)

試料番号 : LRB-6

採取位置 : Maka部落

岩石の特徴 : 肉眼で、暗黒色を呈する塊状・完晶質の岩石である。鏡下では、全体的に等粒状であるが、幾分斑状組織も有している。また、オフィティック組織が顕著に認められる。斑晶として、斜長石>>斜方輝石>単斜輝石が認められる。斜長石は大きさ

2.0-3.5mmで自形, 多くは, 曹灰長石からなる。輝石は大きさ1.5-2.0mmで自形～半自形, 単斜輝石が斜方輝石の縁を囲むことが多い。石基は斜長石>単斜輝石>斜方輝石>>不透明鉱物からなる。斜長石は大きさ0.5-1.5mmで短柱状自形, 単斜輝石は大きさ0.4-0.8mmで半自形, 斜方輝石は大きさ0.5-0.8mmで柱状自形を示す。不透明鉱物は, 0.6mm以下の柱状の結晶で単斜輝石と共生する。

代表的な玄武岩の鏡下での特徴は次のとおりである。

岩石名 : 両輝石玄武岩

試料番号 : LRB-13

採取位置 : Maka部落西方6.5Km

岩石の特徴 : 肉眼で, 暗黒色を呈する細粒緻密な塊状岩である。鏡下では, ハイアロオフィティック組織又はガラス基流晶質組織が発達し, 無斑晶岩に近い。構成鉱物は, 斜長石>>単斜輝石>斜方輝石からなる。斜長石は大きさ0.1-0.2mmで自形, 単斜輝石は大きさ0.02-0.20mmで他形, 斜方輝石は大きさ0.2-0.4mmで長柱状半自形を示す。

以上に示した2種の岩相が代表的な物であるが, 他に両輝石石英閃緑岩, カンラン石, 玄武岩及び弱変成両輝石ハンレイ岩なども産出する。

(2) 貫入岩類の化学組成

調査地区に分布する貫入岩類から, 代表的な試料を採集し化学分析を行った。これらの岩石の化学組成及びC. I. P. W. ノルム組成を表12に示す。

表12 Libiri地区の貫入岩類の化学組成

No.	LRA 15	LRB 5	LRB 6	LRB 13	LRZ 7	LRZ 16	LRZ 18
SiO ₂	46.77	47.37	50.55	53.27	51.01	48.61	46.33
TiO ₂	2.45	1.97	0.89	1.06	0.88	1.24	0.96
Al ₂ O ₃	14.49	14.13	13.90	14.42	13.65	16.01	14.42
Fe ₂ O ₃	4.96	3.26	2.31	2.09	2.59	3.06	2.19
FeO	9.13	9.95	8.19	8.21	8.03	7.12	8.91
MnO	0.19	0.19	0.16	0.14	0.16	0.16	0.18
MgO	5.35	5.94	8.03	4.58	8.09	5.21	7.98
BaO	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.00
CaO	9.20	9.40	9.03	8.23	8.70	10.74	10.83
Na ₂ O	2.60	2.75	1.91	2.17	2.20	2.95	1.94
K ₂ O	1.11	1.12	1.00	1.59	1.19	0.33	0.14
P ₂ O ₅	0.13	0.11	0.01	0.04	0.05	0.08	0.04
H ₂ O-	0.10	0.07	0.16	0.14	0.16	0.11	0.06
LOI	0.28	0.21	0.85	0.76	0.07	2.31	2.59
TOTAL	96.78	96.79	97.01	96.74	97.50	97.95	96.57
Qz	0.35	0.00	2.82	8.18	1.97	0.65	0.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Or	6.56	6.62	5.91	9.40	7.03	1.95	0.83
Ab	22.00	23.27	16.16	18.36	18.62	24.96	16.42
An	24.59	23.72	26.40	24.91	23.85	29.47	30.22
Wo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Di	16.53	18.15	15.00	12.85	15.53	19.05	18.98
Hy	14.21	8.60	24.86	16.32	24.34	12.45	18.29
Ol	0.00	6.98	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10
Mt	7.20	4.73	3.35	3.02	3.75	4.43	3.17
Hm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Il	4.65	3.74	1.69	2.01	1.67	2.36	1.82
Ap	0.30	0.25	0.02	0.09	0.12	0.19	0.09
TOTAL	96.38	96.06	96.21	95.14	96.88	95.50	93.92

表12に示すように、本地区の貫入岩類は SiO_2 46.3-53.3 %で、いずれも苦鉄質岩である。ノルム鉱物は、カンラン石+斜方輝石+斜長石又は単斜輝石+斜方輝石+斜長石+石英の組合せを示し、Yoder・Tilley(1962)の玄武岩の区分に従うと、前者はカンラン石ソレイト、後者はシリカに過飽和なソレイトに相当する。

貫入岩類の化学組成上の特徴を知るために、 $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ 図 (図13)、MFA図 (図14)、 $\text{SiO}_2 - \text{FeO}^* / \text{MgO}$ 図 (図15) 及び $\text{FeO}^* - \text{FeO}^* / \text{MgO}$ 図 (図16) に分析値をプロットした。 $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ 図で、E. A. K. Middlemost(1972)の区分に従うと、全試料が非アルカリ玄武岩の領域にプロットされる。さらに、MFA図、 $\text{SiO}_2 - \text{FeO}^* / \text{MgO}$ 図及び $\text{FeO}^* - \text{FeO}^* / \text{MgO}$ 図によれば、これらはソレイト系列に属している。

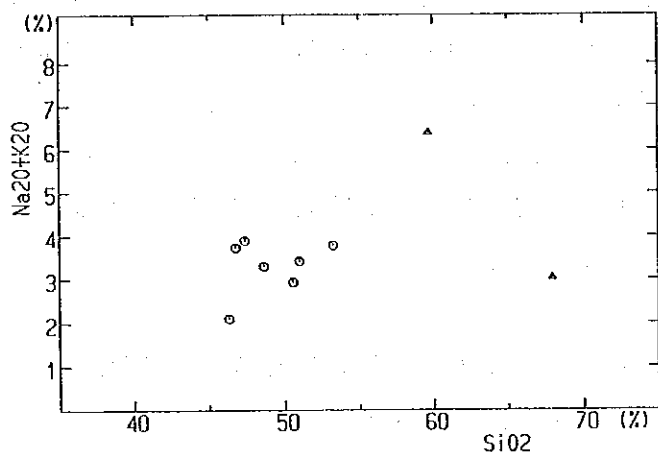


図13 $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ 図 (Libiri地区)

○ : Roche intrusive, △ : Groupe du Birrimien supérieur

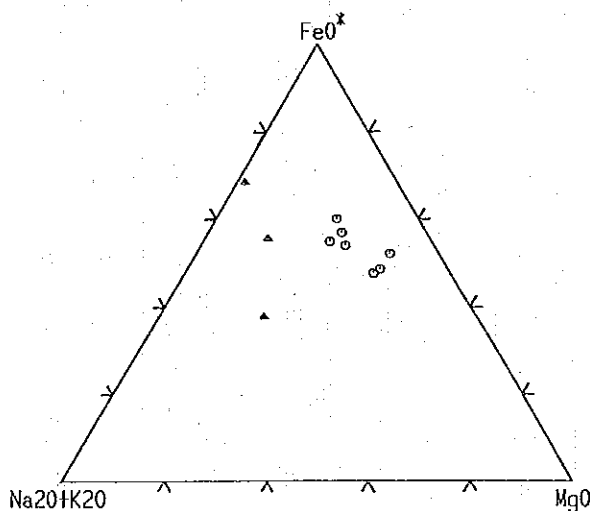


図14 MFA図 (Libiri地区)

○ : Roche intrusive, △ : Groupe du Birrimien supérieur

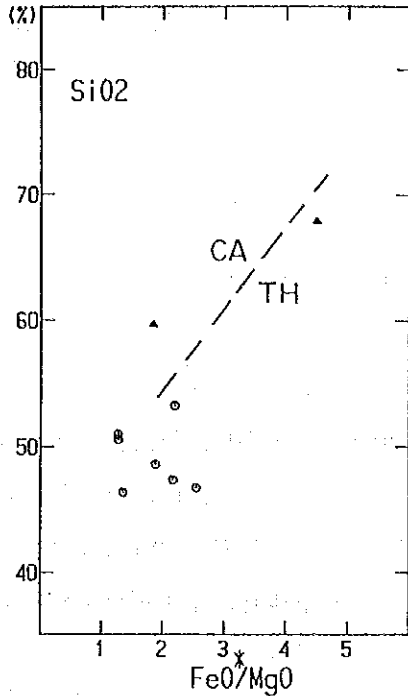


図15 SiO₂ - FeO* / MgO図 (Libiri地区)

○ : Roche intrusives, △ : Group de Birrimien superieur
 CA : Sene calcoalcaline, TH : Serie
 tholeitique (Miyashiro Kushiro(1974))

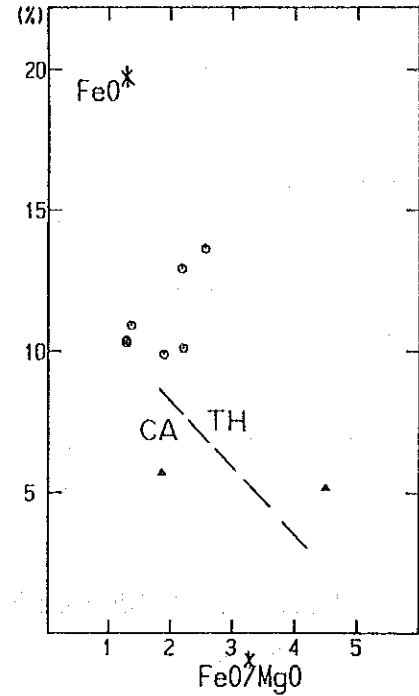


図16 FeO* - FeO* / MgO図 (Libiri地区)

○ : Roche intrusives, △ : Group de Birrimien superieur
 CA : Sene calcoalcaline, TH : Serie
 tholeitique (Miyashiro Kushiro(1974))

Libiri地区の貫入岩類の産状、肉眼・鏡下での観察結果及び全岩化学組成から、次の事実が明らかとなった。すなわち、貫入岩は、1,000m×300m～3,500m×1500mのストック状のドレライトを主とする苦鉄質岩で、変成作用はほとんど受けていない。完晶質で粗粒の岩体は両輝石ドレライト～ハンレイ岩からなり、細粒の岩体は無斑晶質の両輝石玄武岩からなる。一部にカンラン石玄武岩と石英閃緑岩も含む。全岩化学組成によれば、当地域の貫入岩は概ね類似しており、大きな差異は認められない。岩石系列はソレイト系列に属しているものと考えられる。

1-2-4 第四系

第三紀?～現世のラテライト層及び現世の沖積層からなる。

ラテライト層は、当地区全域を広く覆う。地質図では、特に厚く発達している台地にだけラテライト層を表現し、他は割愛した。

本層は暗褐色～暗赤褐色の風化礫を多量に含み、これらが暗褐色の膠結物質で固着している。礫径はφ0.5-5.0cm程度で、礫種は基盤岩を反映し、砂質片岩・泥質片岩・ドレライトなどからなる。鉱化帯では、石英脈が礫として多量に認められることもある。

層厚の詳細は不明である。幾つかの鉱山のピットでは、0.3-1.5m程度であった。本層の下部には、厚さ数mの白色の強風化帯が発達することが多い。台地におけるラテライト層の層厚は、地表踏査による推定では5m以上と見積もられる。

沖積層は河床堆積物として、Sirba川沿いに巾300m程度の拡がりを有して発達する。主に淡褐色の中粒砂や灰色の細粒砂からなり、少量の礫を含む。

1-2-5 地質構造

(1) 地質構造

Birimien累層群は、NE-SW方向に軸を有する褶曲構造と、E-W方向に発達する断層で特徴づけられる。

本累層群の層理面の傾斜は40-70°を示し、その走向は露頭毎に大きく変化する。褶曲軸は、NE-SW又はNNE-SSW方向を示し、北方へプレンジしている。褶曲軸の走向は、Libiri地区南方から同地区北方に向かってしだいに東側へ湾曲する傾向が認められる。すなわち、Libiri地区南方ではNNE-SSW方向を示している軸が、北方のTiawaでは、次第にNE-SW又はENE-WSWに変化する。

Libiri地区内の比較的規模の大きなリニアメント（ランドサット画像、空中写真判読による）に、E-W系、NW-SE系及びNNE-SSW系がある。このうち、①地表地質調査により転移を伴っていると推定されるもの、②長大なもの、③特に明瞭なものを断層と推定し、地質図に示した。その結果、特に、E-W系の断層が本地区内で最も顕著に発達し、ついで、NW-SE系の断層が発達することが明らかになった。

E-W系断層は計5本認められるが、この中で北端に位置する断層（No.2断層）と南端に位置する断層（No.6断層）は、第1年次報告書でも指摘されている主要な断層である。以下にその概要を述べる。

No.2断層：Dingabonから南に凹に湾曲しながら、Tiawa北方まで少なくとも20Km以上連続する。ランドサット画像で非常に明瞭なリニアメントとして現れる。地質の分布状況から左横ずれのセンスを持つものと推定される。

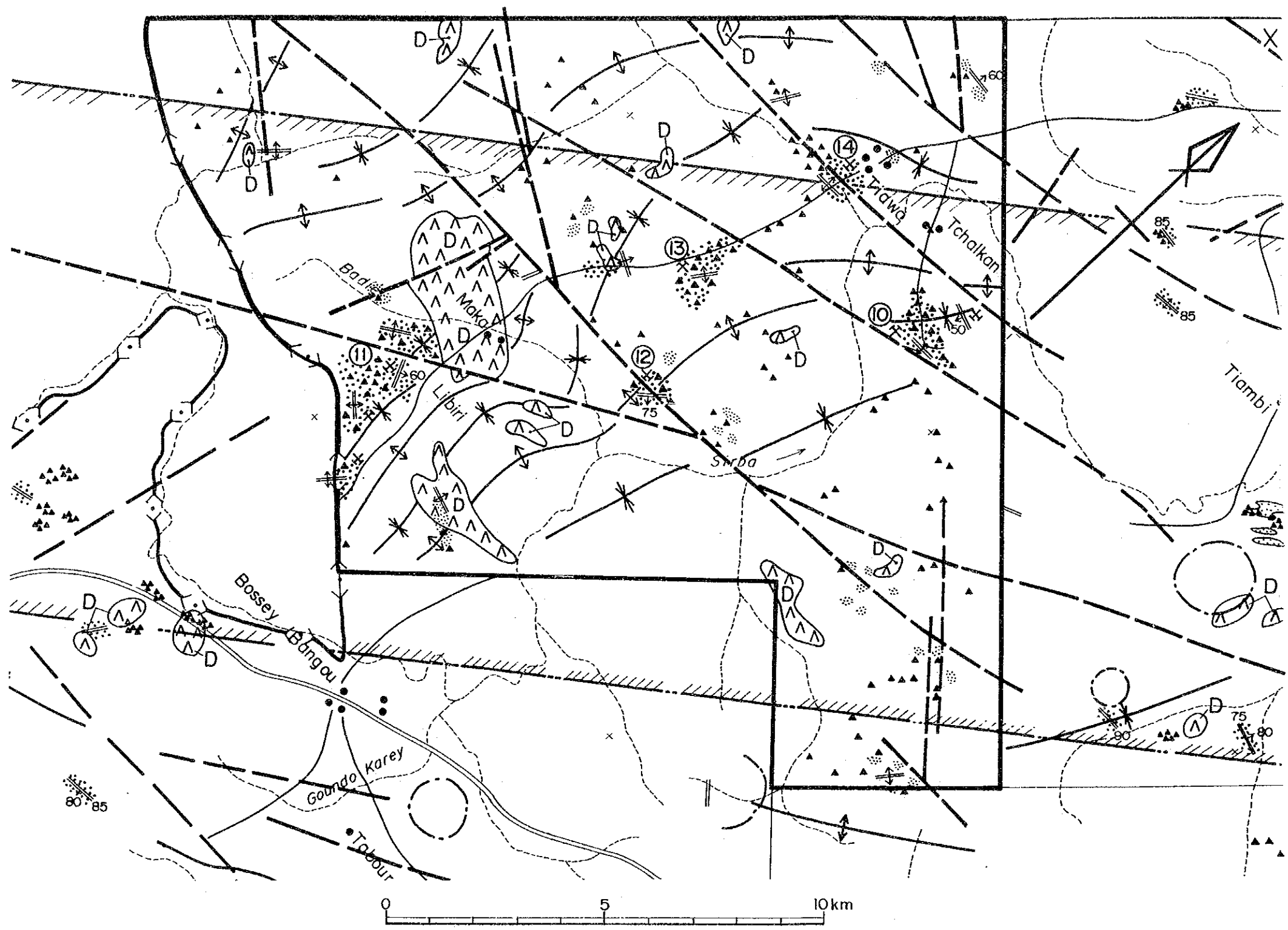
No.6断層：KokoloukouからMaka南部をへてWaganonまで約50Km以上連続する。ランドサット画像で明瞭なリニアメントとして認められ、地質の分布状況から左横ずれのセンスを持つものと推定される。

