

### (3) 地化学探査結果

#### (i) 調査内容

セレンゲ地区、ドゥスディアナ地区、ケレヤ地区、ブグニ地区及びケコロ地区の5地区で地化学探査概査を実施した。

地化学探査試料は、東西方向に平行で1km間隔の採試線上において、250m間隔の測点で採取された。採取試料は原則として地表下30~40cmの土壌とした。分析はマリ国のPDRM(Programme pour le Developpement des Ressources Minerales)で行われた。

試料総数は19,649個である。分析成分は、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sbの7成分である。

7成分、19,649試料の分析結果に対して統計解析を行った。解析内容は、標準統計量の算出、単一変量解析、多変量解析のうちの主成分分析である。

各成分の分析検出限界値と同値以下の試料数を表20に示す。統計解析に際しては、検出限界以下の値を代替値に置き換えて解析を行った。この値を表20に併記する。

分析方法を図43に示す。

表20 分析検出限界値

成分名	分析検出限界値	分析検出限界値以下の試料数と同百分率	分析検出限界以下の値の代替値
Au	5 ppb	17,112 (87%)	2 ppb
Ag	2 ppm	18,569 (95%)	1 ppm
Cu	2 ppm	0 (0%)	--
Pb	2 ppm	0 (0%)	--
Zn	2 ppm	0 (0%)	--
As	2 ppm	4,165 (21%)	1 ppm
Sb	2 ppm	15,263 (78%)	1 ppm

#### (ii) 統計解析結果

7成分の標準統計量を表21に示す。Au, Ag, Sbにおいては、検出限界値以下の試料数が多すぎるため、標準統計量の計算を行っていない。Asにおいては、21%の試料に対し前述の代替値で計算しているため、これらの統計値は参考値程度のものである。

各成分において累積頻度分布図を作成し、地化学異常を抽出した。図42に地化学異常地区分布図を示す。地化学異常母集団とバックグラウンド母集団を区分するしきい値は、Sinclair (1976) 及び大津ほか (1984) を基本とした手法 (社内資料) により決定された。累積頻度分布図及び累積頻度分布解析図を図44に示す。

解析の結果、地化学異常は高異常 (Aランク) と低異常 (Bランク) に区分された。各成分のしきい値及び地化学異常の区分を表22示す。

SCHEMA ANALYTIQUE DU DOSAGE DES ELEMENTS  
DANS LES ECHANTILLONS GEOCHIMIQUES DU PROJET OR-BAGOE

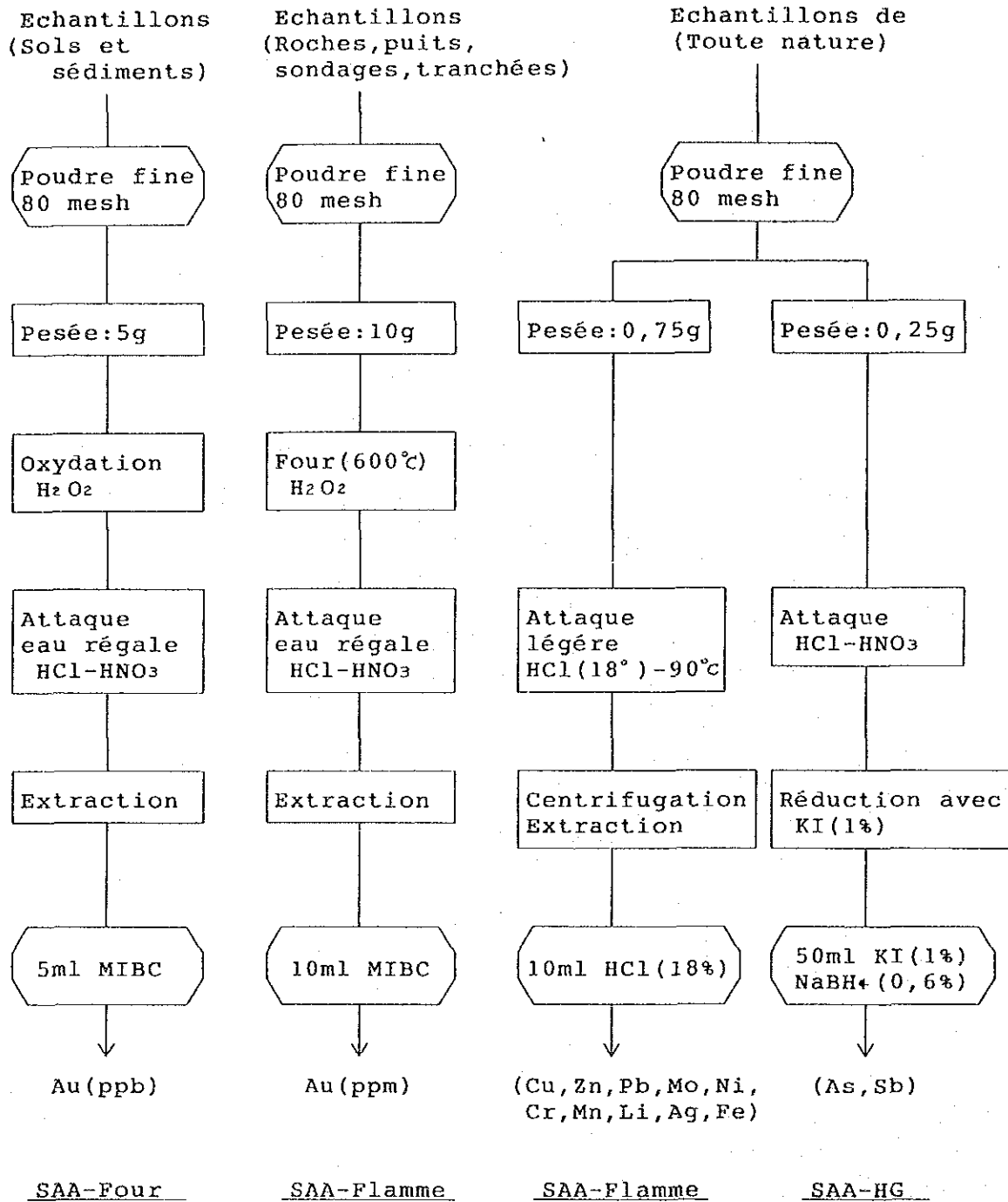


图43 分析方法



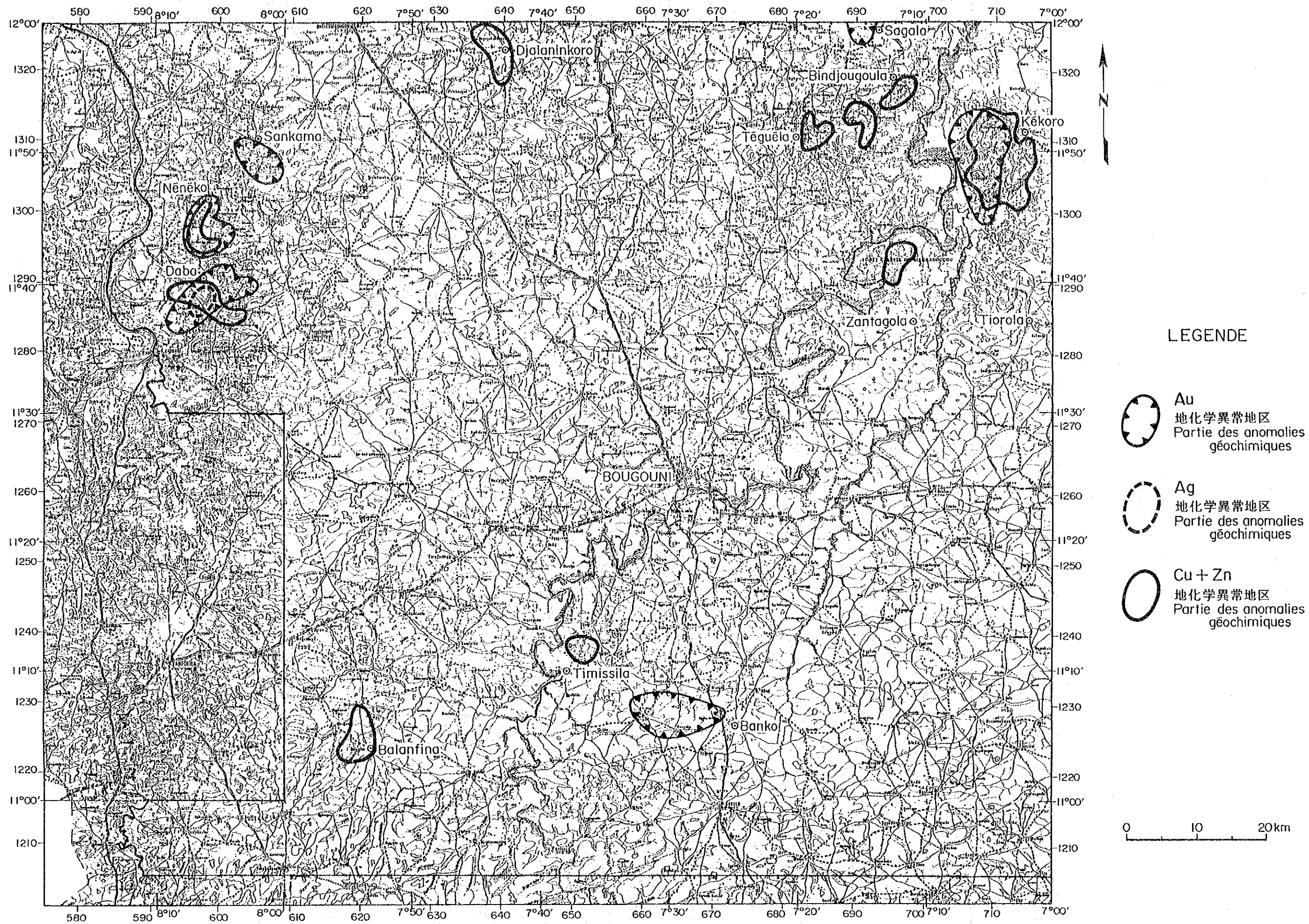


图42 地化学异常地区分布图  
Fig. 42 Distribution des anomalies géochimiques  
-93~94-



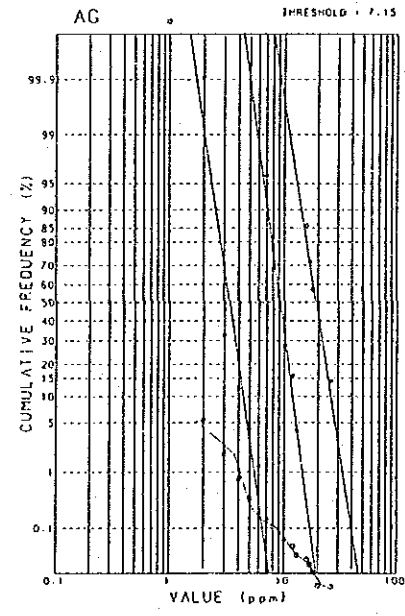
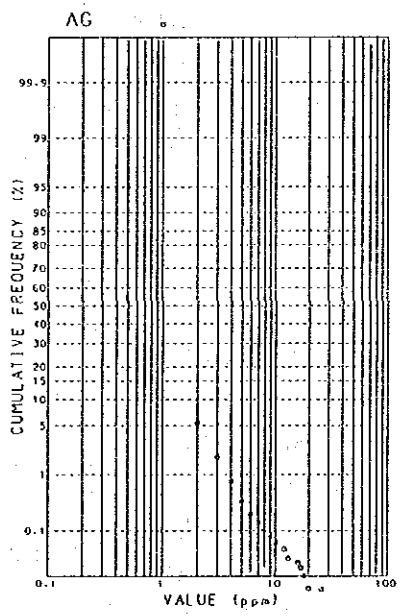
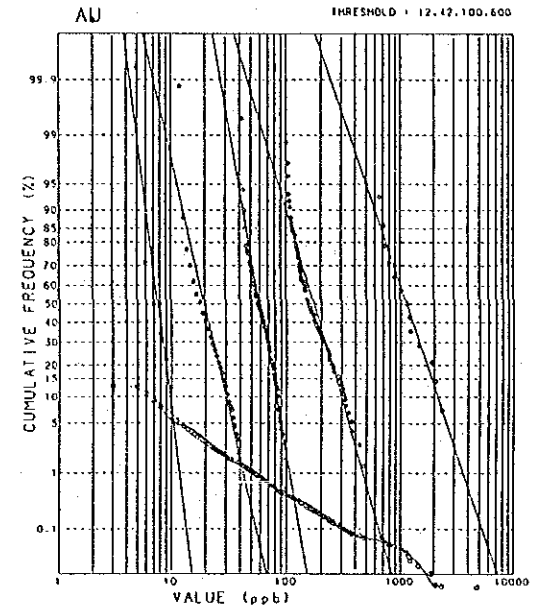
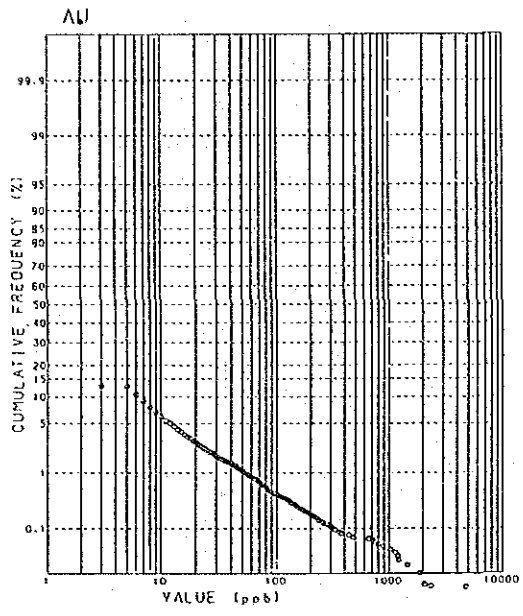