以上の2本の断層と平行し、同様のE-W系断層がこれらの間に3本認められるが、連続性は前者に比べて小さいものと推定される。

NW-SE系の断層は、E-W系断層に比べ変位量・連続性共に小さい。Sirba川右岸、Maka北部及びLibiri地区西端部に発達し、連続性は6 Km程度と推定される。

(2) 貫入岩の分布様式及び形成時期

ドレライトのストックの形成時期についての詳細は不明である。変成作用をほとんど受けていないこと、NW-SE系の断層に切られること、鉍化変質作用を受けていることなどから推定すれば、主要な変成作用の後、鉍化終了時及び断層形成時より前に貫入したものと考えられる。また、ストックの分布状況と基盤の地質構造（断層・褶曲）の間に明瞭な関連が認められないことは、基盤の主要な変形時期と貫入時期が大きく異なることを示しているのかもしれない。



- LEGENDE
- Dolérite
 - Groupe Birrimien (Roche pelitique, Amphibolite, Andésite)
 - Linéament (faille)
 - Structure de circulaire
 - Axe anticlinal
 - Axe synclinal
 - Filon de quartz et zones altérées
 - Blocs de filon de quartz
 - Mine (en cours d'extraction)
 - Mine (extraite)
- Gisement
- ⑩ Tchalkan
 - ⑪ Libiri
 - ⑫ Maka
 - ⑬ Koukou Djongou
 - ⑭ Tiawa
- Le domaine global de la mineralisation

图17 Libiri地区鈦化・變質帶位置圖

1-2-6 鉍化帯

本年度の調査の結果、本地区内で5か所の金鉍化帯及び多数の石英脈や脈石英の転石帯が確認された。これらの鉍化帯や石英脈は、原生代の堆積岩類及び火山岩類の分布域に見られ、稼行実績のあるものが多い。各鉍化帯及び石英転石帯の位置を図17に示す。

各鉍化帯の特徴は以下のとおりである。

(1) Libiri鉍化帯

位置 Libiri集落の南南西方 2.3km, 北緯13' 24' 9", 東経 1' 15' 1" に位置する。

地質 原生代Birrimien系の砂質片岩及び泥質片岩からなる。

鉍化帯 本鉍化帯は、石英脈沿いに、N30' W方向に、幅約10m, 延長300mで採掘されているが、現在は放置されている。

鉍化帯は、幅0.5-1.5m, 延長300mの比較的連続性の良い石英脈からなる。石英脈は、走向N 0-20' E, 傾斜35-60' Eを示し、母岩の片理面にほぼ一致して生成している(図18)。石英脈は淡褐色で、硫化物をほとんど含まない。石英脈中の金含有量は、一般に1-2g/tであるが、局部的に10g/t以上の富鉍部が発達する。母岩の変質鉍物は、多量の石英・カオリナイト、ついで絹雲母である。

本鉍化帯の鉍石分析結果を表13に示す。

表13 Libiri鉍化帯の鉍石分析結果

試料 番号	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	採取幅 (m)
L I F 1	0.14	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	0.50
3	0.82	<0.5	0.01	0.01	0.01	0.50
6	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	1.00
8	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	0.10
9	1.10	<0.5	0.01	<0.01	<0.01	0.50
10	0.48	0.5	0.01	<0.01	<0.01	0.60
11	2.40	0.5	<0.01	<0.01	<0.01	0.50
12	11.90	1.3	<0.01	0.01	<0.01	0.50
13	0.34	0.6	<0.01	<0.01	<0.01	0.40
14	1.65	0.6	<0.01	<0.01	<0.01	1.00
15	0.75	0.5	<0.01	<0.01	<0.01	1.80

また、本鉍化帯の南方1km, 南東方2.5km及び北北東方1kmにも、金鉍化帯が認められた。小規模に採掘されたものばかりで、現在放置されているものが多いが、南方1kmの鉍化帯では、現

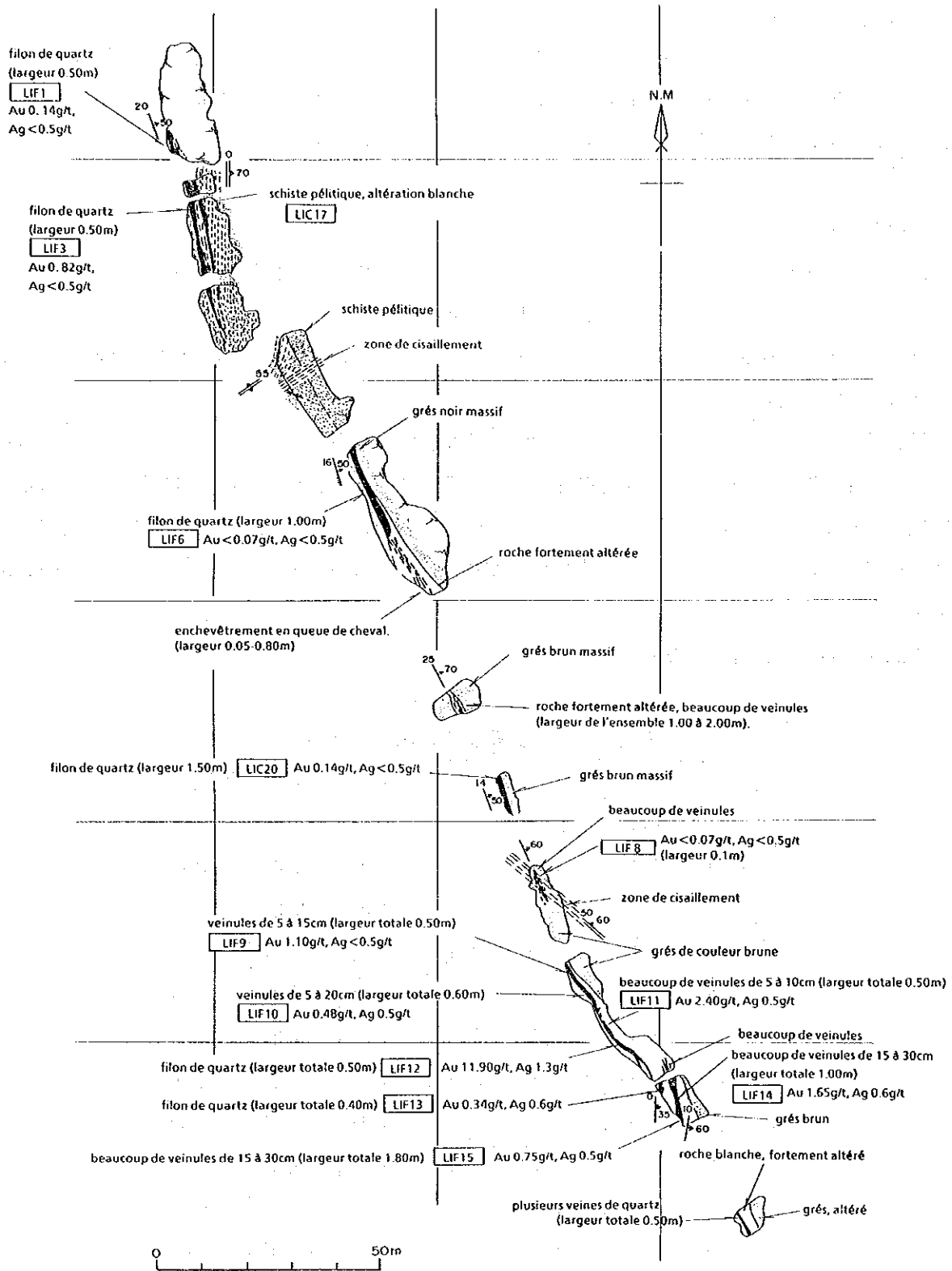


図18 Libiri鉱化帯スケッチ

在数10人が手掘り採掘を行っている。

いずれの鉍化帯も、変質が著しく、絹雲母及びカオリナイトの発達が顕著で、鉍化母岩が不明である。鉍化帯は、網状石英脈を伴う白色粘土化変質帯で、金はこの網状石英脈中に含まれ、低品位である。

各鉍化帯の分析結果は、表14のとおりである。

表14 Libiri鉍化帯周辺の鉍石分析結果

試料 番号	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	採取幅 (m)
LRZ 4	0.14	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	0.60
5	1.37	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	鉍石
6	0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	0.30

(2) Maka鉍化帯

位置 Libiri集落の北東方3.5km、北緯13°26'6"、東経1°17'25"に位置する。

地質 鉍化帯付近は粘土化変質が著しいため源岩が不明であるが、片理面が認められることから、原生代の堆積岩類の片岩の分布域と推定される。

鉍化帯 本鉍化帯は、近年発見されたもので、現在数10人が手掘り採掘を行っている。

鉍化帯は、幅10cm以下の石英細脈を伴う粘土化変質帯からなり、脈幅1-2m、延長60m以上である(図19)。石英細脈は乳白色で、走向N50-65°E、傾斜65-80°Sを示し、硫化物を含まない。石英細脈中の金含有量は、一般に1-2g/tである。母岩の変質鉍物は、多量の絹雲母・カオリナイト・石英及び少量のパラゴナイトである。

本鉍化帯の鉍石分析結果を表15に示す。

表15 Maka鉍化帯の鉍石分析結果

試料 番号	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	採取幅 (m)
MAG 1	1.03	<0.5	<0.01	<0.01	0.01	0.05
2	0.21	<0.5	0.01	<0.01	0.01	0.20
3	0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	0.30
4	1.58	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	2.00
5	0.41	<0.5	0.01	<0.01	0.01	1.00
6	0.69	<0.5	0.01	<0.01	0.02	0.20
MAC21	0.21	<0.5	0.01	<0.01	0.01	0.30

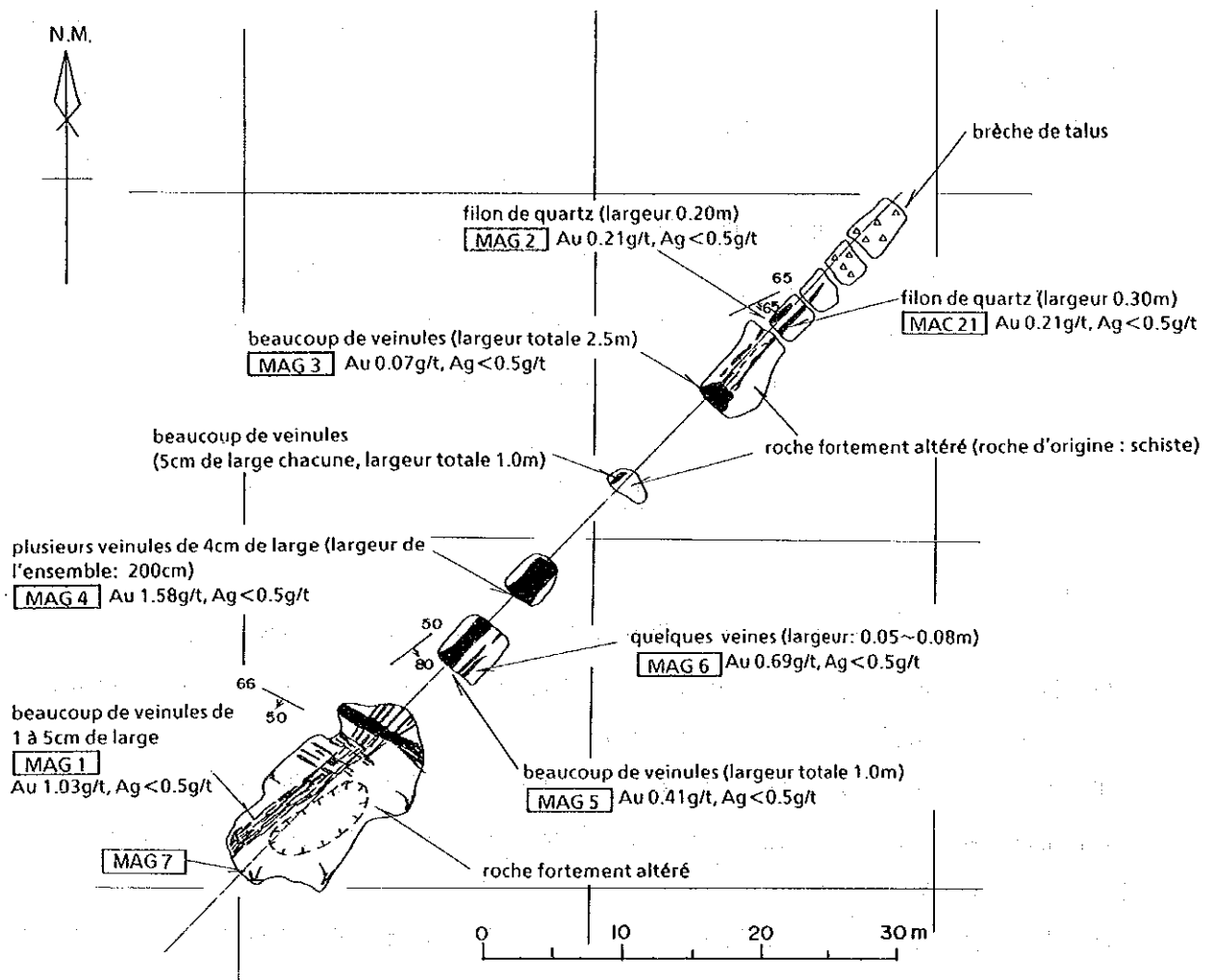


図19 Maka鉍化帯スケッチ

(3) Koukou Djongou鉍化帯

位置 Libiri集落の北北東方5km, 北緯13' 27' 33', 東経1' 16' 39' に位置する。

地質 原生代Birrimien系の砂質片岩からなる。

鉍化帯 本鉍化帯は、ピットでN30' Eの方向に幅約5.0m, 延長350mの範囲で採掘されているが、現在は放置されている。

鉍化母岩は、厚さ数cmの泥質レンズを挟む弱変質の砂質片岩である。鉍化帯は、幅10cm以下の石英細脈を伴う白色粘土化変質帯からなる。石英細脈は乳白色、走向N 0-30' Wで西に急斜し、母岩の片理面に平行に生成している。北限地域では、石英脈がばらけてまとまりがない(図20)。石英細脈中の金含有量は、2-7g/tである。

なお、本鉱化帯の西方では、表層堆積物中の砂金採掘が、現在活発に行われている。
本鉱化帯の鉱石分析結果を表16に示す。

表16 Koukou Djongou鉱化帯の鉱石分析結果

試料 番号	A u (g/t)	A g (g/t)	C u (%)	P b (%)	Z n (%)	採取幅 (m)
KUG 8	7.05	2.6	<0.01	<0.01	0.04	0.30
9	2.06	<0.5	0.02	<0.01	0.02	0.50
11	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	母岩
12	<0.07	<0.5	0.01	<0.01	0.02	母岩
13	0.07	<0.5	0.01	<0.01	0.04	母岩

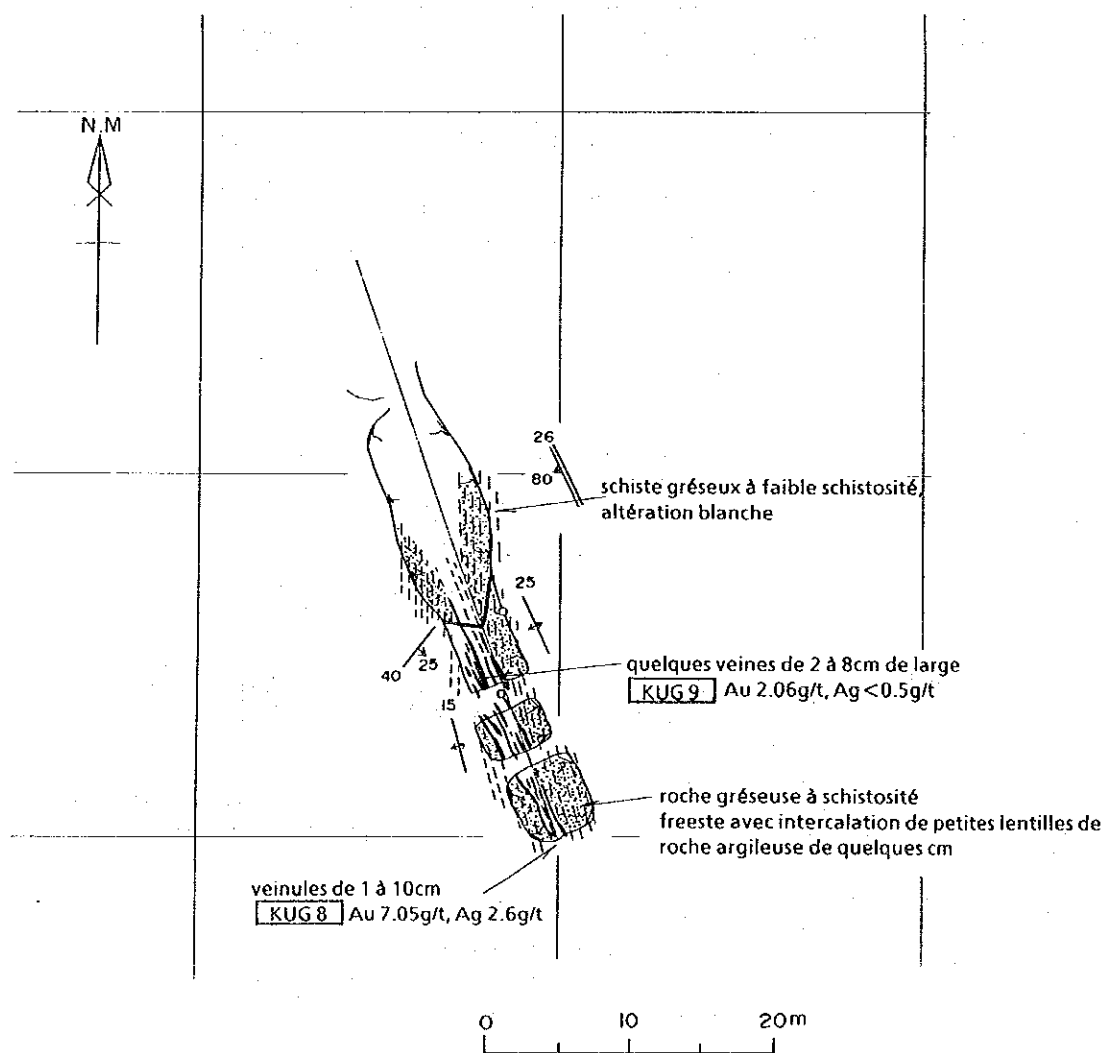


図20 Koukou Djongou鉱化帯主要部スケッチ

(4) Tiawa 鉍化帯

位置 Tiawa集落の南方1.0km, 北緯13' 29' 31', 東経1' 17' 10' に位置する。

地質 原生代Birrimien系の堆積岩類からなる。

鉍化帯 本鉍化帯は, 最近発見されたもので, 現在数人で手掘り採掘が行われている。

鉍化母岩は主として泥質雲母片岩であり, 片理面の走向はN45-80' Eで, 南又は北へ急斜する。鉍化帯は, 幅0.05-0.20mの石英細脈を伴う白色粘土化変質帯である。石英脈には, 走向N70' E・傾斜60' S又は走向N70' W・傾斜40' Nを示すもの及び走向NS, 傾斜70' Wを示すものの2方向が見られ, 母岩の片理面に斜交して生成している(図21)。石英脈中の金含有量は, 一般に1g/tである。母岩の変質は弱い絹雲母化・カオリン化などである。

本鉍化帯の鉍石分析結果を表17に示す。

表17 Tiawa 鉍化帯の鉍石分析結果

試料 番号	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	採取幅 (m)
TWG15	0.14	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	0.20
17	1.10	<0.5	0.01	<0.01	<0.01	0.15
18	0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	転石

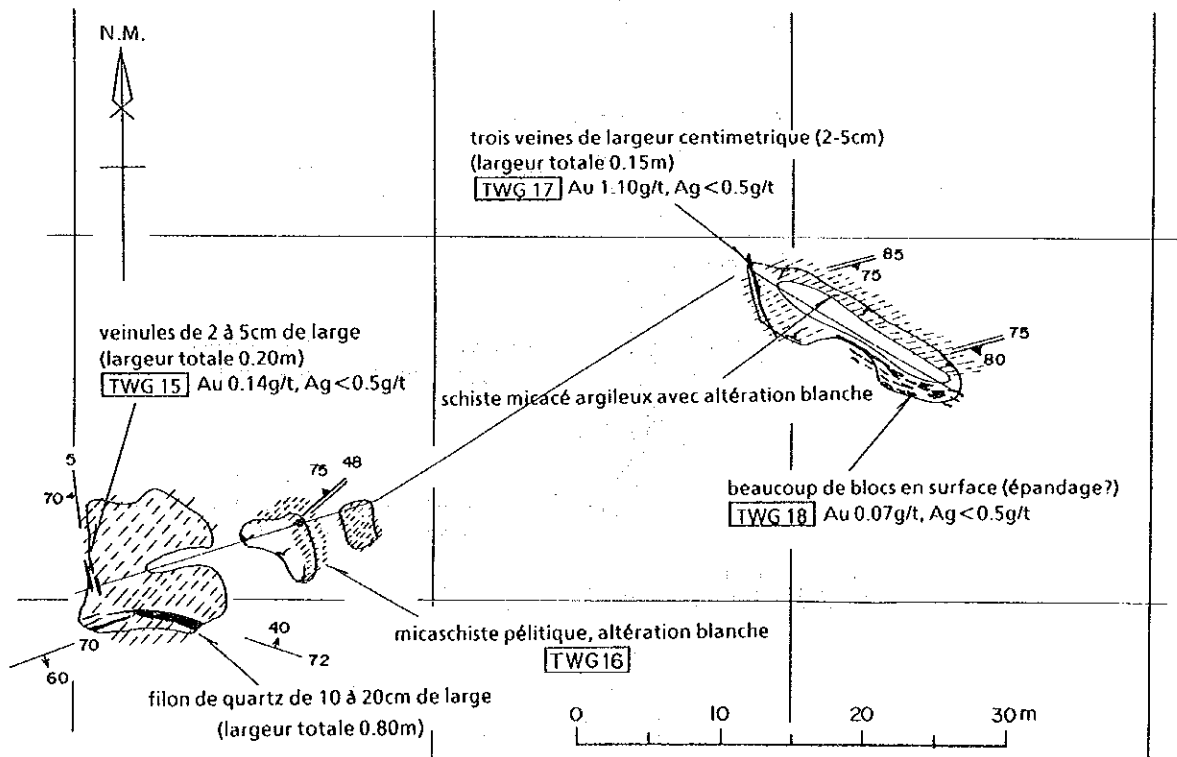


図21 Tiawa 鉍化帯スケッチ

(5) Tchalkan 鉍化帯

位置 Tiawa集落の西南西方4.5km, 北緯13' 29' 5", 東経1' 19' 27' に位置する。

地質 原生代Birrimien系の泥質片岩からなる。

鉍化帯 本鉍化帯は, Libiri地区のなかで, 最も規模の大きい鉍化帯である。4年前に発見され, 現在労働者数100人でピットによる採掘が大規模に行われている。

鉍化帯は, 東部と西部にわけられ, 幅数cm-数10cmの石英細脈を多量に伴う白色粘土化変質帯からなる。石英細脈は乳白色, 鉍化母岩である泥質片岩の片理に調和的に生成している。東部の石英細脈は, 走向N40-80' W及び走向N0-30' Wを示し急傾斜であり(図22), 西部の石英細脈は, 走向N80' Wを示し南へ急斜する(図23)。石英脈中の金含有量は, 一般に3-5g/tである。母岩の変質鉍物の組合せは, 絹雲母-石英-カオリナイトである。