图44 概查地区累積頻度分布図及び累積頻度分布解析図-I (Au, Ag)

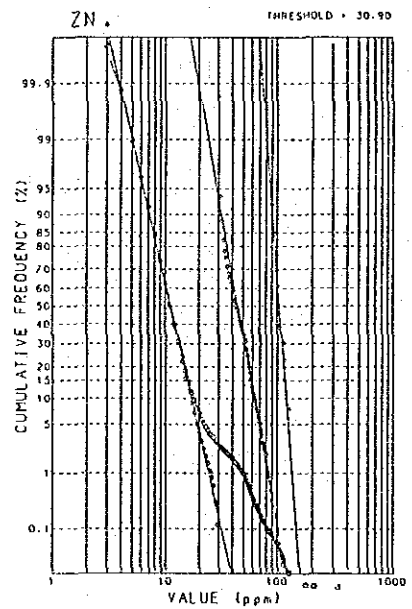
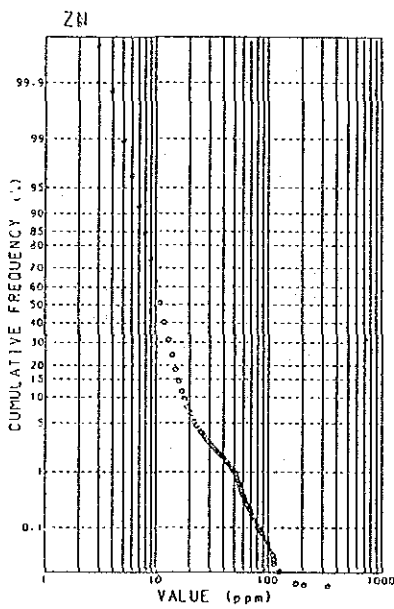
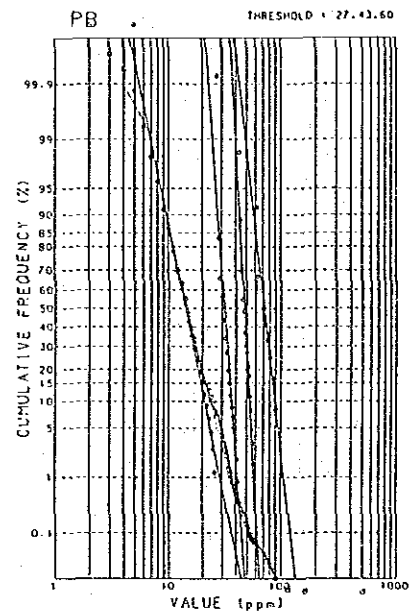
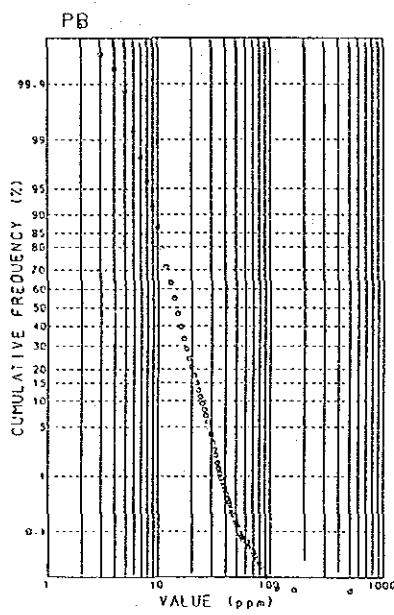
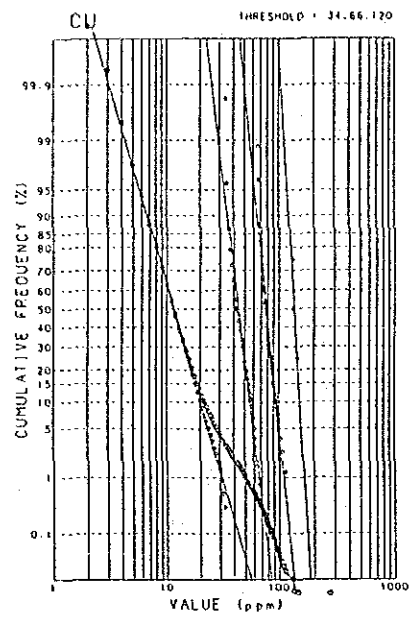
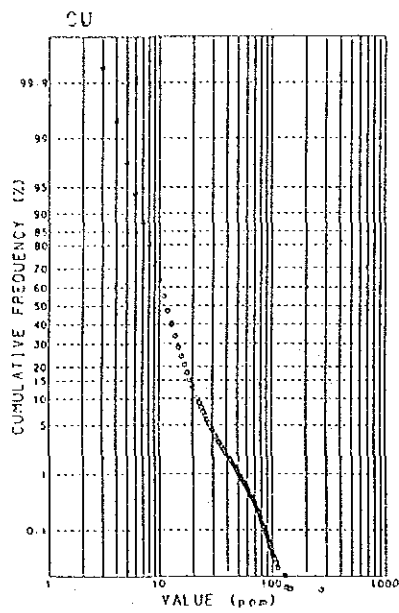


図44 概査地区累積頻度分布図及び累積頻度分布解析図-2 (Cu, Pb, Zn)

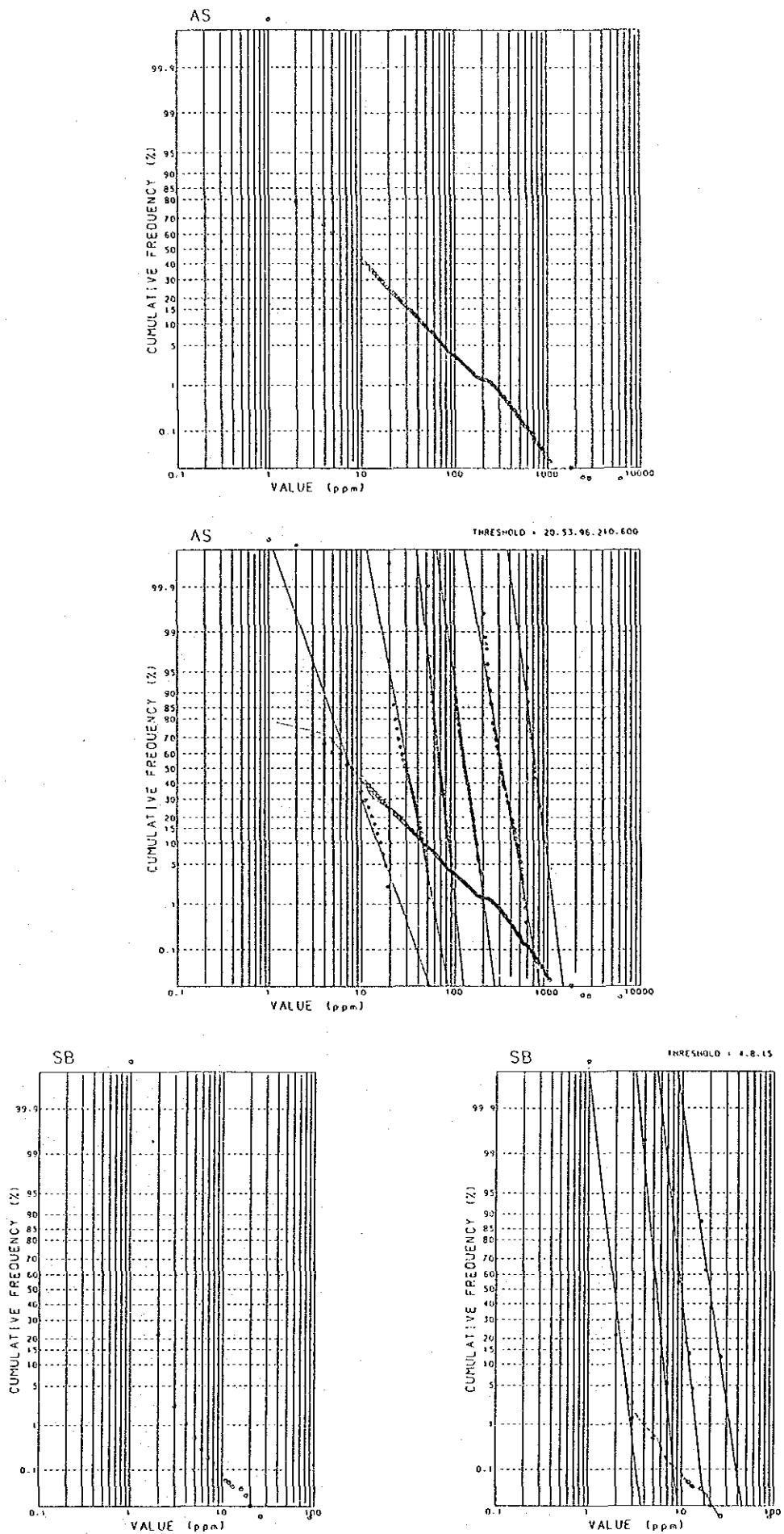


图44 概查地区累積頻度分布図及び累積頻度分布解析図-3 (AS, Sb)



表21 概査地区標準統計量

成分名	単位	最大値	最小値 *1	平均値(M)	標準偏差(S)	M+S	M+2xS
A u	ppb	4770	<5 (2)	—	—	—	—
A g	ppm	26	<2 (1)	—	—	—	—
C u	ppm	270	2	11.5	0.223 *2	19.2	32.0
P b	ppm	505	2	14.4	0.171 *2	21.3	31.5
Z n	ppm	330	2	10.9	0.185 *2	16.7	25.6
A s	ppm	6100	<2 (1)	7.1	0.628 *2	30.0	127.1
S b	ppm	90	<2 (1)	—	—	—	—

\* 1 : 最小値の ( ) 内の値は代替値

\* 2 : 標準偏差の値は対数表示

表22 概査地区しきい値及び地化学異常の区分

成分名	しきい値	地化学異常の 試料数 (百分率)	地化学異常の区分	
			Aランク [試料数]	Bランク [試料数]
A u	100 ppb	88 ( 0.4% )	≥ 600 ppb [14]	600 > ≥ 100 [74]
A g	15 ppm	6 ( 0.1% )	—	≥ 15 ppm [ 6]
C u	34 ppm	609 ( 3.1% )	≥ 120 ppm [ 4]	120 > ≥ 34 [ 605]
P b	60 ppm	14 ( 0.1% )	≥ 100 ppm [ 3]	100 > ≥ 60 [11]
Z n	30 ppm	559 ( 2.8% )	≥ 90 ppm [15]	90 > ≥ 30 [ 544]
A s	210 ppm	260 ( 1.3% )	≥ 600 ppm [26]	600 > ≥ 210 [ 234]
S b	15 ppm	8 ( 0.1% )	≥ 40 ppm [ 1]	40 > ≥ 15 [ 7]

分析された7成分のうちAgとSbを除く5成分で主成分分析を行った。5成分の相関係数を表23に、主成分分析結果を表24に示す。

AgとSbでは検出限界値以下の試料の割合が4分の3を越えており、解析に不都合が生じるため、AgとSbの2成分は解析対象から除外した。Auも90%に近い試料が検出限界以下であるが、調査地は金の鉱化地域であり探査対象が金そのものであること、Auの高い分析値が得られ地化学異常が抽出されたことから、Auは除外しなかった。

相関係数の最大値は Cu-Znの 0.699で、負の相関係数値は存在しない。

相関係数から、5成分は明らかに次の2つのグループに分けることができる。

グループ1： Cu, Pb, Zn, As

グループ2： Au

グループ1の4成分間では相互に相関関係が認められる。この中では相対的に、Cuが他成分と最も良い相関関係を有し、Asが他成分と最も悪い相関関係を示す。

グループ2はAu1成分だけからなり、Auとグループ1の4成分との相関関係は非常に弱い。相対的にはAuはAsと弱い相関関係を有する。Auの場合、検出限界値以下の試料が非常に多く代替値での計算となっているため、ここで算出された相関係数は現実のものより低い値となっている可能性がある。しかし、地化学異常分布からみて、Auと他成分との間の相関関係は実際に弱いと判断される。