本鉍化帯の鉍石分析結果を表18に示す。

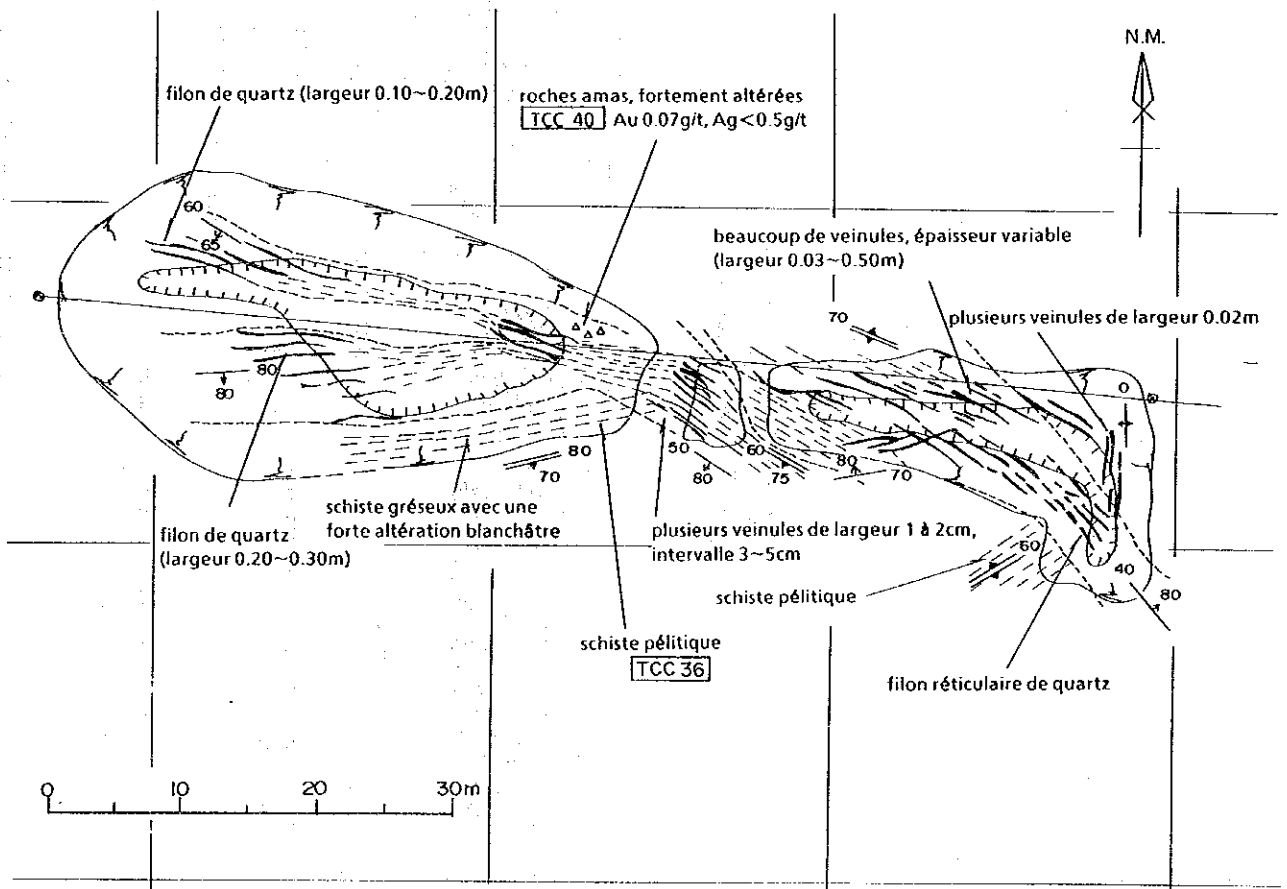


図22 東部Tchalkan鉍化帯スケッチ

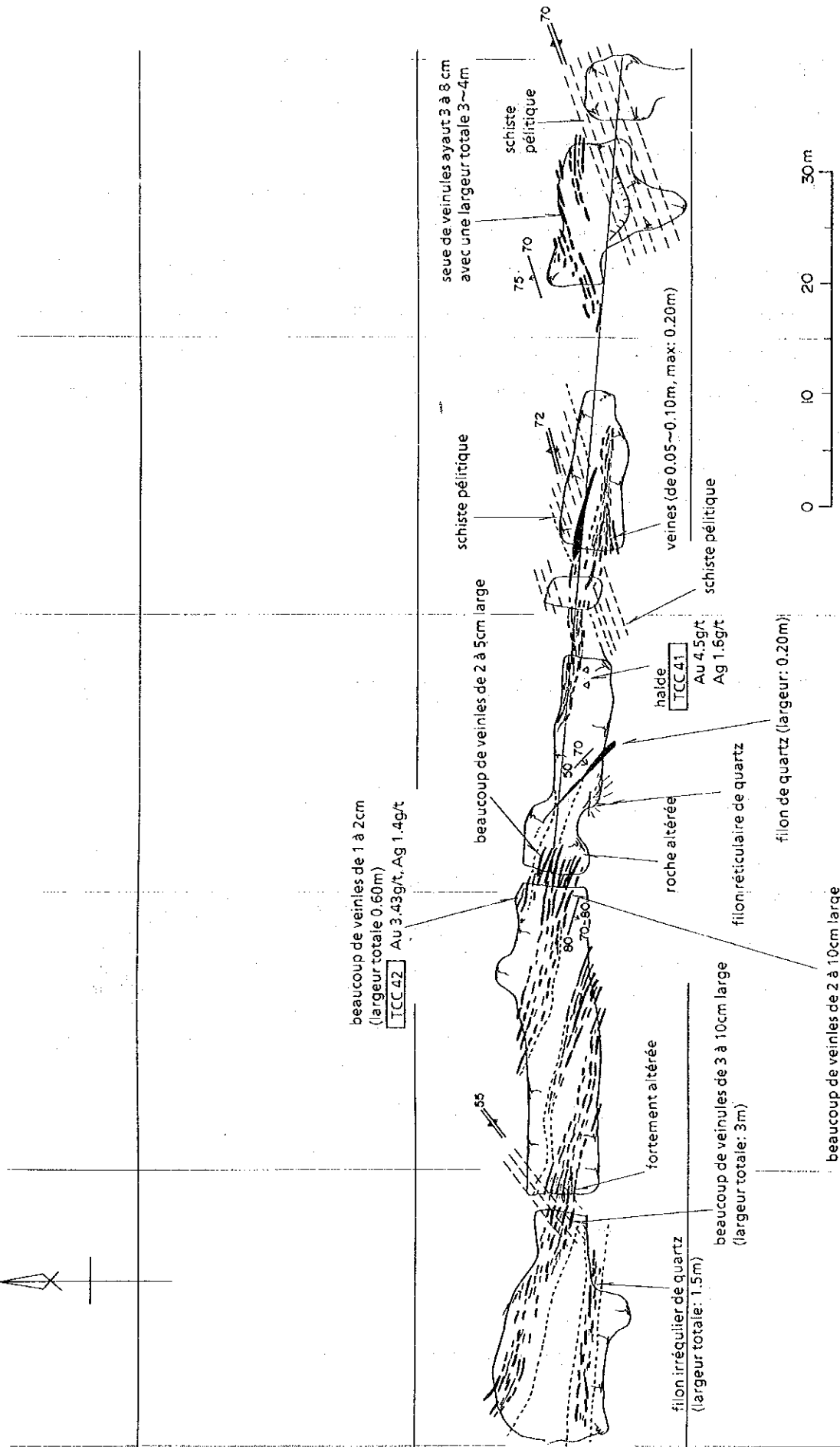
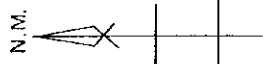


図23 西部Tchaikanskaya帯スケッチ

表18 Tchalkan鉱化帯の鉱石分析結果

試料 番号	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	採取幅 (m)
TCC40	0.07	<0.5	0.01	<0.01	<0.01	母岩
41	4.59	1.6	<0.01	<0.01	<0.01	鉱石
42	3.43	1.4	0.02	<0.01	0.01	0.60
44	0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	母岩

(6) その他の鉱化帯

その他、Libiri地区で確認された石英脈及び石英転石帯から、試料を採取し分析に供した。分析結果は、いずれも低品位であった(表19)。

表19 その他の鉱化帯の鉱石分析結果

試料 番号	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	採取幅 (m)
LRA17	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	脈石英転石
41	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	5.0
LRB1	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	1.5
LRC1	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	脈石英転石
5	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	0.05	"
9	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	0.2
13	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	脈石英転石
14	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	"
15	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	"
22	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	酸化礫
24	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	脈石英転石
LAZ9	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	"
11	0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	"
15	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	"
20	<0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	5.0
27	0.07	<0.5	<0.01	<0.01	<0.01	0.2

1-3 地化学探査

1-3-1 試料の採取及び調整

試料の採取は、探試線沿いに、歩測によって500m間隔で行った。探試線は、車輛通行可能な道路上に設けられた基点から、簡易測量によって500m間隔で、南北方向又は東西方向に設定した。基点の設定には、GPS(Global Positioning System)を使用した。

採試の対象は、地表下 30-40cm付近の土壤試料であるが、既存資料 (C. F. Gleeson and R. Pourin 1989)で、地化学探査における蟻塚の試料の有効性が報告されているので、蟻塚のある所では、蟻塚の土壤を試料として採取した。試料の採取には、小型スコップを使用した。採取した土壤は、現地ですりにかけて80メッシュ以下とし、約100gの試料に調整した。採試総個数は、826個である。試料採取位置をP1.37 に示す。

1-3-2 分析及び解析方法

土壤試料 826個について、カナダのChemex社で11成分の分析を実施した。各分析成分の分析方法及び検出限界を表20に示す。

解析は、単一変量解析及び主成分分析を行った。解析では、検出限界以下の値を示す含有量を、検出限界の1/2の値に置き換えて、統計処理を行った。

表20 分析方法及び検出限界

Elément	Unité	Inscription	Méthode	Seuil de détection	seuil de toit
A u	ppb	Fuse 10g sample	FA-NAA	1.0	10,000
A g	ppm	HNO ₃ -Aqua regia digest	AAS-BKGD CORR	0.2	100
A s	ppm	HNO ₃ -Aqua regia digest	AAS HYDRYDE/DEL	1.0	10,000
C u	ppm	HNO ₃ -Aqua regia digest	AAS	1.0	10,000
M o	ppm	HNO ₃ -Aqua regia digest	AAS	1.0	10,000
P b	ppm	HNO ₃ -Aqua regia digest	AAS-BKGD CORR	1.0	1,000
S b	ppm	HCl -KClO ₃ digest extra	AAS-BKGD CORR	0.2	1,000
Z n	ppm	HNO ₃ -Aqua regia digest	AAS	1.0	10,000
C r	ppm	HClO ₄ -HNO ₃ -HF digest	AAS	2.0	10,000
H g	ppb	HNO ₃ -HCl digestion	AAS-FLAMELESS	10.0	10,000
F	ppm	Carbonate-nitrate fusion	SPECIFIC ION	20.0	10,000

FA-NAA: Fire Assay-Neutron activation analysis
 AAS: Atomic absorption spectrometry

1-3-3 調査結果

(1) 単一変量解析

(a) 地化学異常の設定

分析に供した全試料について、11成分のヒストグラムを作成した。さらに、検出限界以下の分析値が大半を占める銀とモリブデンを除く各元素について、累積頻度分布図を作成した。

地化学異常の設定にあたっては、複合母集団(地化学異常+バックグラウンド)の累積頻度分布を複数の単元母集団の累積頻度分布に分解し、これらの合成標準曲線と実測データとを比較及び照合することにより、しきい値を決定する大津ほか(1984)の曲線照合法を適用した。この解析

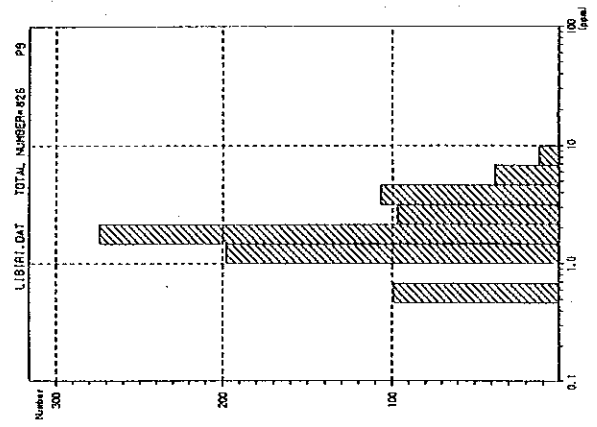
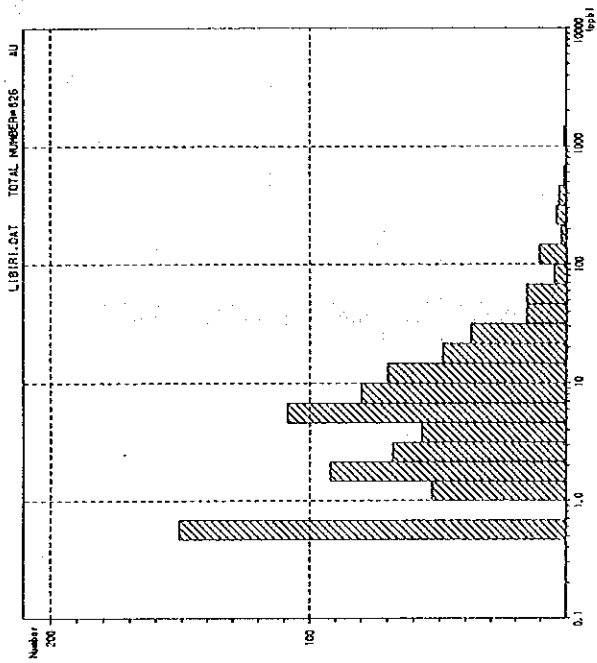
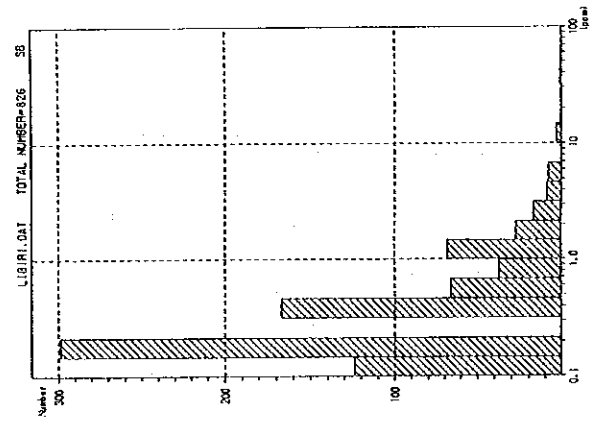
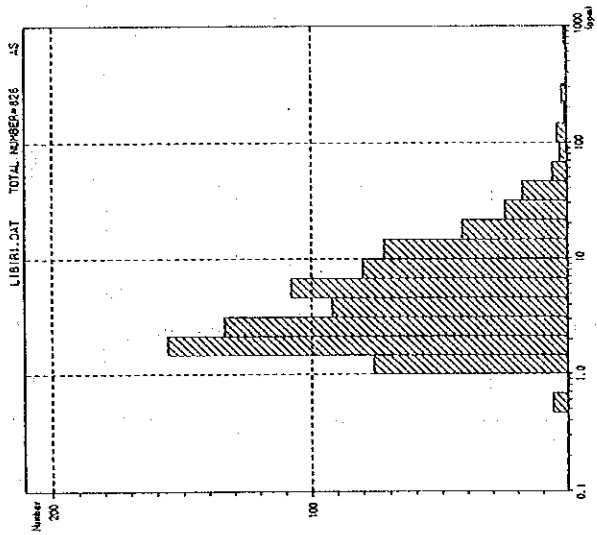
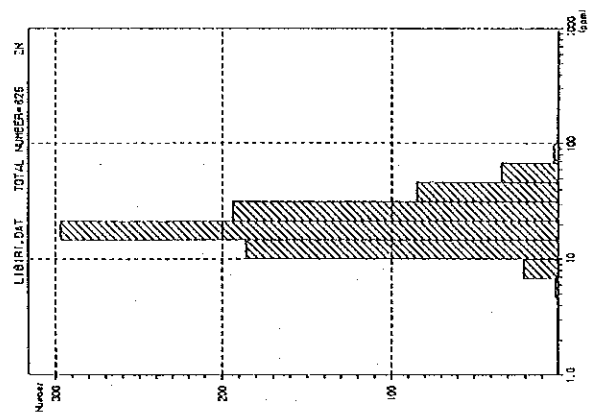
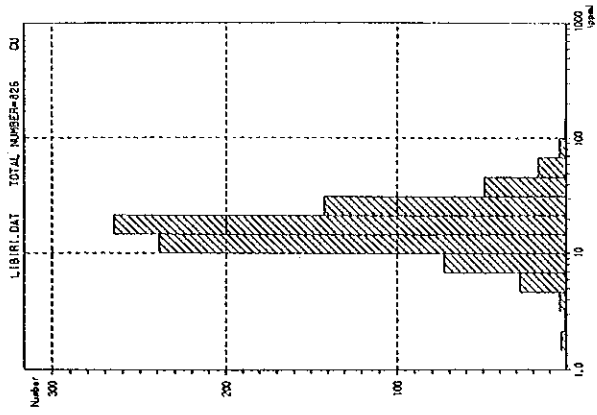


図24 (1) ヒストグラム (Libiri地区)

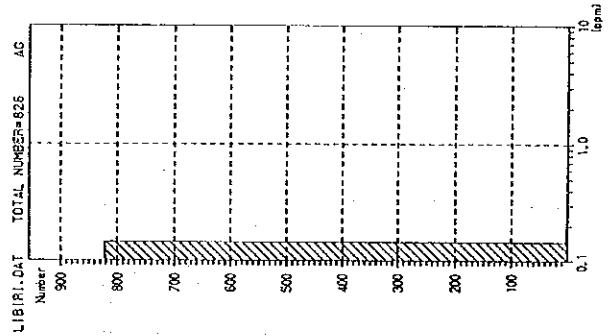
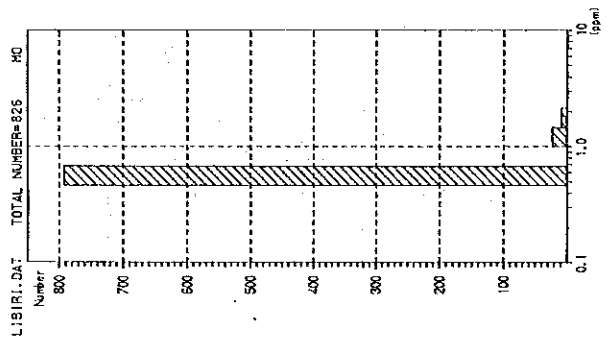
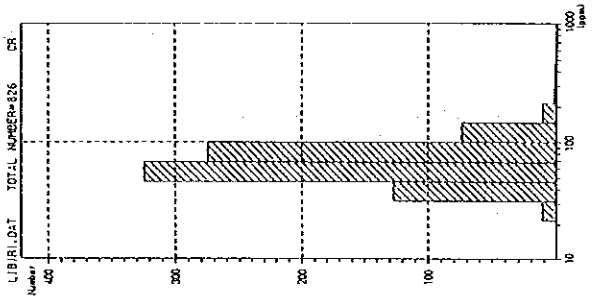
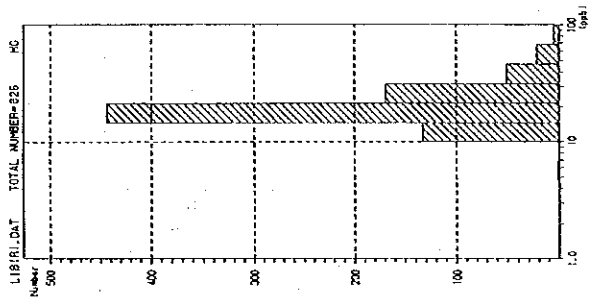
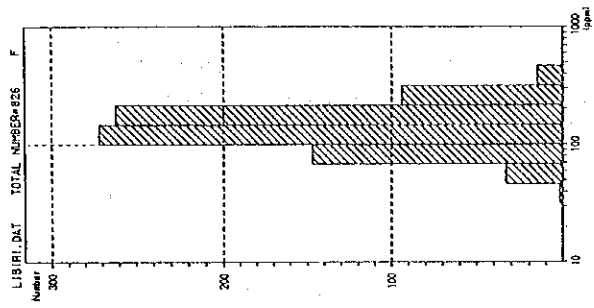


図24 (2) ヒストグラム (Libiri地区)

結果を累積頻度解析図として図に示した。

ヒストグラムを図24に、累積頻度分布図及び累積頻度解析図を図25に示す。

A u 実測データの累積頻度分布は、高含有量側に顕著な過剰を含んでいる。累積頻度解析図に示したように、複合母集団は、40ppb 及び160ppbを境とし、大きく3つの単元母集団に分割され、これらの単元母集団は、その累積頻度分布から判断して、対数正規型に近い分布を示している。これら3つの単元母集団の累積頻度分布を合成した合成標準曲線は、実測データの累積頻度分布に良く照合する。

以上のことから、全体の90%以上を含む40ppb 未満のデータは、バックグラウンド母集団を構成し、40ppb 以上のデータは、地化学異常母集団を構成していると考えられる。したがって、40ppb をしきい値とし、地化学異常母集団のうち、160ppb以上を地化学異常 A、40ppb 以上160ppb 未満を地化学異常 B とした。

A s 実測データの累積頻度分布は、高含有量側に顕著な過剰を含んでいる。累積頻度解析図に示したように、複合母集団は、12ppm 及び75ppm を境とし、大きく3つの単元母集団に分割され、これらの単元母集団は、その累積頻度分布から判断して、ほぼ対数正規型の分布を示している。これら3つの単元母集団の累積頻度分布を合成した合成標準曲線は、実測データの累積頻度分布に良く照合する。

以上のことから、全体の90%以上を含む、12ppm 未満のデータは、バックグラウンド母集団を構成し、12ppm 以上のデータは、地化学異常母集団を構成していると考えられる。したがって、12ppm をしきい値とし地化学異常母集団のうち、75ppm 以上を地化学異常 A、12ppm 以上75ppm 未満を地化学異常 B とした。

C u 実測データの累積頻度分布は、高含有量側に弱く波打っており、高含有量側に異常が認められる。累積頻度解析図に示したように、複合母集団は、45ppm を境とし、大きく2つの単元母集団に分割され、それぞれ対数正規分布型単元母集団である。これら2つの単元母集団の累積頻度分布を合成した合成標準曲線は、実測データの累積頻度分布に良く照合する。

以上のことから、45ppm 未満のデータは、全体の99%以上を含んでおり、バックグラウンド母集団とみなされ、45ppm 以上のデータは、地化学異常母集団と判断される。したがって、45ppm をしきい値とした。

P b 実測データの累積頻度分布は、高含有量側に顕著な過剰を含んでいる。累積頻度解析図に示したように、複合母集団は、7.5ppmを境とし、大きく2つの単元母集団に分割され、これらの単元母集団は、その累積頻度分布から判断して、対数正規型に近い分布を示している。これら2つの単元母集団の累積頻度分布を合成した合成標準曲線は、実測データの累積頻度分布に概ね照合する。

以上のことから、7.5ppm未満のデータは、全体の95%以上を含んでおり、バックグラウンド母集団とみなされ、7.5ppm以上のデータは、地化学異常母集団と判断される。したがって、7.5ppm

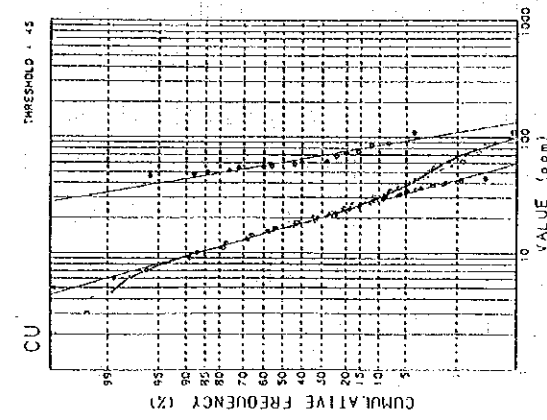
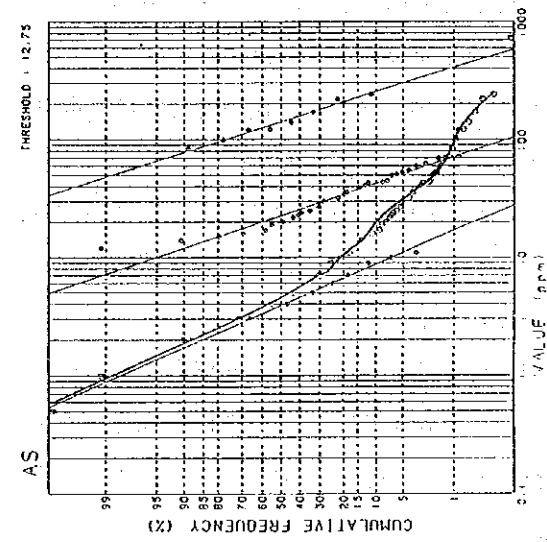
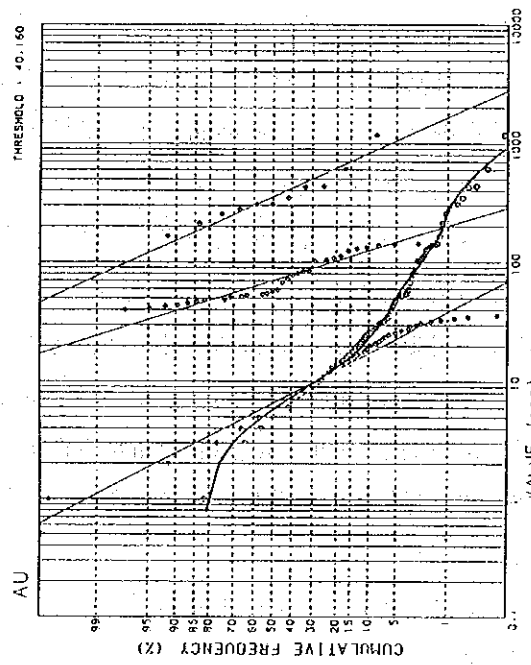
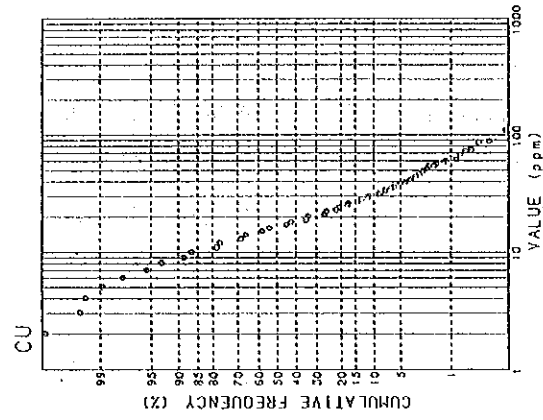
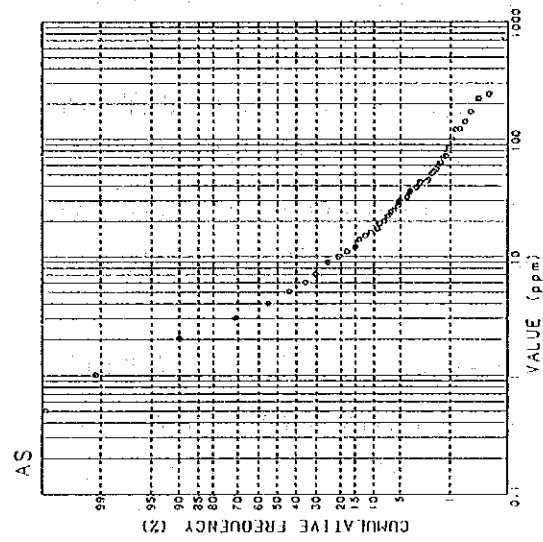
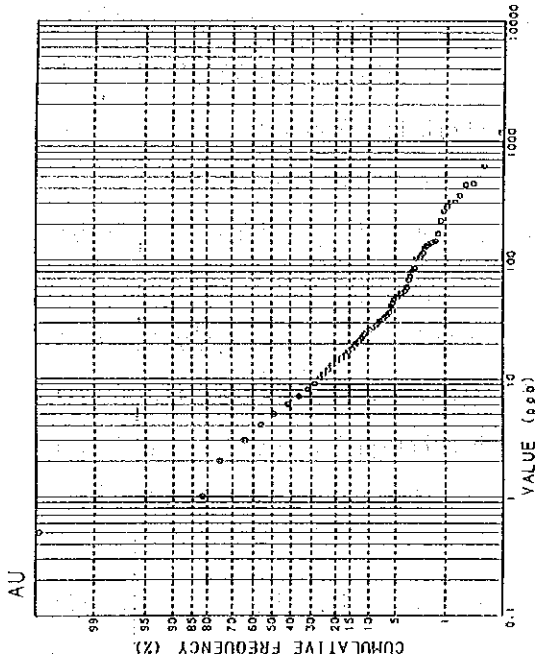


图25 (1) 累積頻度分布図及び累積頻度解析図 (Libiri地区・単一変量解析)

をしきい値とした。

S b 実測データの累積頻度分布は、高含有量側に顕著な過剰を含んでいる。累積頻度解析図に示したように、複合母集団は、4.1ppm及び8.0ppmを境とし、大きく3つの単元母集団に分割され、これらの単元母集団は、その累積頻度分布から判断して、対数正規型の分布を示している。これら3つの単元母集団の累積頻度分布を合成した合成標準曲線は、実測データの累積頻度分布に概ね照合する。

以上のことから、4.1ppm未満のデータは、全体の90%以上を含んでおり、バックグラウンド母集団とみなされ、4.1ppm以上のデータは、地化学異常母集団を構成していると考えられる。したがって、4.1ppmをしきい値とし、地化学異常母集団のうち、8ppm以上を地化学異常A、4.1ppm以上8ppm未満を地化学異常Bとした。

Z n 実測データの累積頻度分布は、高含有量側と低含有量側に顕著な過剰を含んでいる。累積頻度解析図に示したように、複合母集団は、7ppm、37ppm及び70ppmを境とし、大きく4つの単元母集団に分割され、これらの単元母集団は、その累積頻度分布から判断して、対数正規型の分布を示している。これら4つの単元母集団の累積頻度分布を合成した合成標準曲線は、実測データの累積頻度分布に良く照合する。

以上のことから、7ppm以上37ppm未満のデータは、全体の80%以上を含んでおり、バックグラウンド母集団とみなされる。37ppm以上のデータ及び7ppm未満のデータは、それぞれ高含有量側地化学異常母集団及び低含有量側地化学異常母集団を構成していると判断される。高含有量側地化学異常母集団は、鉍化作用に由来し、低含有量側地化学異常母集団は、変質作用による岩石中のZnの溶脱・除去を示している可能性がある。

したがって、37ppmを高含有量側のしきい値とし、7ppmを低含有量側のしきい値とした。さらに、高含有量側地化学異常母集団のうち、70ppm以上を地化学異常A、37ppm以上70ppm未満を地化学異常Bとした。

C r 実測データの累積頻度分布は、高含有量側に顕著な過剰を含んでいる。累積頻度解析図に示したように、複合母集団は、115ppm及び220ppmを境とし、大きく3つの単元母集団に分割され、これらの単元母集団は、その累積頻度分布から判断して、対数正規型の分布を示している。これら3つの単元母集団の累積頻度分布を合成した合成標準曲線は、実測データの累積頻度分布に良く照合する。

以上のことから、115ppm未満のデータは、全体の99%以上を含んでおり、バックグラウンド母集団とみなされ、115ppm以上のデータは、地化学異常母集団を構成していると考えられる。したがって、115ppmをしきい値とし、地化学異常母集団のうち、220ppm以上を地化学異常A、115ppm以上220ppm未満を地化学異常Bとした。

H g 実測データの累積頻度分布は、高含有量側に弱く波打っており、高含有量側に異常が認められる。累積頻度解析図に示したように、複合母集団は、52ppmを境とし、大きく2つの単元

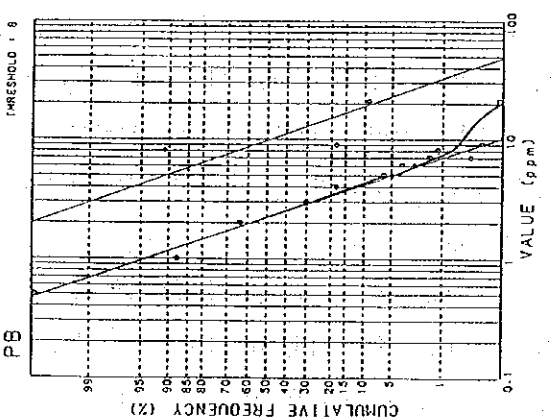
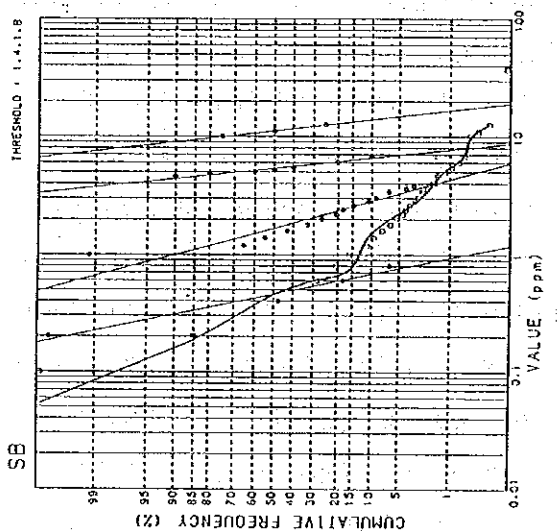
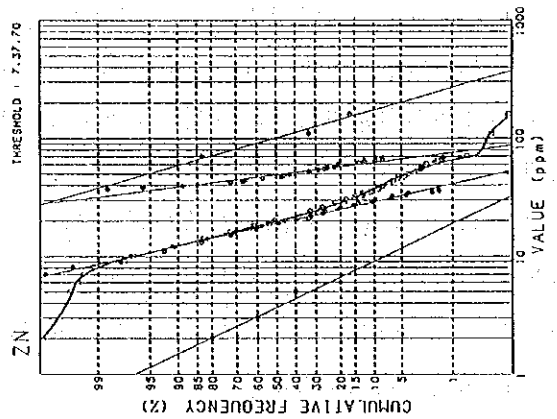
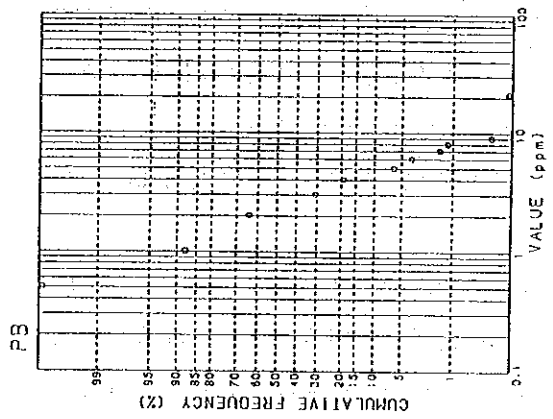
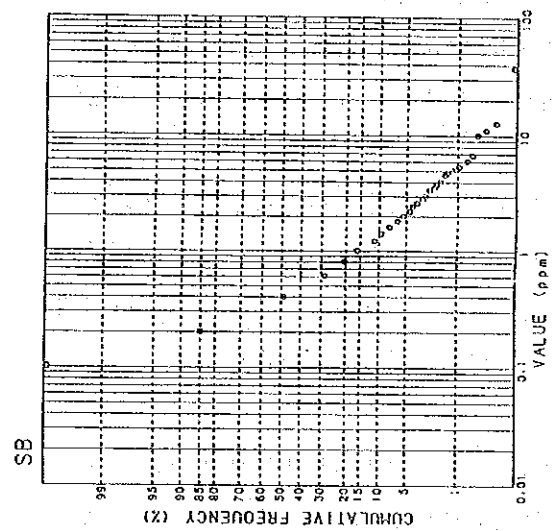
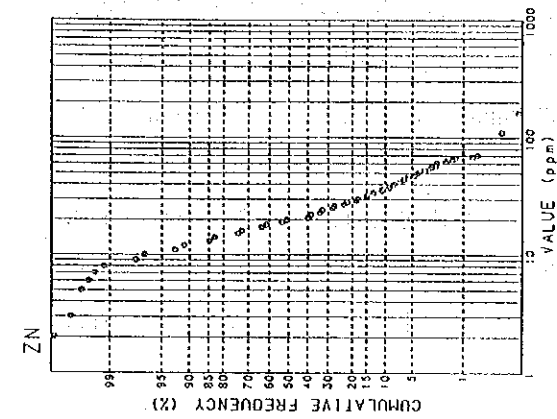