表23 概査地区相関マトリックス

成分名	Au	Cu	Pb	Zn	As
Au	-	.115	.027	.075	.149
Cu		-	.510	.699	.463
Pb			-	.447	.486
Zn				-	.322
As					-

表24 概査地区主成分分析結果

PRIN COMP	EIGEN VALUE	CONTRIB	CUM CONTRIB		Au	Cu	Pb	Zn	As
P 1	2.496	0.499	0.499	EIGENVECTOR	.120	.547	.484	.502	.447
				FACTOR LOADING	.190	.864	.764	.794	.706
				CONTRIBUTION	.036	.747	.584	.630	.498
P 2	0.998	0.200	0.699	EIGENVECTOR	.970	-.058	-.160	-.125	.122
				FACTOR LOADING	.969	-.058	-.159	-.125	.122
				CONTRIBUTION	.939	.003	.025	.016	.015
P 3	0.742	0.148	0.847	EIGENVECTOR	-.117	-.313	.356	-.565	.665
				FACTOR LOADING	-.101	-.270	.306	-.487	.573
				CONTRIBUTION	.010	.073	.094	.237	.328
P 4	0.483	0.097	0.944	EIGENVECTOR	.176	-.202	.784	-.084	-.554
				FACTOR LOADING	.122	-.141	.545	-.058	-.385
				CONTRIBUTION	.015	.020	.297	.003	.148
P 5	0.281	0.056	1.000	EIGENVECTOR	-.014	.747	-.005	-.637	-.189
				FACTOR LOADING	-.008	.396	-.003	-.338	-.100
				CONTRIBUTION	.000	.157	.000	.114	.010

主成分分析の結果、5つの成分 (Au, Cu, Pb, Zn, As) は3つの主成分 (第1, 第2, 第3) に集約されることが判明した。各主成分が意味する内容は次のように推定される。

第1主成分：親銅元素の挙動を反映したもので、地質・岩相の相違を指標する。

スコアの値は塩基性火成岩類で高く、酸性火成岩類及び堆積岩類で低くなる。

第2主成分：Auの分析データをほぼそのまま反映し、金の鉱化作用を示標する。

スコアの値は金の鉱徴地で高くなる。

第3主成分：採取土壌の種類や風化程度の相違あるいは地形・地理的な状況の相違を示標する。

以上のように、第1主成分と第3主成分は金の鉱化に直接的に関連しないため、金の探鉱にとって重要な意味を持つのは第2主成分になる。ところが、第2主成分はAuの高寄与率での単独寄与となっているため、第2主成分スコアを用いた解析は、結果的にはAuの分析結果の解析と地化学異常の抽出と同じことになり、主成分分析による解析は必ずしも効果的では無かったと言える。

### (iii) 地化学異常の分布

各成分の地化学異常の分布は以下のようにまとめられる。地化学異常がまとまって分布する地区を表25に、主要な異常分布地区を図42に示す。

Au 分布は散点的であるが、非常に偏っている。まとまった分布は、セレンゲ地区中西部とケコロ地区北東部に存在する。これらはいずれも既知鉱徴地帯にあたる。

各概査地区での分布状況は次のとおりである。

セレンゲ地区：中西部のNeneko南方とDaba南方に密に分布。北部のSankama 周辺に点在。

ドゥスディアナ地区：非常に散点的でまとまった分布を示さない。

ケレヤ地区：離れて2点のみが分布。

ブグニ地区：南端部のBanko 西方に散点的に4点のみが分布。

ケコロ地区：北東部のKekoro西方に密に分布。北西端部のSagala周辺に4点が集中。左記以外は散点的に分布。

Ag 地化学異常の地点数は6点と少ないが、このすべてがセレンゲ地区中西部のDaba南方にまとまって分布する。すべてのAgの異常はAuの異常と重複している。

Cu 分布はかなりまとまっており、非常に偏っている。

Cuの異常分布は塩基性火成岩類（粗粒玄武岩、閃緑岩、変斑れい岩等）の分布に非常に調和的である。一般に、Cuは酸性火成岩類（調査地域では花崗岩類）及び堆積岩類（同Birrimien 累層群の片岩）よりも塩基性火成岩類に多く含まれているため、塩基性火成岩類の分布がCuの異常分布として捕捉されたものである。Cuの異常が塩基性火成岩類に対応してまとまって分布するのは次の地域である。（）内は地質岩石名。

ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地周辺（粗粒玄武岩及び閃緑岩貫入岩）

ケコロ地区北西部のTeguella からBindjougoulaにかけて（粗粒玄武岩及び閃緑岩貫入岩）

ケコロ地区南西部のZantogola 北方 (Birrimien 累層群の変斑れい岩)  
 ブグニ地区南西部のTimissila 北方 (Birrimien 累層群の変斑れい岩)  
 ケレヤ地区北東部のDjalaninkoro西方 (粗粒玄武岩及び閃緑岩貫入岩)

2年次の調査地域では塩基性火成岩類の分布が少ないため、これらの地域にはCuの異常分布も比較的少なくなっている。

Pb 地化学異常の地点数が少なく、分布はきわめて散点的で、まとまった分布は認められない。Pbの異常と他成分の異常との関連性も認められない。

Zn 分布はかなりまとまっているが、散点的な分布も多い。Znの異常分布もCu同様、塩基性火成岩類の分布に調和している。したがって、Znの異常分布はCuの異常分布と重複することが多く、まとまった分布域はCuの異常分布と同じである。

As 分布は比較的まとまっており、非常に偏っている。2年次の調査結果ではAsの分析データが非常に不自然なため、地化学異常地区の選出は3年次の調査地区のみを対象とした。

最も密な分布は、ケコロ地区北東部のKekoro西方及び南西方に認められる。この他にケコロ地区南西部のTiorola 北西方、北西部のSagala南西方などにまとまった分布が認められる。

統計解析結果では、AsとCu, Pb, Znの間に弱い相関関係が認められたが、Asの異常分布がCu, Pb, Znの異常分布と重複することは少ない。

一般に、金鉱床地帯では、AsとAuの地化学異常は重複することが多いが、本調査地域ではAsの異常はAuの異常と重複せず、Auの異常の周辺に分布する傾向が認められる。

Sb 地化学異常の地点数が少なく、分布は散点的で、まとまった分布は認められない。Sbの異常と他成分の異常との関連性も認められない。

表25 概査地区地化学異常の分布

成分名	地化学異常地区
Au	Neneko南 (SL), Daba南 (SL), Sankama 南 (SL), Kekoro西 (KK) Sagala西 (KK), Tinkeleni 北西 (KK), Banko 西 (BG)
Ag	Daba南 (SL)
As	Kekoro西 (KK), Tiorola 北西 (KK), Sagala南西 (KK)
Cu	Neneko南 (SL), Daba南 (SL), Kekoro西 (KK), Djalaninkoro西 (KL) Balanfina 西 (DS), Teguela-Bindjougoula (KK), Zantogola 北 (KK) Timissila 北 (BG)
Zn	Neneko南 (KK), Kekoro西 (KK), Balanfina 西 (DS) Teguela-Bindjougoula (KK), Zantogola 北 (KK), Timissila 北 (BG)

SL: セレンゲ地区      DS: ドゥスディアナ地区      KL: ケレヤ地区  
 BG: ブグニ地区      KK: ケコロ地区

#### (iv) 考 察

まとまったAu地化学異常は、砂金採掘井戸や石英脈転石などの既知金鉱徴が見られるセレンゲ地区中西部とケコロ地区北東部に分布する。セレンゲ地区中西部に対しては、第2年次及び第3年次の精査対象区域となったことから、詳細は2.4.2 精査地区調査結果を参照されたい。ここではケコロ地区北東部のAu地化学異常と地質、鉱化帯との関係について記す。

#### ケコロ地区北東部のAu地化学異常と地質、鉱化帯

ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地は複雑な地質からなり、砂金の採取跡、石英脈転石帯、熱水変質等の鉱徴が存在する。この地域には多成分の地化学異常が数多く分布しており、調査地域内で最も注目される地域の一つである

以下に、この環状山地周辺の範囲についての考察を示す。図45に概略地質図というべきケコロ貫入岩の分布を、図46にAuの地化学異常の分布を、図47に同範囲の鉱徴等を示す。

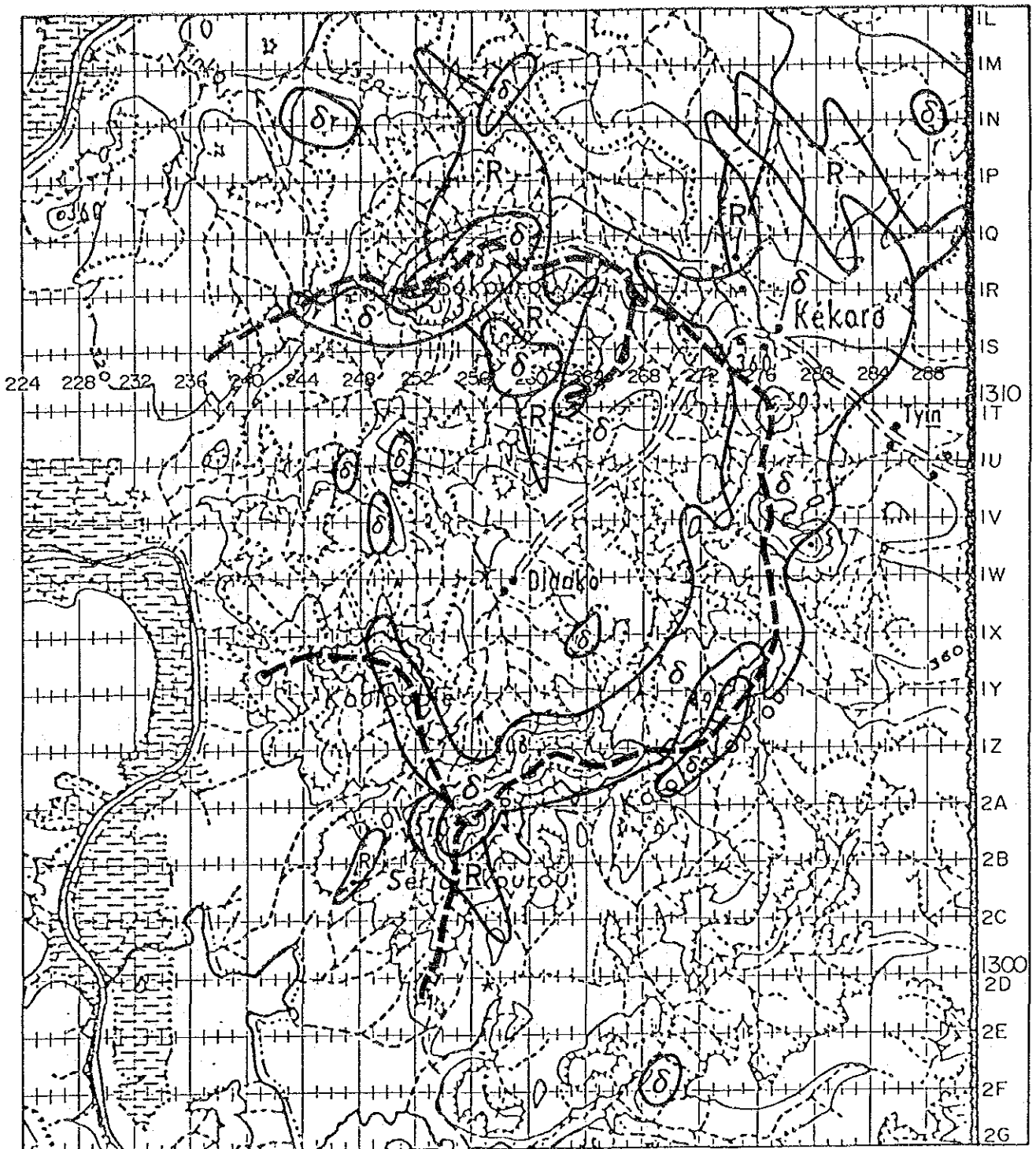
**地質** 本地域の地質は、基盤となるBirrimien 累層群の片岩、環状の山体をなし広範囲に貫入する粗粒玄武岩及び閃緑岩、この周辺に小規模に貫入した流紋岩からなる。流紋岩は珪化・黄鉄鉱・鉄鉱などの熱水変質を受けているが、粗粒玄武岩及び閃緑岩は熱水変質を受けていない。粗粒玄武岩の貫入岩体は特徴的な環状地形を呈している。図45にこの環状山地の尾根線を示してある。

**鉱化** 石英脈転石の鉱石分析では、最大 171 ppbの金含有量が確認された。本地域の金の鉱化作用をもたらした火成活動は流紋岩の貫入活動と推定されるが、石英脈転石の生成機構、過去に採掘された砂金の本源、金の集積機構など不明な点は多い。

**地化学異常** 図46に示すように、金の鉱徴は環状尾根線の内側に分布している。Auの地化学異常は散点的に粗粒玄武岩及び流紋岩の周囲に存在しており、これら貫入岩体上に位置することはない。また、地形的には環状山体の裾野の沢部に位置することが多い。Au含有量が13 ppb以上の高バックグラウンド試料は地化学異常の周辺にハロー的に分布している。

本地化学探査は概査であり、採試線上で機械的に等間隔で地化学探査試料を採取しており、鉱徴上で試料を採取していないことも多い。このことと調査地域の砂金鉱床の形態が図41に示すTypeA, TypeC を主とすると考えられることが、既存鉱徴近傍に地化学異常が存在しない原因ともなっている。

**結論** 地化学異常分布と地形・地質との関係から、Auの地化学異常は、図41に示された TYPE-B の現地砂礫鉱床を示唆するものではなく、TYPE-AからTYPE-C的な漂砂鉱床を指示するものと考えられる。この考えに立つと、砂金の本源はKebekourou山, Koulouble 山, Seridje kourou山周辺に存在すると推定される。



1 : 100,000



LEGENDE



塩基性貫入岩類  
Basique roche intrusive  
(Dolérite, Gabbro, Diorite)

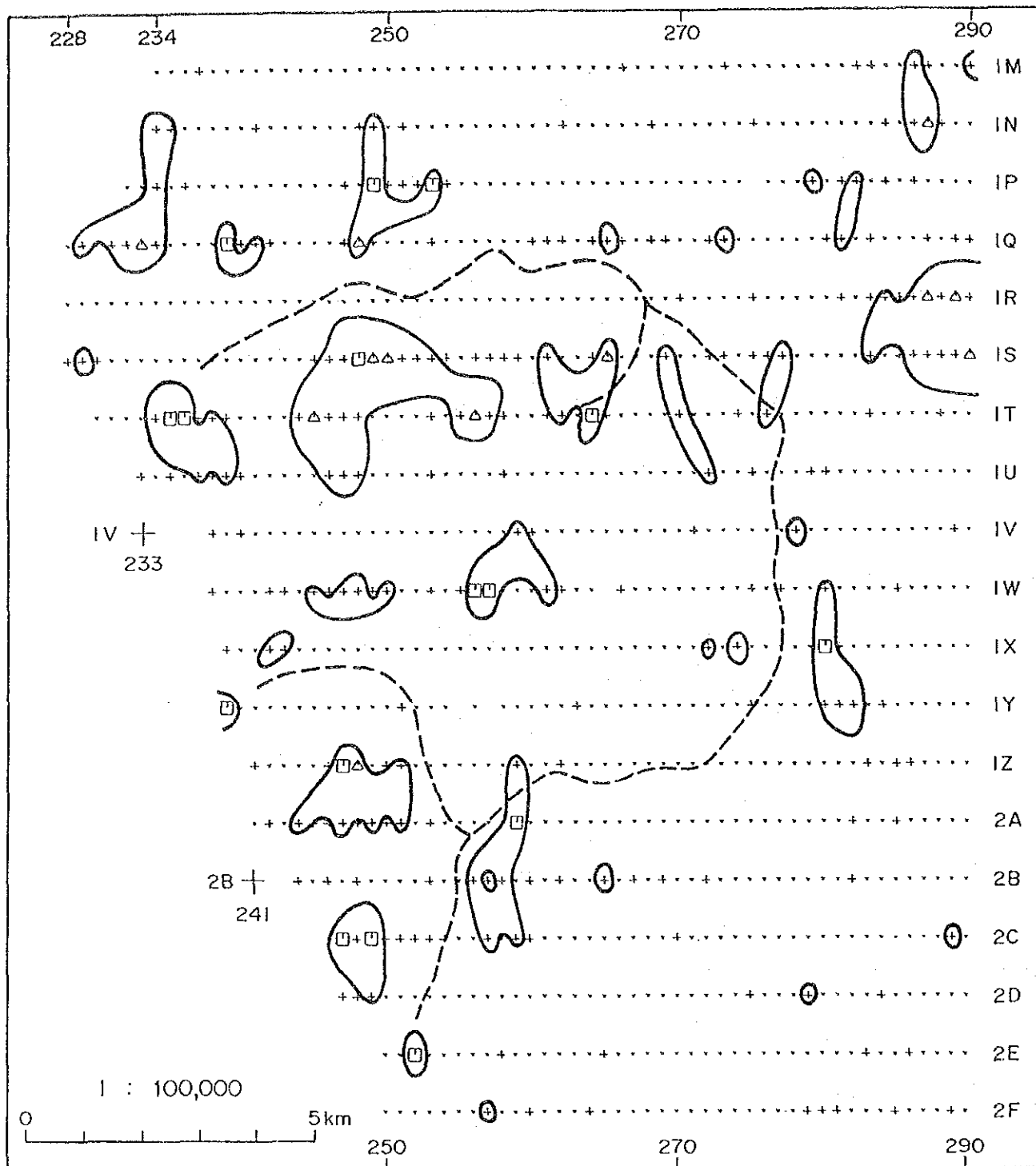


酸性貫入岩類  
Acide roche intrusive  
(Rhyolite, Dacite)




環状の尾根線  
Arête circulaire

図45 ケコロ貫入岩の分布図 (ケコロ地区北東部)  
Distribution des roches intrusives  
(Secteur de Kékoro nord-est)

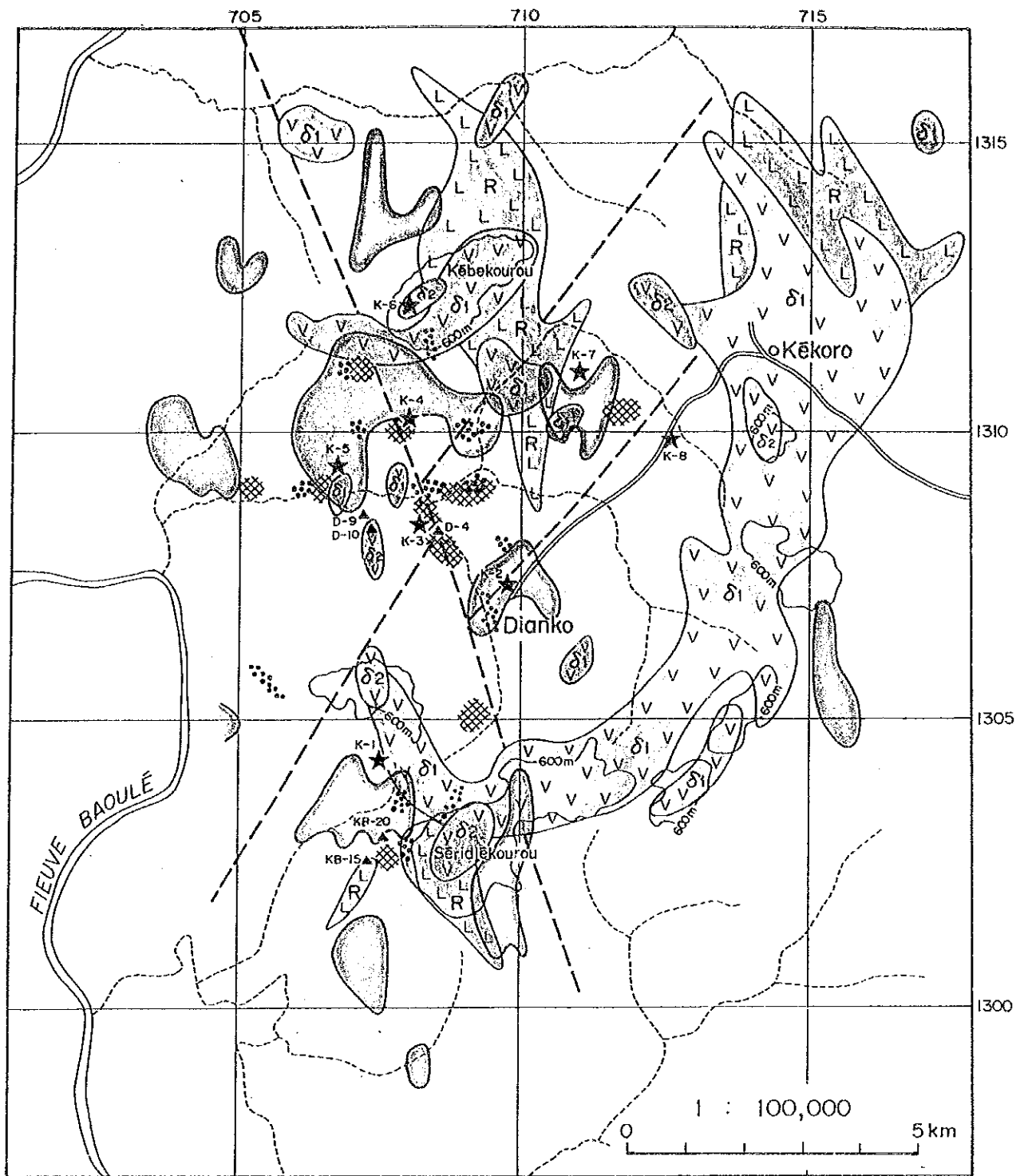


LEGENDE

- |  |   |   |
|--|---|---|
| $\square \geq 100$<br>$100 > \triangle \geq 50$<br>$50 > + \geq 5$<br>$5 > \times$ | 異常母集団<br>Population anormale<br><br>} バックグラウンド母集団<br>Population du fond |  環状の尾根線<br>Arête circulaire |
|--|---|---|

(単位 Unité : ppb)

図46 Au地化学異常分布図 (ケコロ地区北東部)  
 Distribution anormale géochimique en or  
 (Secteur de Kēkoro nord-est)



- |   |  |
|---|--|
| <p>★ 初年度鉱徴調査地<br/>Domaine d'indice minéralisé<br/>étudié en première année</p> <p>● 砂金採取跡<br/>Carrière ancienne de paillette</p> <p>■ 石英転鉱帯<br/>Zone d'épandage de blocs<br/>de quartz</p> <p>▲ 化学分析試料位置<br/>Prélèvement pour l'étude géochimique</p> | <p>○ Au地化学異常 &gt;100ppbを含む集団<br/>Anomalie géochimique en or<br/>(teneurs d'or &gt;100ppb)</p> <p>□ LRL rhyolite</p> <p>□ VδV dolerite : δ1 et diorite : δ2</p> <p>--- ランドサット画像による推定断層<br/>la faille présumée par Landsat</p> |
|---|--|

図47 地質・鉱徴・Au地化学異常集成図（ケコロ地区北東部）  
Géologie, indices minéralisés et anomalies géochimiques en or  
(la partie nord-est du secteur de Kékoro)





## 2.4.2 精査地区（セレンゲ地区）

### (1) D-1, D-2, D-3 地区

セレンゲ地区内の鉱微分布地で精査を行った。精査地区は、Neneko南方のD-1地区、Daha南方のD-2地区及びDalabala南方のD-3地区からなる。

地化学探査試料の採取は、探試線沿いに歩測によって求めた100m間隔の測点上で行われた。探試線は、車両通行可能な道路上に設けられた基点から、簡易測量によって南北方向に500m間隔に設定した。基点の位置は、GPS（Global Positioning System）を用いて決定した。地化学探査試料の採取方法・調整・分析などは概査と同様である。探試総個数は1,600個である。

セレンゲ地区の地化学探査概査結果から明らかなように、地化学異常はD-1地区及びD-2地区にまとまって分布する。したがって、D-1地区及びD-2地区を解析の対象とした。

これらの地区の標準統計量を表26, 27に示す。統計処理に際して、検出限界以下の値を検出限界値の1/2の値に置き換えた。なお、Sb・Agは殆どの試料が検出限界値以下又は2-4ppmの値である。表26, 27には、D-1地区とD-2地区のAuの差が統計的に認められるほかは、2つの母集団に差は認められない。

D-1・D-2地区における地化学探査解析結果図を図48, 49に示す。なお、しきい値としては、概査結果のしきい値を採用した。

表26 標準統計量（セレンゲ鉱微地地区D-1）

分析成分	単位	最大値	最小値	平均	標準偏差
Au	ppb	1895	<5.0	10.30	76.84
Ag	ppm	4	<2.0	—	—
Cu	ppm	112	5.0	18.49	10.40
Pb	ppm	70	3.0	15.91	7.59
Zn	ppm	205	4.0	13.55	9.18
As	ppm	139	<2.0	26.33	39.09
Sb	ppm	90	<2.0	—	—

表27 標準統計量（セレンゲ鉱微地地区D-2）

分析成分	単位	最大値	最小値	平均	標準偏差
Au	ppb	4770	<5.0	18.86	173.89
Ag	ppm	4	<2.0	—	—
Cu	ppm	133	3.0	14.73	10.28
Pb	ppm	53	4.0	14.48	6.58
Zn	ppm	66	3.0	11.76	5.40
As	ppm	110	<2.0	20.83	32.83
Sb	ppm	5	<2.0	—	—