图25 (2) 累积频率分布图及比累积频率解析图 (Libiri地区・单一变量解析)

母集団に分割され、これらの単元母集団は、その累積頻度分布から判断して、ほぼ対数正規型の分布を示している。これら2つの単元母集団の累積頻度分布を合成した合成標準曲線は、実測データの累積頻度分布によく照合する。

以上のことから、52ppm未満のデータは、全体の95%以上を含んでおり、バックグラウンド母集団とみなされ、52ppm以上のデータは、地化学異常母集団と判断される。したがって、52ppmをしきい値とした。

F 実測データの累積頻度分布は、高含有量側に弱く波打っており、高含有量側に異常が認められる。累積頻度解析図に示したように、複合母集団は、380ppmを境とし、大きく2つの単元母集団に分割され、これらの単元母集団は、その累積頻度分布から判断して、対数正規型の分布を示している。これら2つの単元母集団の累積頻度分布を合成した合成標準曲線は、実測データの累積頻度分布によく照合する。

以上のことから、380ppm未満のデータは、全体の99%以上を含んでおり、バックグラウンド母集団とみなされ、380ppm以上のデータは、地化学異常母集団と判断される。したがって、380ppmをしきい値とした。

以上のように設定されたしきい値を標準統計量と共に表21に示す。

表21 標準統計量及びしきい値

分析成分	単位	最大値	最小値	平均	標準偏差(ppm)	しきい値
Au	ppb	1180	<1.0	4.06	0.633	40.0
Ag	ppm	1	<0.2	0.10	0.046	—
As	ppm	720	<1.0	4.50	0.434	12.0
Cu	ppm	110	2.0	15.91	0.228	45.0
Mo	ppm	6	<1.0	0.52	0.087	—
Pb	ppm	21	<1.0	1.76	0.304	8.0
Sb	ppm	37	<0.2	0.34	0.409	4.1
Zn	ppm	160	2.0	19.86	0.201	37.0 (7.0)*
Cr	ppm	370	22.0	65.70	0.153	115.0
Hg	ppb	90	5.0	20.90	0.184	52.0
F	ppm	550	40.0	134.50	0.185	380.0

* 低含有量側しきい値

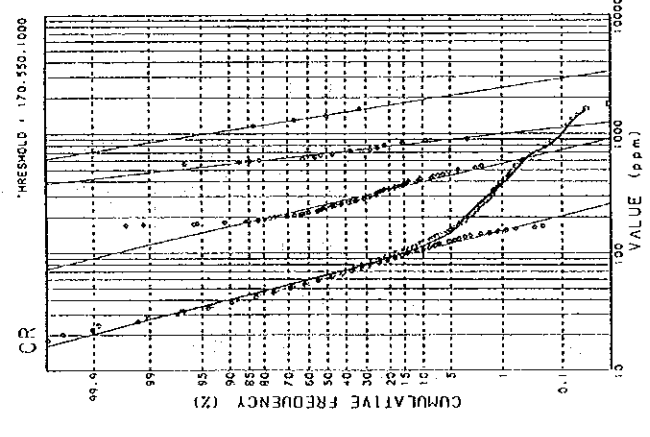
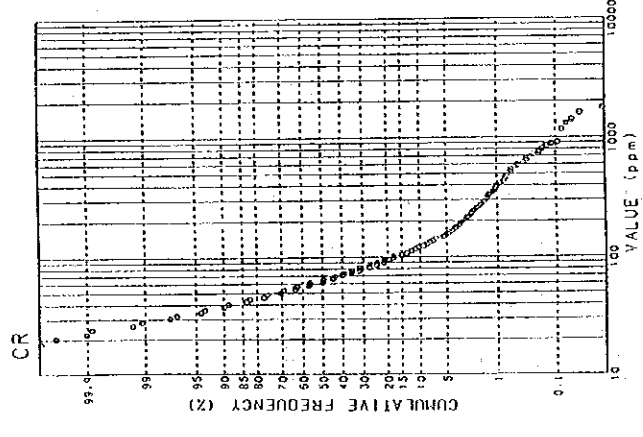
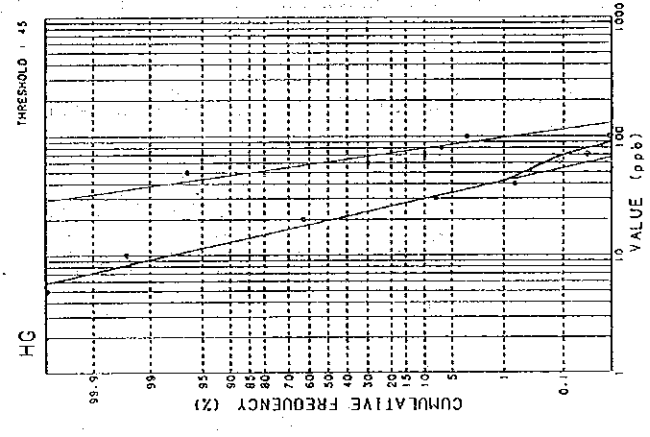
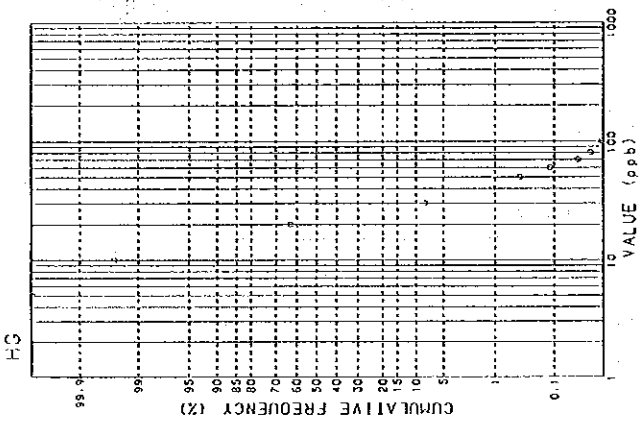
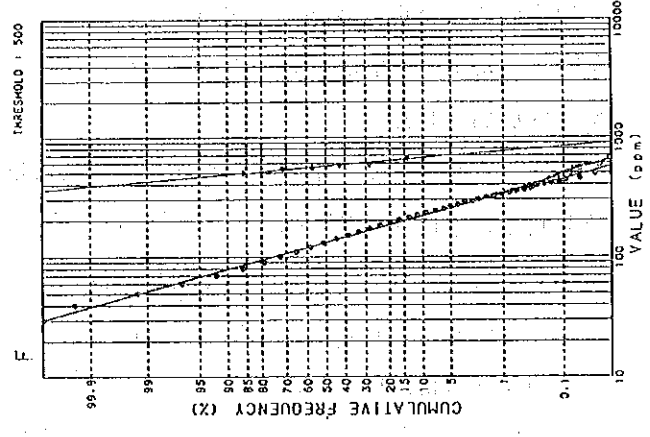
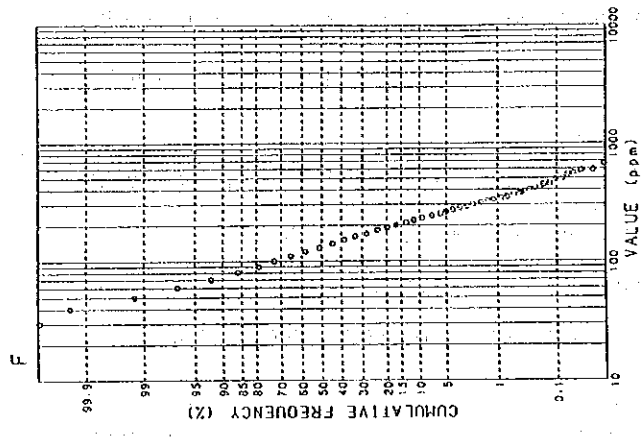


图25 (3) 累积频率分布图及阈值累积频率解析图 (Libiri地区·单一变量解析)

(b)地化学異常の分布

設定されたしきい値及び標準統計量の数値に基づいて、各元素の濃度区分を行い、地化学探査解析結果図を作成した(図26・27, P1. 2~10)。濃度区分の最小値としては、複合母集団のM+σ値を採用した。なお、Ag及びMoについては、ほとんどの試料が検出限界以下のため、第1年次調査結果に基づいて区分値を決定した。各元素の濃度区分は、表22のとおりである。

表22 元素別区分値 (Libiri地区)

	地化学異常		M + σ		地化学異常		M + σ
	A	B			A	B	
A u	Au≥160	160>Au≥40	40>Au≥17	S b	Sb≥8	8>Sb≥4.1	4.1>Sb≥0.9
A g	—	—	Ag≥0.6	Z n	Zn≥70	70>Zn≥37	—
A s	As≥75	75>As≥12	—	C r	Cr≥220	220>Cr≥115	115>Cr≥94
C u	—	Cu≥45	45>Cu≥27	H g	—	Hg≥52	52>Hg≥32
M o	—	—	Mo≥4	F	—	380≥F	380>F≥206
P b	—	Pb≥7.5	7.5>Pb≥3.5				

各元素の地化学異常の分布には、次のような特徴が見られる。

A u 地化学異常が、まとまって広く分布するのは、Tiawa東方のSirba川沿い、Tchalkan、Koukou Djongou及びMaka南方である。これらの地化学異常は、既知鉱化帯を良く反映しているが、Sirba川沿いに見られる地化学異常は、Sirba川近傍に位置することから、異地性の土壤である可能性があり、その重要度は小さいものと考えられる。これらの中では、Maka南方の地化学異常が最も大きく、Koukou Djongou及びTchalkanがこれに続く。その他、1点だけの孤立した分布を示すのが、Tiawa、Koukou Djongou北西方、Maka、Tchalkan南方及びMaka西方である。

A g 2試料を除き、検出限界以下であった。Tchalkanで1.0ppm、Maka南方で0.6ppmを示す。

A s 地化学異常がまとまって広く分布するのは、Tiawa西方、Tchalkan及びその南東方、Koukou Djongou、Maka南方などである。また、Asの地化学異常は、Auの地化学異常と概ね一致している。

C u 地化学異常は孤立した分布を示し、まとまった分布を示さない。Maka周辺で、WNW-ESE方向に地化学異常が散点的に配列する。

M o 10試料を除き、検出限界以下であった。まとまった分布を示さず、散点としている。Tchalkanで最高値6ppmを示す。

P b 地化学異常は、まとまった分布を示さない。1点だけの分布だが、Tchalkan及びMaka南方に地化学異常が見られる。

S b 地化学異常は孤立した分布を示し、まとまった分布を示さない。Tchalkan、Maka南東方、Koukou Djongouで地化学異常が認められる。

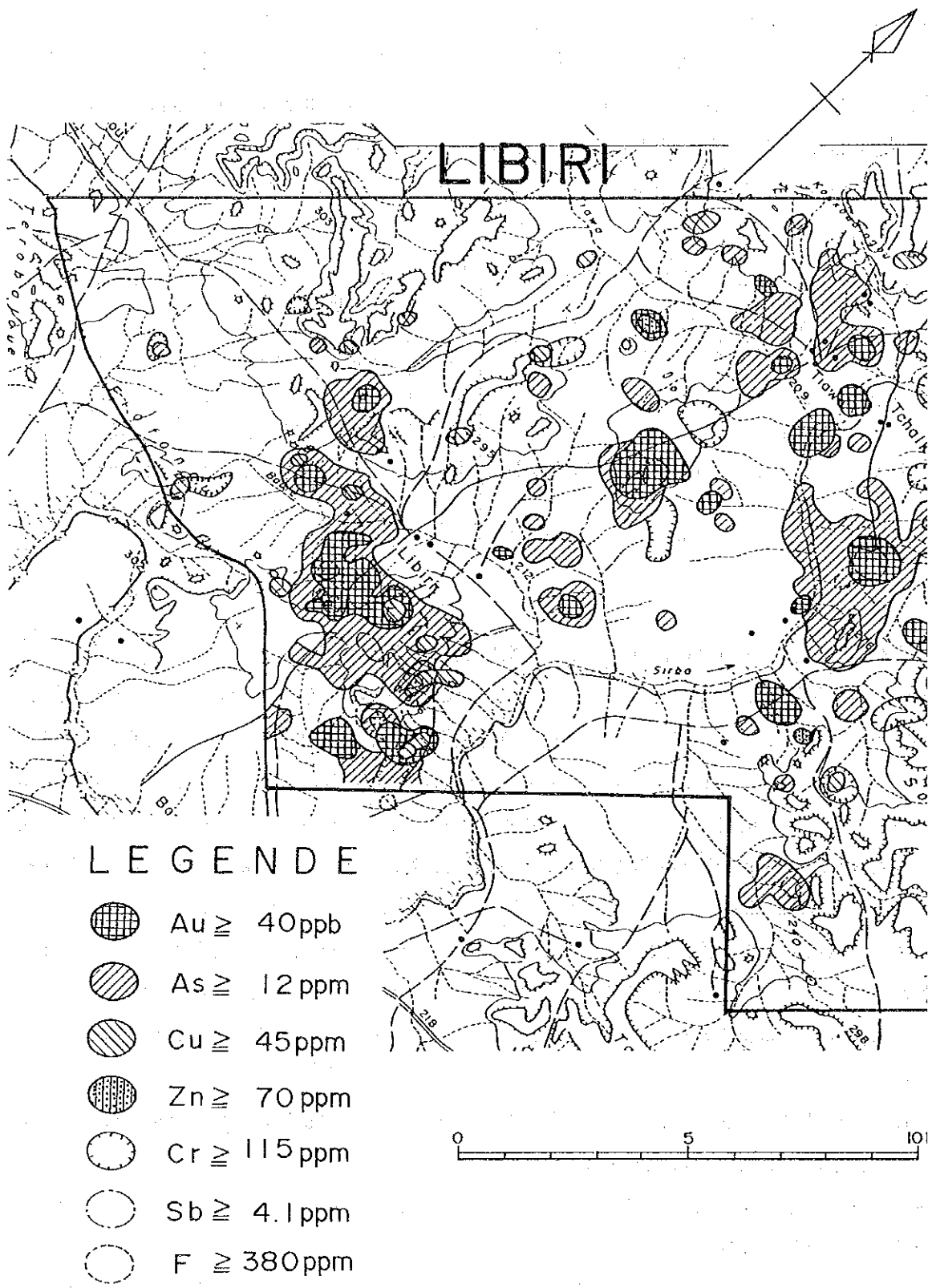


图26 Libiri地区地化学探查解析结果图(Au·As·Cu·Zn·Cr·Sb·F)