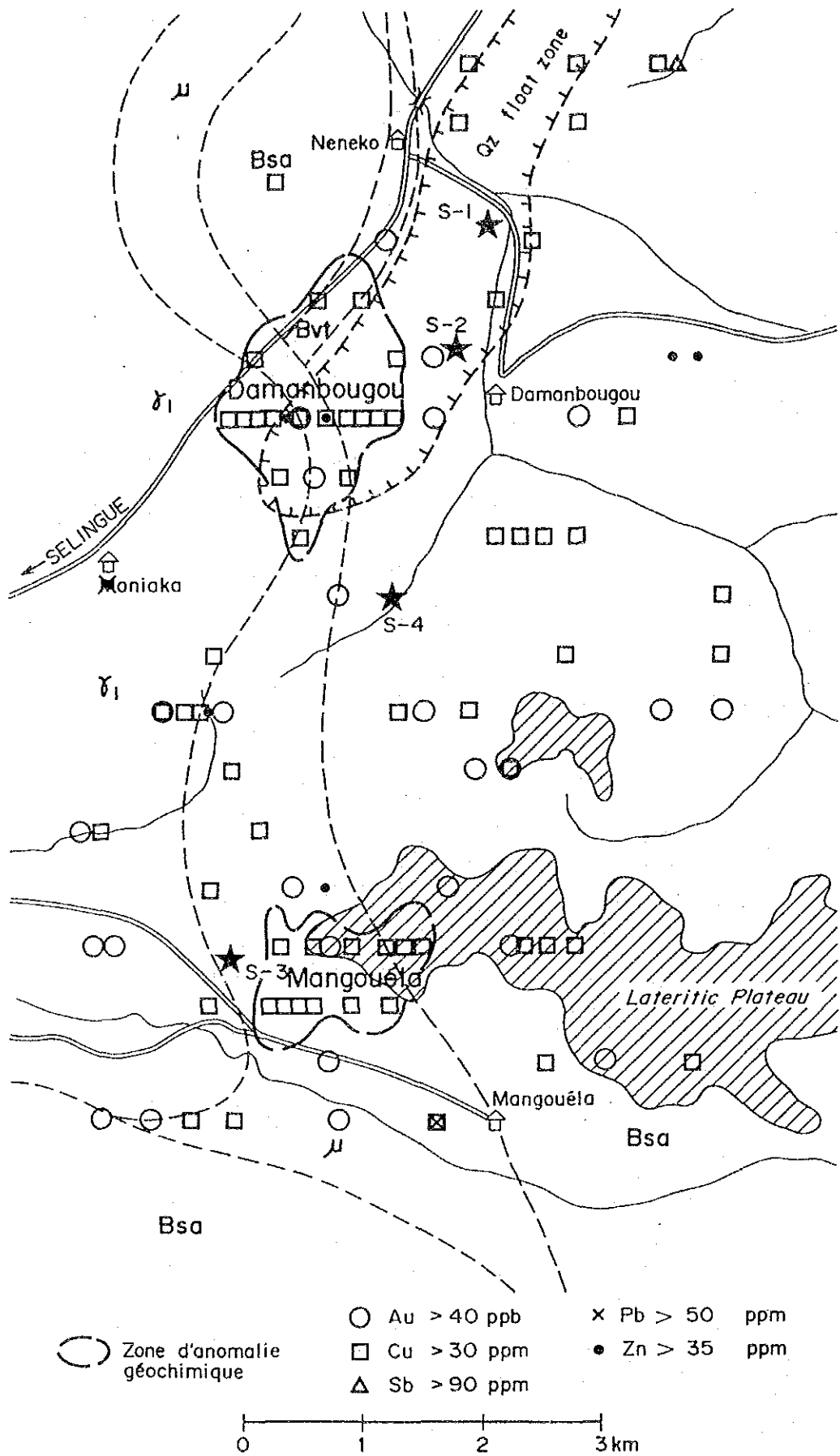


图48 D-1地区地化学探查解析结果图

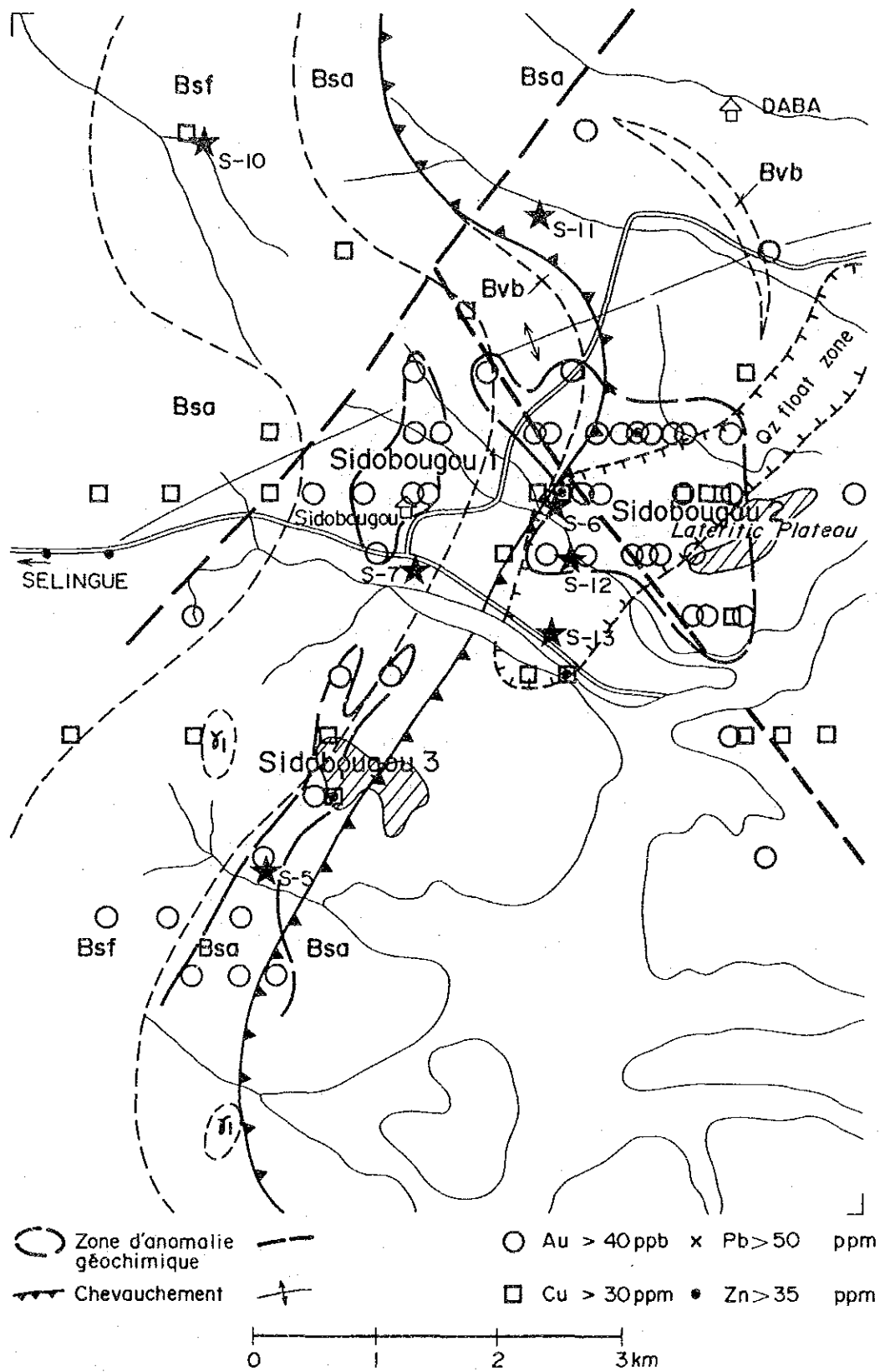


图49 D-2地区地化学探查解析结果图

(a) D-1 地区の地化学異常

**Au** 地化学異常は2～3点の連続で認められるほかは、まとまった分布を示さない。鉍徴地2及びその南西方ではN-S方向に、また、本地区南部では、NW-SE方向に地化学異常が散点的に配列する。

**Cu** 地化学異常は本地区全域に散点的に認められる。まとまった分布を示すのは、鉍徴地S-2西方(Damanbougou)、鉍徴地S-3東方(Mandouela)などである。鉍徴地S-2西方の地化学異常は石英脈転石帯に一致する。

**Pb** 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。Damanbougou西方及びMangouela西方に1点だけの地化学異常が見られる。

**Zn** 地化学異常はまとまった分布を示さない。鉍徴地S-2東方及び西方などで地化学異常が認められる。

**As** 本地区北部及び南部で、E-W方向に地化学異常が直線的に認められる。人為的汚染、採試・分析の誤りなどの直接鉍床に由来しない地化学異常と考えられる。

**Sb** 地化学異常は認められない。本地区北部で最高値90ppmを示す。

各指示元素が重複する区域として、Damanbougou、Mandouelaなどがあげられる。

(b) D-2 地区の地化学異常

**Au** 地化学異常がまとまって広く分布するのは、鉍徴地S-7北方及び鉍徴地S-6東方である。その他、鉍徴地S-7から鉍徴地S-5にかけてNNE-SSW方向に地化学異常が散点的に配列する。Daba南方の試料が最大値4,770ppbを示す。

**Cu** 地化学異常がまとまって広く分布するのは、Daba南方、鉍徴地S-6周辺、Silobougou西方及び南方、鉍徴地S-13南方などである。これらの地化学異常は石英脈転石帯に概ね一致する。その他、S-7西方に1点だけの地化学異常が見られる。

**Pb** 本地区中央部に1点だけの地化学異常が見られる。

**Zn** 地化学異常は本地区中央部に散点的に認められる。

**As** 本地区中央部にE-W方向に地化学異常が直線的に認められる。人為的汚染、採試・分析の誤りなどの直接鉍床に由来しない地化学異常と考えられる。

**Sb** 地化学異常は認められない。

## (2) Silobougou区域

本区域は、第2年次のセレンゲ地区D-2精査地区の地化学探査の結果から、金鉱床賦存有望区域として選出された。

### (i) 地質・構造

Silobougou区域の地質図及び同断面図を図50に示す。

地質は、主に Birrimien累層群の泥質片岩、砂岩、酸性火砕岩、変玄武岩からなり、このほか Birrimien 累層群を貫く貫入岩として黒雲母花崗閃緑岩及び斑れい岩の小岩体が推定される。

露出が乏しいことから Birrimien累層群の地質構造の詳細は不明である。計測された層理は3箇所、いずれも走向 NNE、東または西に傾斜していることから、全体としては広域地質の構造である走向 NNE・傾斜SEを卓越させながら、褶曲をしているものと推定される。第2年次調査の結果では、NNE～NS方向の衝上断層が区域北西部に推定されている。また、第1年次のランドサット画像解析結果によるNW方向のリニアメントが本区域中央部に判読されている。

区域の地形は、侵蝕を受けたラテライト台地からなる。ラテライト台地上面は高位の平坦面を構成し、その下位には低位の平坦面及び低位の平坦面を侵食する幅30-70mの河床部がある。河床からの比高は、高位の平坦面が20-25m、低位の平坦面が約5mである。

### (ii) 鉱化作用

#### (a) 鉱微地

##### Silobougou砂金採掘帯

本区域内の金示徴は、地域住民による砂金採掘箇所（井戸）の存在によって示される。砂金採掘箇所の分布を図54に示す。

砂金採掘箇所の分布の特徴は、採掘箇所がラテライト台地の侵蝕された所に位置することと、NW-SE 方向に伸長する一つの明瞭な砂金採掘帯が見られることである。この砂金採掘帯を Silobougou砂金採掘帯と仮称し、その明瞭な方向性から、深部には金石英脈を胚胎する同方向の断層帯が推定される。Silobougou砂金採掘帯の概要は以下のとおりである。

採掘帯幅：平均100m (50m-200m)

延長：約1.4Km、NW側は尖滅状、SE側はダム湖に断たれる。

伸長方向：NW-SE（同方向のリニアメントがほぼ同位置に読まれており、構造規制が窺われる）

鉱石：地域住民は、ラテライト化により濃集した風化残留砂金を採掘している。初生の鉱石としては石英脈転石が見られるが、Syama 鉱山の例からは、金は変質母岩中にも含まれている可能性がある。

鉱石鉱物：石英脈転石中に硫砒鉄鉱が認められた。また第2年次調査の結果では、石英脈転石中に硫砒鉄鉱のほか針鉄鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱が認められている。石英中に硫化鉱物は殆ど見られないが、これは酸化のためだけではなく、もともと少ないことに起因するようみられる。

脈石鉱物：石英，カオリン，電気石など  
母 岩：泥質片岩（Bsa）を主

砂金採掘帯は，ラテライト層上位のハードキャップ（Cuirasse）が一部削剥を受けて薄くなり，採掘がやり易くなった所に位置する。地域住民による風化残留砂金の採掘は，直径約80cm，深さ10.1m～14.4m（15箇所平均12.1m）の井戸と，その坑底を結ぶ井戸と同じ径のトンネルにより行われている。井戸は，間隔1.5m～3mで直線状に並んでおり，その方向は，採掘帯の方向に高角度のものが多く，マリ側地質技術者の話では，この方法による金の回収は，採掘量が風化残留砂金鉱量全体の約30%どまり，パンニングに掛かる金の量が砂金鉱石に含まれる金量の約30%ということで，砂金量全体の9%くらいまでしか回収されていないということである。

#### (b) 室内試験結果

##### 鉱石分析結果

金を含んでいる可能性のあるものとして，次の3種を分析に供した。

- A：石英脈転石
- B：強風化母岩（泥質片岩サブロライト）
- C：井戸坑底部ラテライトまたは篩済みラテライト（砂金鉱石）

石英脈転石には白色石英>灰色石英（smoky quartz）からなり，金は後者に多いということである。石英脈転石には角礫化を受けたもの，元の硫化鉱物が酸化したような褐鉄鉱部を含むものなど見られるが，これらの量は少ない。

分析結果を表28に示す。Agは全て2ppm以下である。

Au>100ppbの試料は，石英脈転石（Q06: Au 228ppb），強風化母岩（U09-2: Au 131ppb），ラテライト（R05-1: Au 970ppb, R06-4: Au 1150ppb）の各試料に見られる。この結果は，初生金鉱化作用が石英脈のみならず母岩にも及んでいる可能性があること，及び，風化過程でラテライト化層の下底に金が濃集してきたことを示していると考えられる。また，金品位が全体に低いことは，初生鉱化作用が比較的到低品位であることを示すものかもしれない。

なお，鉱石分析は土壌試料と同じく，マリ国PDRM分析所において行われた。

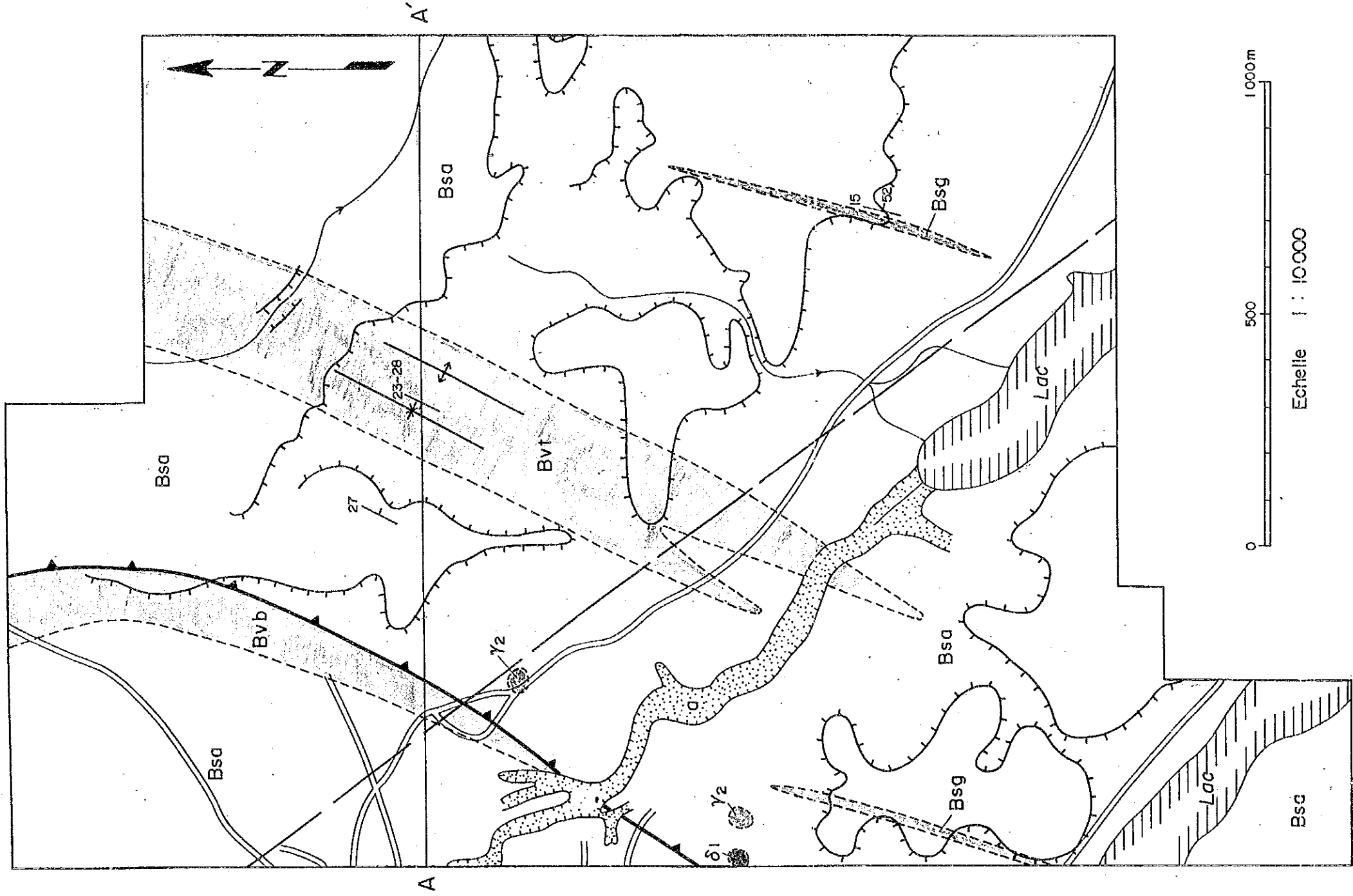
##### 研磨片観察結果

Silobougou区域の5個の石英脈転石試料中に自然金は認められず，硫化鉱物としては硫砒鉄鉱のみが認められた。Kalana鉱山の熱水変質を被った閃緑岩には黄銅鉱と磁硫鉄鉱が認められ，また，これらの硫化鉱物は，Silobougou区域の熱水変質を被った斑れい岩にも見出だされた。

Kalana鉱山の金鉱床は，閃緑岩岩株の貫入後に発生した熱水過程によって形成された可能性が高く，Silobougou区域での熱水変質を受けた類似の完晶質貫入岩の存在は，同区域での熱水性金鉱床の賦存可能性が高いことを示すものと考えられる。







LEGENDE

- |                            |  |                                  |
|----------------------------|--|----------------------------------|
| Alluvions récentes         |  | Argileux, sables                 |
| Intrusives posttectoniques |  | Gabbro                           |
| Granitoïdes éburnéens      |  | Granites à biotite               |
| Système Birrimien          |  | Grès arenitique                  |
|                            |  | Schistes argileux                |
|                            |  | Tufs felsique                    |
|                            |  | Métabasaltes, schistes verifs    |
|                            |  | Contour géologique               |
|                            |  | Chevauchement                    |
|                            |  | Linéament                        |
|                            |  | Axe synclinal et anticlinal      |
|                            |  | Direction et pendage des couches |
|                            |  | Plateaux lateritiques            |
|                            |  | Ravin                            |

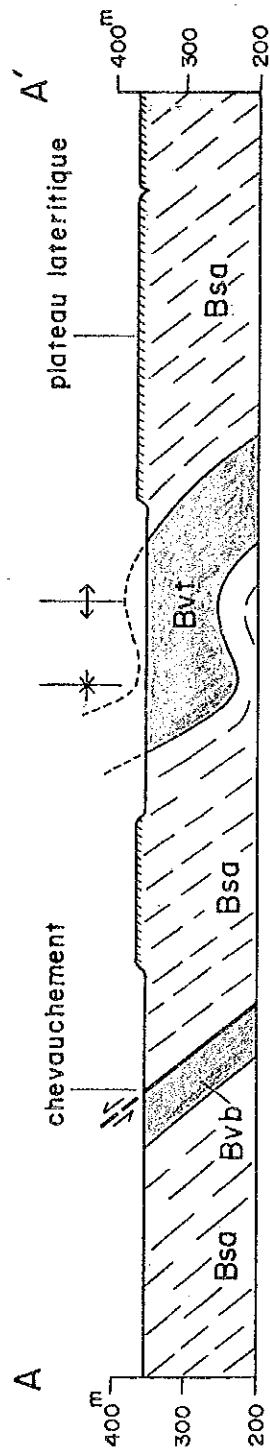


图50 Silobougou区域地质图及剖面图



表28 鉍石分析結果 (Silobougou区域)

試料番号	試料の種類	Au(ppb)	Ag(ppm)	記事
N04	A	<5	<2	smoky quartz
P04-1	B	7	<2	saprolite
P04-2	B	5	<2	do.
P04-3	B	<5	<2	do.
P04-4	C	9	<2	panned carapace
P04-5	A	<5	<2	smoky quartz
P04-6	A	<5	<2	limonitized quartz
P05-1	C	48	<2	pit bottom carapace
Q06	A	228	<2	smoky quartz
R05-1	C	970	<2	panned carapace
R06-1	C	6	<2	do.
R06-2	B	7	<2	saprolite
R06-3	B	9	<2	do.
R06-4	C	1150	<2	pit bottom carapace
R06-5	A	<5	<2	smoky quartz
S06-2	A	<5	<2	milky white quartz
S06-3	A	<5	<2	limonitized brecciated quartz
S07	A	<5	<2	black quartz
U08-2	A	<5	<2	smoky quartz
U09-1	C	10	<2	panned carapace
U09-2	B	131	<2	saprolite
U09-3	C	<5	<2	panned carapace
U09-4	C	<5	<2	do.
U09-5	B	5	<2	saprolite
V09-a	A	21	<2	arsenopyrite-bearing milky white quartz

注) 試料番号は、採取位置グリッドを表す。

試料の種類    A : 石英脈転石  
                   B : 強風化母岩 (泥質片岩サプロライト)  
                   C : 坑底ラテライトまたは篩済みラテライト (砂金鉍石)

## 流体包有物試験結果

試料は、Silobougou砂金採掘帯で採取された石英脈転石4試料からなる。

均質化温度のヒストグラムを図51に示す。これらの均質化温度は脈石英生成温度の下限を示すもので、圧力や組成による温度補正はなされていない。実際に流体包有物がトラップされた真の生成温度は、得られた均質化温度より若干高いものと考えられる。

今回の少数の石英脈転石試料の測定結果からは、Silobougou鉱徴の石英は、メソサーマル帯(200-300℃)を中心とする広い温度範囲で晶出したことが窺える。また、Kalana鉱床では石英脈の晶出温度として、デクレピテーション法により340-420℃というカタサーマル帯の値が得られていることから、Silobougou鉱徴はKalana鉱床に比べて、より浅所で形成されたものとみることができよう。

### (c) 鉱化作用のタイプ

#### 風化残留砂金鉱床

初生鉱床中の金が、ラテライト化の過程で、重力により或いは化学的溶解と析出により下部に移動濃集したもので、地域住民の採掘対象となっている。濃集部の深度は井戸の深さから12m前後とみられる。濃集部の品位は、経験的に約Au 6g/t以上でないと地域住民の採掘対象とならないということから、6g/t以上が推定されるが、採掘されたラテライトの分析結果ではAu 1150ppbが最高値であった。濃集部の厚さは不明。

井戸の掘削ズリの観察では、“砂金鉱石”は、褐鉄鉱で汚染された粘土質のラテライトからなり、原岩構造を残していない。また、井戸底部の掘削ズリと見られるものの中には、原岩構造を残した強風化泥質片岩(サブロライト)が見られることから判断して、砂金濃集部はサブロライト層の上位に位置している可能性が高い。

図52にSilobougou砂金採掘帯を横断する模式断面を示す。

Silobougou砂金採掘帯の金は、採掘帯が川に沿っていることや、後述するようにAu地化学異常とは密接には関係しないことなどから、深所の川砂金とも考えられるが、以下の理由によりその可能性は低い。

- ①川はラテライト層を比較的最近に開折して流れているもので、河床はラテライトハードキャップ(Cuirasse)よりなり、その上に未固結の砂層が乗っている。
- ②採掘ズリの観察では、河床砂礫は見られなかった。
- ③多くの転石及び幾つかの岩石露出は、本区域の地質が主に泥質片岩からなっていることを示しているが、採掘帯の転石及び採掘ズリ中の岩石片も泥質片岩を主としており、これに矛盾しない。
- ④砂金濃集部はサブロライト層の直上に位置している可能性が高いが、これは金鉱化岩石がラテライト化した場合の一般的な金濃集部に一致する。
- ⑤井戸坑底の基盤から採取されたとみられる強風化泥質片岩(サブロライト)の中には、化学分析の結果、金を含有するもの(試料U09-2: Au131ppb)があることから、金の鉱化作用は金採掘