Zn 高地化学異常は、調査地区全域至る所に散点的に認められ、まとまった分布を示さない。低地化学異常が見られるのは、Koukou Djongou及びMaka南方である。

Cr Tiawa北東方、Koukou Djongou周辺及びその西方、Tchalkan南東方、Maka南東方などに地化学異常が集中している。

Hg Tiawa北部及びMaka西部で、地化学異常がまとまって分布する。

F 地化学異常は、孤立した分布を示し、まとまった分布を示さない。地化学異常が見られるのは、Tchalkan、Tiawa及びKoukou Djongouである。

(2) 主成分分析

(a) 指示元素間相互の相関

各変量（指示元素）を平均0，分散1に標準化して主成分分析を行った。各変量間の相関行列を計算すると、表23のようになる。

表23 相関行列 (Libiri地区)

	Au	As	Cu	Pb	Sb	Zn	Cr	
As	0.612							
Cu	0.361	0.462						
Pb	0.013	0.005	-0.023					
Sb	0.476	0.714	0.330	0.125				
Zn	0.261	0.352	0.787	-0.006	0.202			
Cr	0.308	0.403	0.595	0.048	0.373	0.438		
Hg	0.103	0.156	0.258	0.196	0.173	0.250	0.190	
F	0.426	0.444	0.429	0.182	0.435	0.388	0.542	0.210

指示元素間では、正の相関が認められる。相関係数の高いものは、Cu-Zn, As-Sb, Au-As, Cu-Cr, Cr-Fなどで、いずれも0.5以上の正の値を示す。

次に、この相関係数を用い、簡単なクラスター分析を行い、相関係数のグラフ化を試み、指示元素の分類を行った。

デンドログラム (図27) の樹を相関係数0.500で切断し、その結果をもとに指示元素の特徴・分類をまとめると次のようになる。

①PbとHgは、それぞれ単独でクラスターを構成し、他の元素 (Au・As・Sb・Cu・Zn・Cr・F) と区別される。

②他の元素は、Au・As・Sbクラスター及びCu・Zn・Cr・Fクラスターに分けられる。

③Au・As・Sbクラスターは、金の鉱化変質作用に関連する元素から構成される。

④Cu・Zn・Cr・Fクラスターは、火成岩に多く含まれる元素又は塩基性岩に関連した正マグマ性鉱

床に関する元素から構成される。

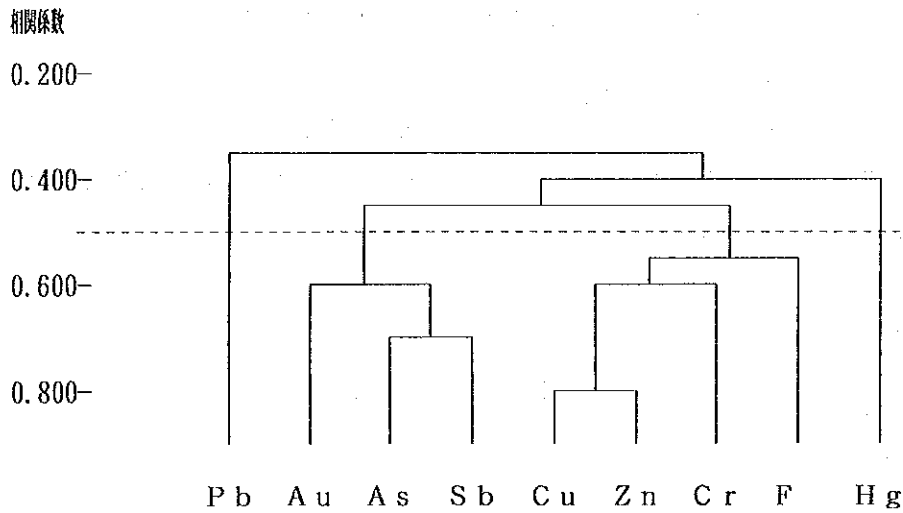


図27 デンドログラム (Libiri地区)

以上のことから、本地区で金鉱化帯の賦存有望箇所を抽出するためには、Au・As・Sbクラスターが有効であると判断される。

(b)主成分の数

主成分分析を適用する場合、主成分をいくつまでとるのが問題になる。もとの変量の持っている情報の大部分が、主成分で説明される必要があるが、現象を単純化して理解するという観点からは、できるだけ少数個であることが望ましい。主成分の数のきめ方には決定的な方法はないが、次のような考え方できめられることが多い。

①累積寄与率がある程度（例えば80%）以上大きくなること。

②各主成分の寄与率が、もとの変量1個分以上あること。特に、変量を標準化して相関行列から求める場合、固有値 $\lambda \geq 1.0$ であること。

相関行列（表23）の固有値問題を解いて整理すると、表24が得られる。この主成分分析において、採用する主成分の数は、各変量を標準化して相関行列から求めているので、固有値 $\lambda \geq 1.0$ である第3主成分までを取り上げることとする。

取り上げられた第1、第2、第3主成分は、それぞれ次のように解釈される。

第1主成分 固有ベクトルの各要素である係数は、いずれも正で、どの変量の値が大きくなっても、この主成分の値は大きくなる。したがって、第1主成分は、全体的な鉱化変質作用の大きさを表す主成分と解釈される。

第2主成分 固有ベクトルの各要素である係数は、Au, As, Sbで正、Cu, Zn, Hgで負である。Pb, Cr, Fは、絶対値及び特性値の寄与率が小さく無関係といえる。また、Hgも特性値の寄与率が小さ

く影響が少ない。よって、正值はAu, As, Sbによる、負値はCu, Znによる鉍化変質を表している。したがって、第2主成分は、鉍化作用の型を表す主成分と解釈される。

第3主成分 固有ベクトルの各要素である係数は、Pb, Hgが正の大きな値を示し、他の元素は、いずれも絶対値が小さく無関係である。また、Pb, Hgは第1主成分に対する絶対値が非常に小さく、第1主成分の表す鉍化変質の大きさに無関係な成分である。したがって、第3主成分は、鉍化変質作用に無関係な成分、例えば、環境汚染などを表す主成分と解釈される。

各主成分の意味する総合的指標として、第1主成分は全体的な鉍化変質作用の大きさ、第2主成分は鉍化作用の型及び第3主成分は鉍化変質作用に無関係なものがあげられた。

以上のことから、本地区で金鉍化帯を抽出するためには、第1及び第2主成分が非常に有効であると判断される。

なお、取り上げられなかった第4～第9主成分の中で、金鉍化作用を表す主成分がないかどうか一応検討することにする。検討に当たっては、Auの固有ベクトル値の絶対値が大きい主成分に注目すれば良いので、絶対値が0.672と大きい第6主成分を取り上げることとする。第6主成分は、第2主成分に寄与したAu成分とは、別に挙動したAu成分を示しているものと推定される。

表24 主成分分析結果 (Libiri地区)

		主成分								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Au	固有ベクトル	0.339	0.371	-0.147	0.113	-0.239	0.672	-0.382	-0.231	-0.074
	因子負荷量	0.660	0.416	-0.159	0.100	-0.188	0.496	-0.246	-0.113	-0.031
	特性値の寄与率	0.435	0.173	0.025	0.010	0.036	0.246	0.061	0.013	0.001
As	固有ベクトル	0.400	0.360	-0.140	0.188	-0.135	-0.221	0.046	0.765	0.012
	因子負荷量	0.779	0.404	-0.151	0.167	-0.107	-0.163	0.030	0.374	0.005
	特性値の寄与率	0.607	0.163	0.023	0.028	0.011	0.027	0.001	0.140	0.000
Cu	固有ベクトル	0.404	-0.405	-0.148	-0.010	-0.242	-0.116	-0.101	-0.127	0.743
	因子負荷量	0.787	-0.455	-0.160	-0.009	-0.191	-0.086	-0.065	-0.062	0.312
	特性値の寄与率	0.619	0.207	0.026	0.000	0.036	0.007	0.004	0.004	0.097
Pb	固有ベクトル	0.058	0.104	0.794	-0.367	-0.431	-0.071	-0.160	0.069	0.017
	因子負荷量	0.112	0.117	0.859	-0.325	-0.340	-0.052	-0.103	0.034	0.007
	特性値の寄与率	0.013	0.014	0.738	0.106	0.115	0.003	0.011	0.001	0.000
Sb	固有ベクトル	0.356	0.455	0.042	0.124	0.051	-0.525	0.186	-0.576	-0.074
	因子負荷量	0.692	0.510	0.045	0.110	0.040	-0.388	0.120	-0.282	-0.031
	特性値の寄与率	0.479	0.261	0.002	0.012	0.002	0.150	0.014	0.079	0.001
Zn	固有ベクトル	0.349	-0.504	-0.115	0.010	-0.423	-0.012	0.261	-0.054	-0.601
	因子負荷量	0.679	-0.565	-0.125	0.009	-0.334	-0.009	0.168	-0.026	-0.252
	特性値の寄与率	0.461	0.319	0.016	0.000	0.111	0.000	0.028	0.001	0.064
Cr	固有ベクトル	0.371	-0.189	-0.021	-0.357	0.514	-0.183	-0.581	0.057	-0.244
	因子負荷量	0.721	-0.213	-0.023	-0.317	0.405	-0.135	-0.375	0.028	-0.103
	特性値の寄与率	0.520	0.045	0.001	0.101	0.164	0.018	0.140	0.001	0.011
Hg	固有ベクトル	0.183	-0.244	0.517	0.733	0.295	0.118	-0.045	0.022	-0.008
	因子負荷量	0.357	-0.273	0.559	0.651	0.232	0.087	-0.029	0.011	-0.003
	特性値の寄与率	0.127	0.075	0.312	0.423	0.054	0.008	0.001	0.000	0.000
F	固有ベクトル	0.372	0.044	0.156	-0.370	0.384	0.399	0.611	0.048	0.126
	因子負荷量	0.724	0.050	0.169	-0.329	0.303	0.295	0.394	0.023	0.053
	特性値の寄与率	0.524	0.002	0.029	0.108	0.092	0.087	0.155	0.001	0.003
	固有値	3.784	1.259	1.171	0.788	0.622	0.546	0.415	0.239	0.170
	寄与率	0.420	0.140	0.130	0.088	0.069	0.061	0.046	0.027	0.020
	累積寄与率	0.420	0.560	0.690	0.778	0.847	0.908	0.954	0.980	1.000

(C)Z1・Z2・Z6異常の設定

表24の固有ベクトルの要素を係数にして、標準化変量の線形式により、第1～第9主成分それぞれの値（主成分得点）Z1～Z9を計算した。さらに、有効主成分として取り上げられたZ1、Z2、Z6について、累積頻度分布図及び累積頻度解析図（図28）を作成し、単一変量解析と同じ方法でZ1・Z2・Z6異常を設定した。

Z1 累積頻度分布は、高得点側に波打っている。主成分分析結果から、Z1異常は高得点側に現れるので、高得点側の異常を取り上げる。累積頻度解析図に示したように、複合母集団は2.5及び5.2を境とし、大きく3つの単元母集団に分割され、これらの単元母集団は、その累積頻度分布から判断して、正規分布をしている。これら3つの単元母集団の累積頻度分布を合成した合成標準曲線は、累積頻度分布に最も良く照合する。

以上のことから、2.5未満のデータは、全体の85%以上を含んでおり、バックグラウンド母集団とみなされ、2.5以上のデータは、Z1高得点異常母集団と判断される。したがって、2.5をしきい値とし2.5以上をZ1高得点異常とした。また、Z1高得点異常のうち、5.2以上をZ1高得点異常Aとした。

Z2 累積頻度分布は、高得点側と低得点側に波打っている。累積頻度解析図に示したように、複合母集団は、-2.4、2.4及び3.3を境とし、大きく4つの単元母集団に分割され、これらの単元母集団は、その累積頻度分布から判断して、正規分布をしている。これら4つの単元母集団の累積頻度分布を合成した合成標準曲線は、累積頻度分布に最も良く照合する。

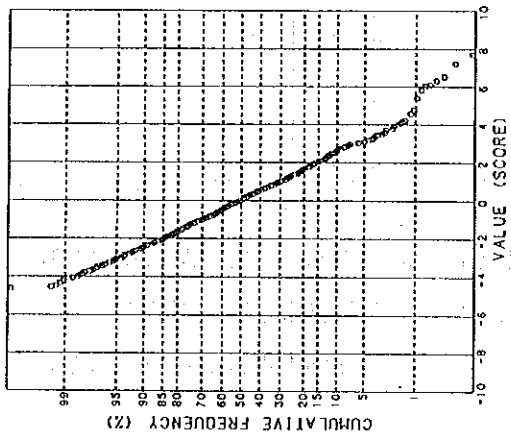
以上のことから、-2.4以上2.4未満のデータは、全体の90%以上を含んでおり、バックグラウンド母集団とみなされ、2.4以上のデータ及び-2.4未満のデータは、それぞれ高得点側異常母集団及び低得点側異常母集団を構成していると判断される。高得点側異常母集団は金の鉍化変質作用を、低得点側異常母集団は銅・鉛の鉍化変質作用を表すので、高得点側の異常を取り上げる。したがって、2.4をしきい値とし2.4以上をZ2高得点異常とした。また、Z2高得点異常のうち、3.3以上をZ2高得点異常Aとした。

Z6 累積頻度分布は、高得点側と低得点側に波打っている。累積頻度解析図に示したように、複合母集団は、-0.9、1.1及び1.6を境とし、大きく4つの単元母集団に分割され、これらの単元母集団は、その累積頻度分布から判断して、正規分布をしている。これら4つの単元母集団の累積頻度分布を合成した合成標準曲線は、累積頻度分布に最も良く照合する。