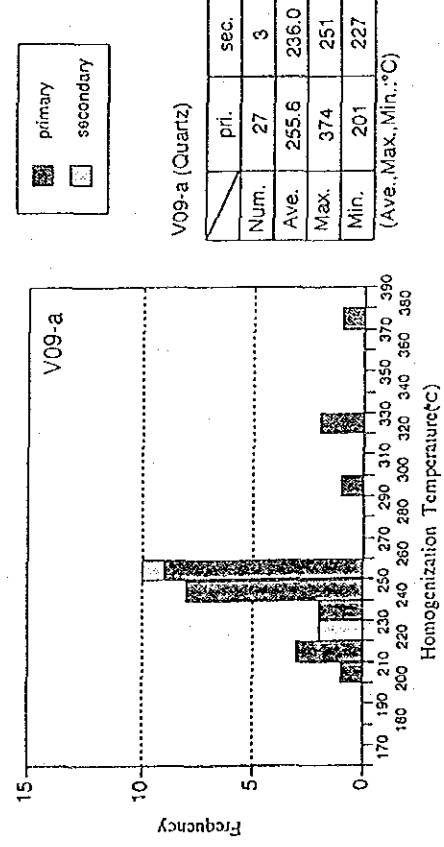
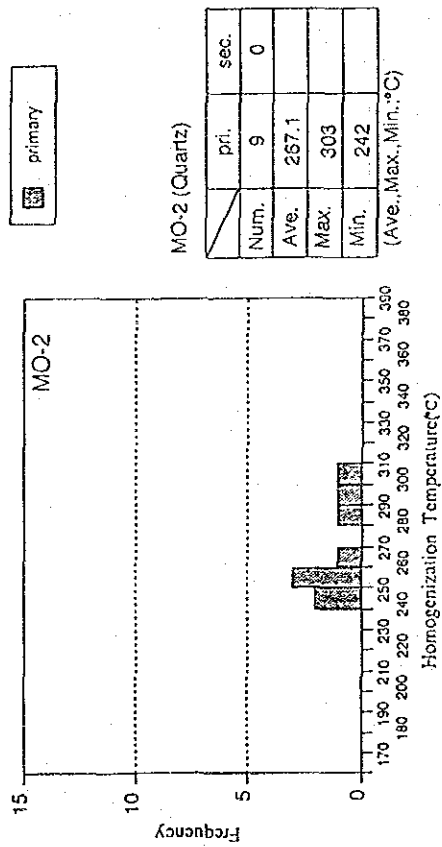
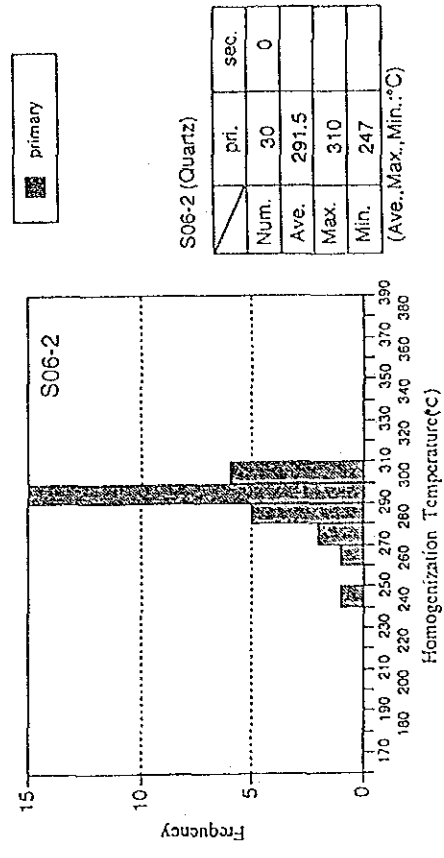
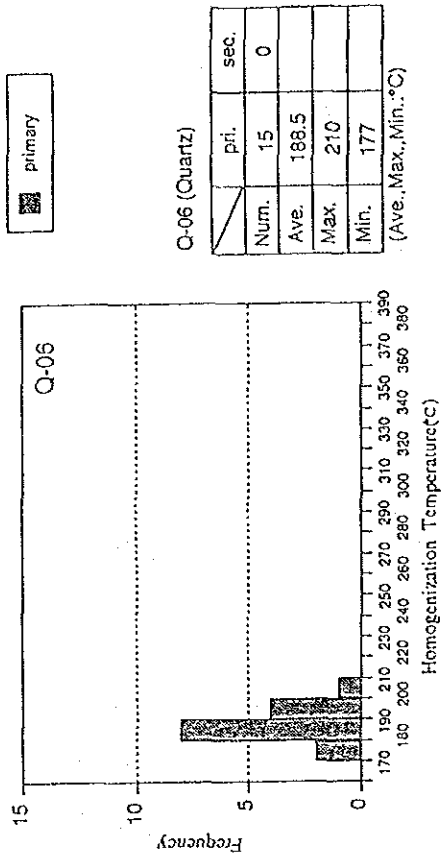


図51 均質化温度のヒストグラム (Silobougou区域)

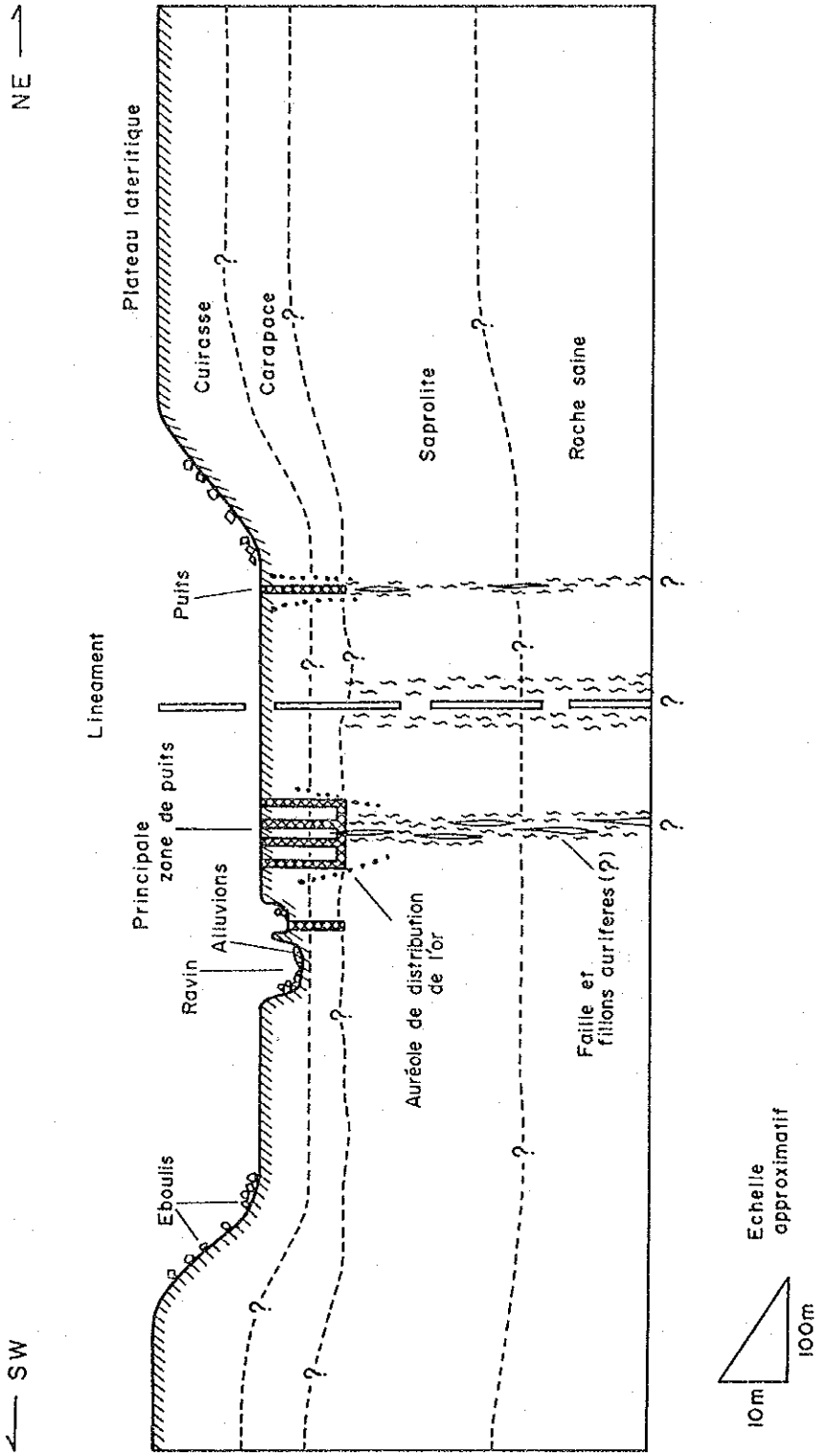


图52 Silobougou砂金探掘带模式断面图

帯の基盤岩中に存在している可能性が高い。

### 初生金鉱床

初生の熱水性金鉱床の発見が、本調査の主目標と考えられる。

初生金鉱床が、Silobougou砂金採掘帯の近傍、深部に想定される。砂金採掘帯はリニアメントのすぐ近くに同じ方向に伸びていること、及び、多数の石英脈転石が採掘されていることから、初生鉱床は、NW-SE 方向の断層帯に胚胎する金石英脈鉱床である可能性が高い。

鉱石分析の結果、金は石英脈だけでなく母岩にも含まれている可能性が示された。分析結果が全体に低いことは、初生鉱化作用の金品位が比較的到低いことを示すものかもしれない。

想定される金石英脈鉱床の幅や傾斜方向は現在不明である。

(iii) 地化学探査

(a) 調査方法

地化学探査試料の採取は、東西及び南北間隔100mのグリッドの交点で行われた。採試基線は、第01南北測線とし、簡易測量によって100m間隔の測点を設定した後、同測点を起点として東へ展開し、土壌試料を採取した。

地化学探査試料の採取方法・調整方法などは概査地区と同様である。試料総数は460個である。

(b) 分析及び解析方法

各指示元素の種類、分析方法及び検出限界は概査地区に同じである。

分析された各成分について、単一変量解析及び主成分分析を行った。統計処理に際して、検出限界以下の値を検出限界値の1/2の値に置き換えた。

Agは全分析値が検出限界以下であるため、統計計算から除外した。

(c) 単一変量解析

標準統計量

標準統計量を表29に示す。

表29 標準統計量 (Silobougou区域)

分析成分	単位	最大値	最小値	平均	標準偏差
Au	ppb	594	<5.0	6.31	0.506
Ag	ppm	<2.0	<2.0	-	-
Cu	ppm	75	6.0	13.3	0.181
Pb	ppm	32	6.0	13.8	0.136
Zn	ppm	38	1.0	9.9	0.155
As	ppm	1550	<2.0	18.2	0.486
Sb	ppm	20	<2.0	1.3	0.213

累積頻度分布としきい値の設定

しきい値の設定方法は、概査地区に同じである。

累積頻度分布図及び、単元母集団を分離した累積頻度分布解析図を図53示す。しきい値を表30に示す。Cu, Pb, Znの各元素は、最高値が低く異常値試料と見られる母集団を含まないことから、異常値母集団を区分するしきい値は設定しなかった。