以上のことから、-0.9以上1.1未満のデータは、全体の85%以上を含んでおり、バックグラウンド母集団とみなされ、1.1以上のデータ及び-0.9未満のデータは、それぞれ高得点側異常母集団及び低得点側異常母集団を構成していると判断される。主成分分析結果から、高得点異常が金の鉍化作用を表すので、高得点側の異常を取り上げる。したがって、1.1をしきい値とし1.1以上をZ6高得点異常とした。また、Z6高得点異常のうち、1.6以上をZ6高得点異常Aとした。

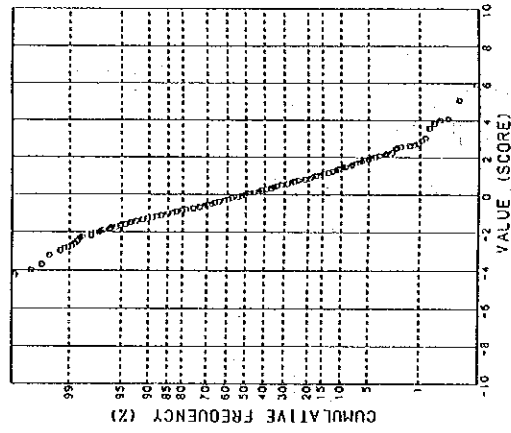
Facteur 1 (Libiri)

P1CL



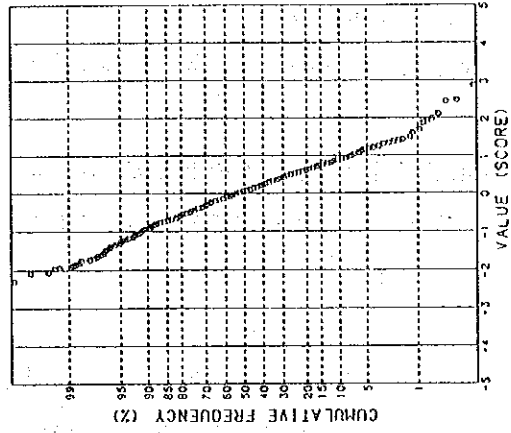
Facteur 2 (Libiri)

P2CL

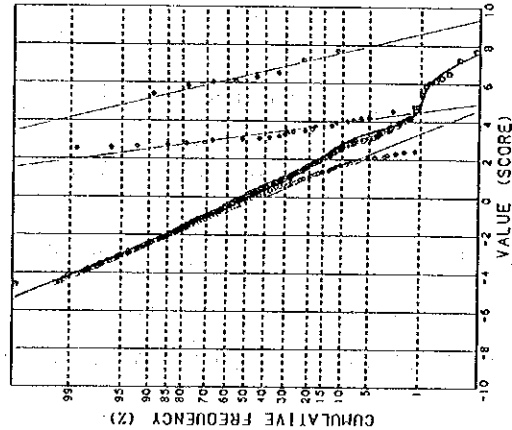


Facteur 6 (Libiri)

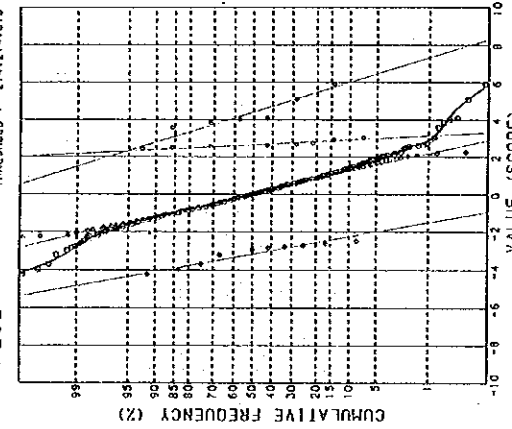
P6CL



P1CL



P2CL



P6CL

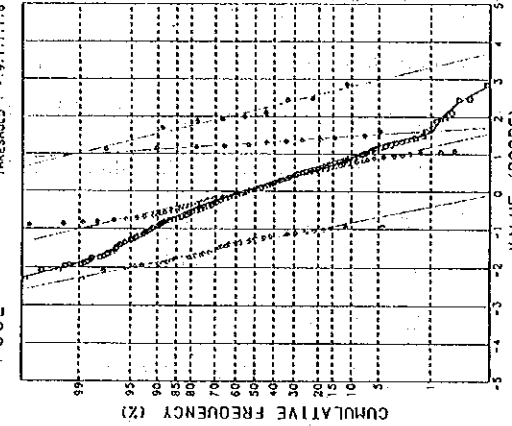


图28 累積頻度分布図及び累積頻度解析図 (Libiri地区・主成分分析)

(d) Z1・Z2・Z6異常の分布

Z1・Z2・Z6異常の分布には、次のような特徴が見られる。

Z1 高得点異常がまとまって分布するのは、Tchalkan及びその南方、Koukou Djongou, Maka南東方などである。これらのZ1異常は、既知鉍化帯を良く反映している

Z2 Tchalkan, Koukou Djongou, Maka南方, Tiawa北西方, Sirba川沿いなどに高得点異常が分布する。Z1の主な高得点異常の位置と概ね一致する。

Z6 高得点異常はまとまった分布を示さない。Au地化学異常と重複する所として、Sirba川沿い及びTchalkan南方があげられる。これらの地区では、Auだけの濃集が生じていることになり、その原因として、漂砂鉍床などの二次的なAuの濃集が考えられる。

(3) 地化学異常帯

既に述べたように、本地区で金鉍化帯の賦存有望箇所を抽出するためには、単一変量解析の結果得られたAu・As・Sb地化学異常及び主成分分析の結果得られたZ1・Z2・Z6高得点異常が有効である。それぞれの地化学異常の分布域と各地化学異常との関係をまとめて表25に示す。

表25 地化学異常帯

	地 化 学 異 常					
	A u	A s	S b	Z 1	Z 2	Z 6
Tchalkan	◎	◎	◎	◎	◎	
Tchalkan南東方		◎				
Tchalkan南方	◎			◎		◎
Koukou Djongou	◎	◎	◎	◎	◎	
Maka南方	◎	◎			◎	
Maka南東方			◎	◎	◎	
Sirba川沿い	◎				◎	◎
Tiawa西方		◎				
Tiawa北西方					◎	

表から明らかなように、二次的なAuの濃集を反映するZ6を除くすべての異常が重複するTchalkan及びKoukou Djongouに分布する地化学異常が、最も有望な地化学異常地区と判断される。ついで、Au・As・Z2の異常が重複するMaka南方及びSb・Z1・Z2が重複するMaka南東方が有望であると考えられる。

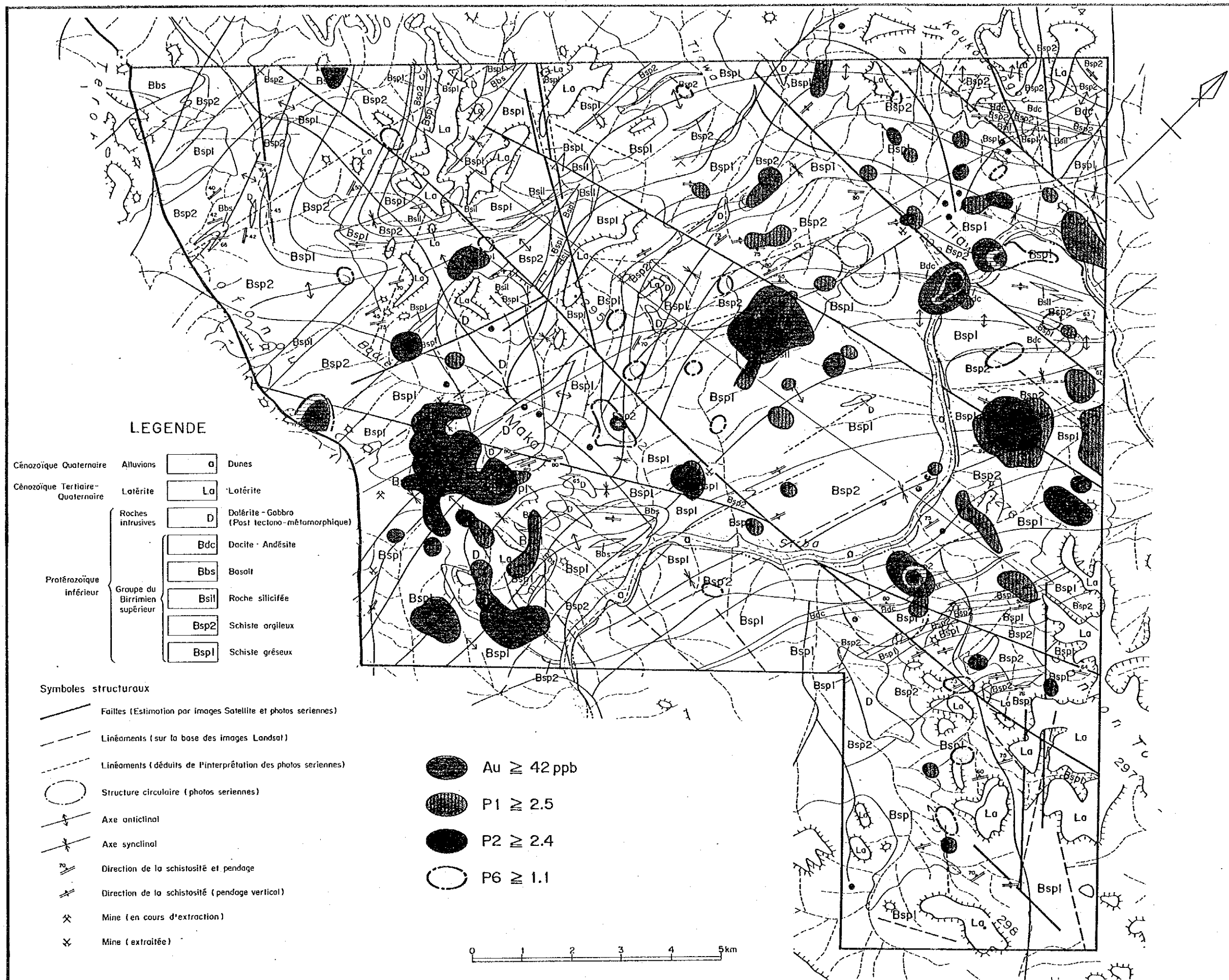


图29 Libiri地区地化学探查解析结果图(P1·P2·P6·Au)

1-4 考 察

(1) 鉍化作用

調査地域の鉍化作用は、Libiri鉍化帯、Maka鉍化帯、Koukou-Djongou鉍化帯、Tiawa鉍化帯及びTchalkan鉍化帯の計5か所で特に著しい。これらの鉍化帯は強度の粘土化変質を伴う含金石英脈からなり、熱水性鉍脈型の鉍化作用によって形成されたものと考えられる。

調査地全域はラテライトに厚く覆われ、露頭は極めて少ないため、鉍化帯の識別は、石英脈転石の有無と台地の斜面脚部での変質帯の分布状況に基づいて行われた。その結果、小規模な鉍化帯も含めると合計80か所以上の鉍化帯が確認され、その分布は調査地全域に亘っている。鉍化作用は、第四系を除くすべての地質中に認められる。1か所の鉍化帯の規模は、通常200m×200m程度であるが、大規模なものや密集した所では1,500m×1,000mに達する。

本地区で特に鉍化が著しい上記の5か所の鉍化帯に共通して認められる特徴は次のとおりである。

- ・鉍化帯の規模、特に石英転石帯の規模が大きい。
- ・石英脈が露出し、ピットもいくつか認められる。現在、Tchalkan鉍化帯では100人前後が採掘しているが、他の鉍化帯のピットでは10人以下、もしくは休止している場合が多い。
- ・鉍床は、硫化鉍物に乏しい含金石英脈からなり、母岩は著しい酸性変質を受けている。変質鉍物として、カオリナイト・石英・セリサイト(2M₁)及び針鉄鉍を含む。
- ・石英脈が確認されたピットの観察によれば、脈幅は0.1-0.5m程度で、膨縮が著しく、しばしばネットワーク状を呈する。走向延長は100m前後のものが多い。
- ・地化学異常が認められる。

これらの主要鉍化帯の分布及び産状から推定すると、鉍化時期は、Eburnian II 構造-熱時相の主要な変成作用及びこれに続く後造山時の苦鉄質火成活動の後であると解釈される。Tchalkan鉍化帯とTiawa鉍化帯の鉍脈が、近接するE-W系の断層の走向と調和的であることやさらに、Maka鉍化帯がE-W系断層とNE-SW系断層の交会部に分布することから推定すると、これらの鉍化帯は、苦鉄質火成活動の後の断層系の形成に関連して生じた可能性が高い。

(2) 地化学異常と鉍化帯

前述の5か所の主要な鉍化帯と地化学異常が認められる地域とはほぼ一致する。これらの地化学異常帯では、Au, As, Sb, P1 (第1主成分高得点) 及びP2 (第2主成分高得点) の異常が顕著でまとまっている。この結果は、鉍石の分析結果 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn) において、Au以外の鉍化がほとんど認められない事実と調和的であり、本地区における金鉍床の地化学探査に、Au以外では、AsとSbが指示元素として特に有効であることを示している。

また、指示元素別の地化学異常図も合わせて検討した結果、以下の事実が明らかになった。

- ・地化学異常のまとまり具合と鉍化帯の規模は良く相関する。すなわち、地化学異常試料がまとまって分布するLibiri, Koukou Djongou及びTchalkanの各鉍化帯は、1,000m×1,500m前後の大

きな規模を有する。一方、地化学異常試料のまとまりがやや悪いMaka及びTiawa鉍化帯は、200m×300m程度とやや小規模である。

・鉍石の金品位は、より広範囲に広がる地化学異常帯、すなわち、大規模な鉍化帯ほど高い傾向を示す。例えば、Libiri鉍化帯北部で最高Au11.9g/t、Koukou Djongou鉍化帯で最高Au7.05g/t、Tchalkan鉍化帯でAu4.95g/tを示すのに対して、小規模なMaka鉍化帯では最高Au1.58g/t、Tiawa鉍化帯でAu1.10g/tであった。

・鉍石の金品位は、より多元素の地化学異常を有する鉍化帯ほど高い傾向にある。例えば、上述の大規模で金品位の高い鉍化帯は、Au, As, Sb, P1, P2の異常を含み、中にはAg, Pb, Zn, Mo, F, Cr P6の異常も伴うこともある。一方、小規模な鉍化帯では、Au, As, P1の組合にZn又はP2を伴う程度である。

以上のことから、Libiri地区における地化学探査の結果、①広範囲に広がる鉍化帯で地化学異常帯が認められること、②Au, As, Sb, P1, P2などの多くの指示元素及び成分で地化学異常を示すことの2点が重要な指針であると結論される。この指針にしたがうと、本地区内では、Tchalkan鉍化帯、Koukou Djongou鉍化帯及びLibiri鉍化帯北部が特に有望であると考えられ、これらの鉍化帯について、今後更に高次の探鉍を継続するのが望ましい。