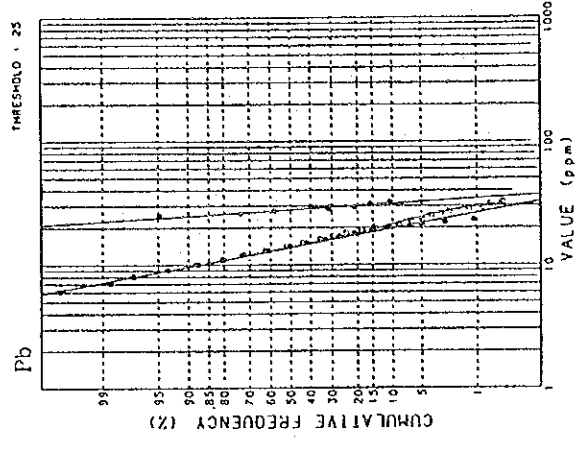
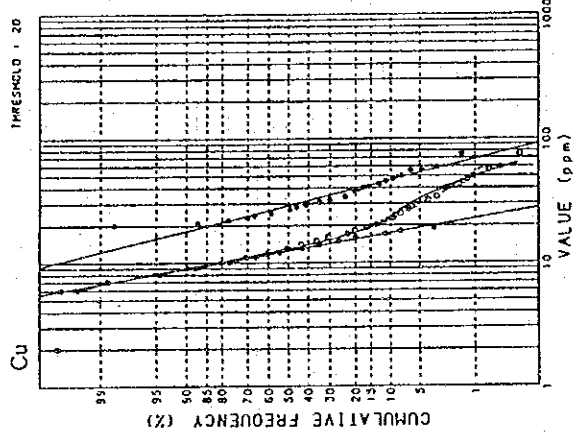
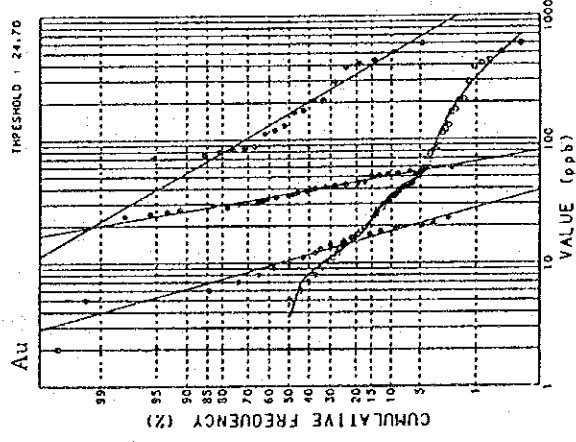
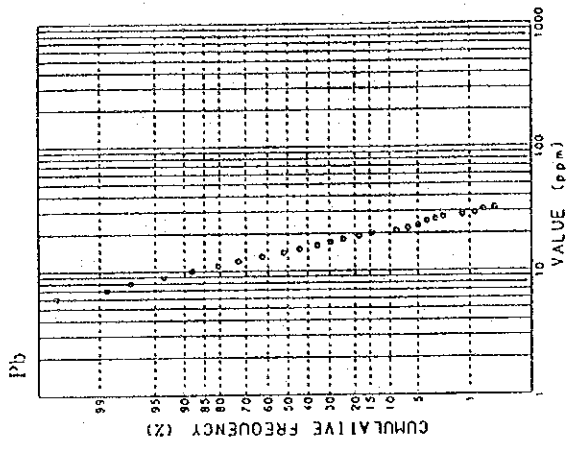
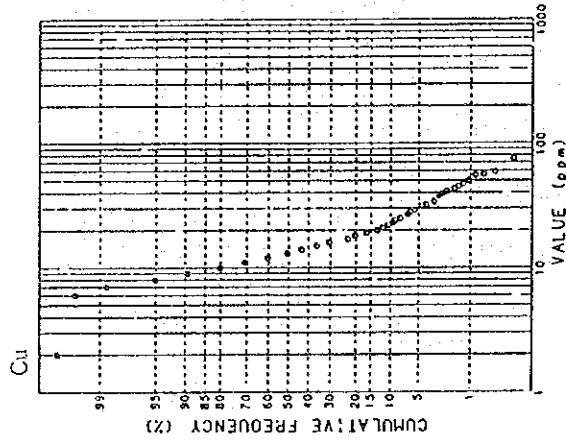
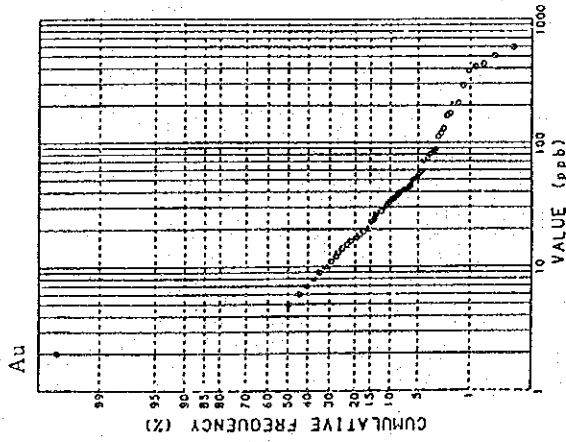
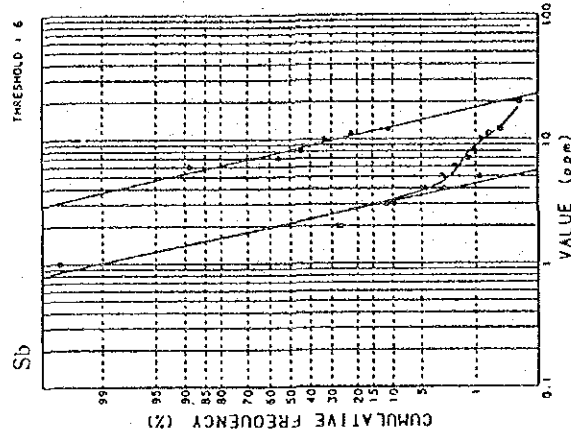
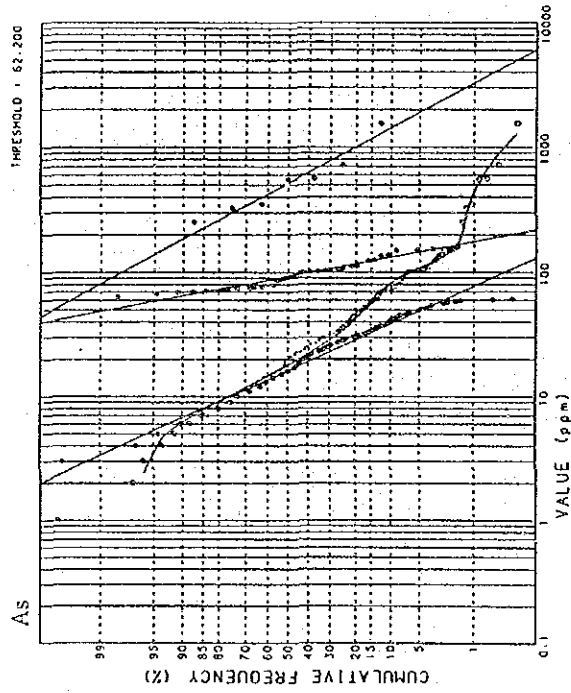
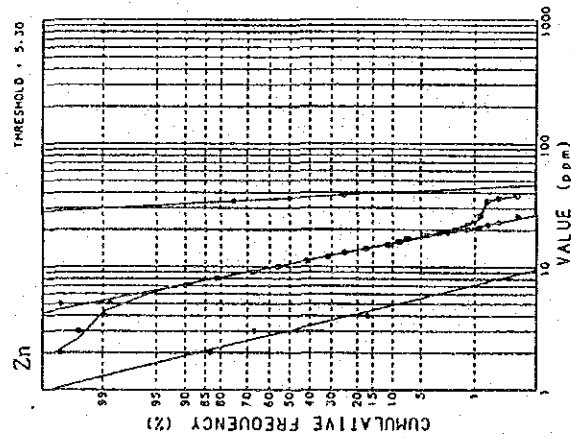
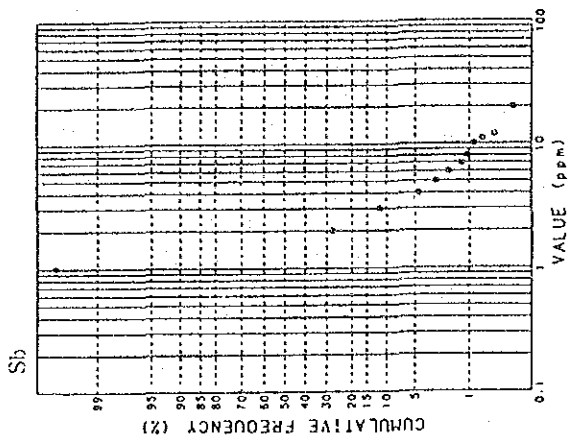
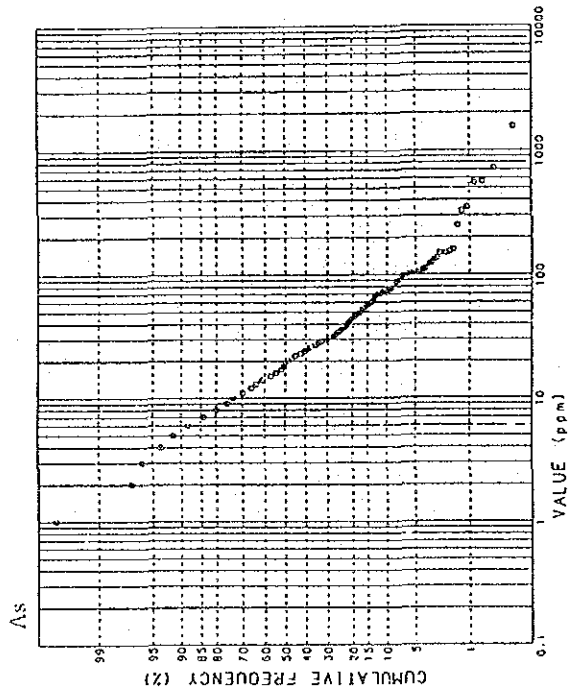
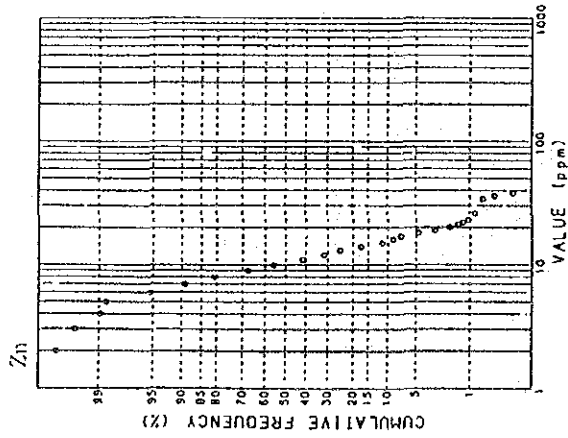


图53(1) 栎木地区累积频率分布图及び累积频率分解图 (Au, Cu, Pb)  
 Distribution des fréquences cumulées et analyse de distribution des fréquences cumulées  
 pour la zone étudiée en détail (Au, Cu, Pb)



53(2)

精査地区累積頻度分布図及び累積頻度解析図 (Zn, As, Sb)  
 Distribution des fréquences cumulées et analyse de distribution des fréquences cumulées  
 pour la zone étudiée en détail (Zn, As, Sb)

表30 しきい値 (Silobougou区域)

分析成分	単位	しきい値	しきい値以上の試料数
Au	ppb	70	20
Ag	ppm	—	—
Cu	ppm	(20)	(60)
Pb	ppm	(25)	(18)
Zn	ppm	(30)	(3)
As	ppm	200	7
Sb	ppm	6	9

( ) は単元母集団境界値

(d) 指示元素間の相関

表31に相関係数を示す。計算に当たっては、検出限界以下の値は計算から除外した。

Auと他の元素との相関は非常に低く、Auは少なくとも母岩の風化過程では、単独で挙動していることが窺える。As-Sbの相関係数は0.710で、強い正の相関を示す。このほかPb-Zn、Pb-As、Pb-Sbの相関係数は0.4から0.5ほどの正の相関を示す。

表31 相関マトリックス (Silobougou区域)

	Au	Cu	Pb	Zn	As	Sb
Au	—	229	229	229	222	52
Cu	0.109	—	460	460	448	127
Pb	-0.189	0.226	—	460	448	127
Zn	-0.055	0.263	0.517	—	448	127
As	0.159	0.129	0.502	0.217	—	127
Sb	-0.040	-0.088	0.407	0.141	0.710	—

(相関係数は左下、計算データ数は右上)

(e) 地化学異常の検討

図54にSilobougou区域地化学探査解析結果図を示す。Agについては全分析値が検出限界以下のため検討から除外した。

各指示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。

Au：累積頻度分布は24ppb及び70ppbをしきい値とする3単元母集団に区分され、このうち70ppb以上の母集団をAu地化学異常とした。異常値試料数は20、最高値は594ppbである。70ppb以

上の地化学異常は12箇所 に点在する。この中、L-10及びW-15測点付近のAu地化学異常は、500ppb以上の値を含む異常値各4点からなり、まとまっている。これらのAu異常は、異常内または異常の近傍に金採掘跡があることから、採掘対象となった金を反映しているものとみられる。Au地化学異常の分布は点在しているが、大きく見ると、大部分はNW-SE方向のリニアメントの近くにあつて同方向に並んでいるように見え、NW-SE方向の構造規制が窺える。

Silobougou砂金採掘帯を反映するようなAu異常は、異常値試料各1点ずつの孤立した異常3箇所が認められるが、明瞭なAu異常帯としては認められない。これは砂金採掘帯では深度12m付近を採掘対象としていることから、地表部の金は風化によってすでに下部に移動してしまったために地化学異常として出にくい状態にあることが考えられる。

Cu：累積頻度分布は20ppmをしきい値とする2単元母集団に区分されるが、最高値は75ppmでクラーク数(55ppm)と大差なく、鉍化作用を反映したと見られるような異常値は得られていない。30ppm以上の高濃度部の分布を見ると、5箇所ほどにややまとまって分布するが、Au地化学異常や、金採掘箇所の分布とは異なっており、これらの間には関連は認められない。

Pb：累積頻度分布は25ppmをしきい値とする2単元母集団に区分される。しかし最高値は32ppmとクラーク数(15ppm)の約2倍程度でしかなく、異常値と呼べるような高い値は得ない。

Zn：累積頻度分布は5ppmと30ppmをしきい値とする3単元母集団に区分される。しかし最高値は38ppmでクラーク数(60ppm)以下であり異常値と呼べるような値は認められない。

As：累積頻度分布は62ppmと200ppmをしきい値とする3単元母集団に区分され、200ppm以上を異常値とした。異常値試料数は7、最高値は1550ppmである。200ppm以上の地化学異常は7箇所 に点在するが、本区域の北東部に多い傾向にある。

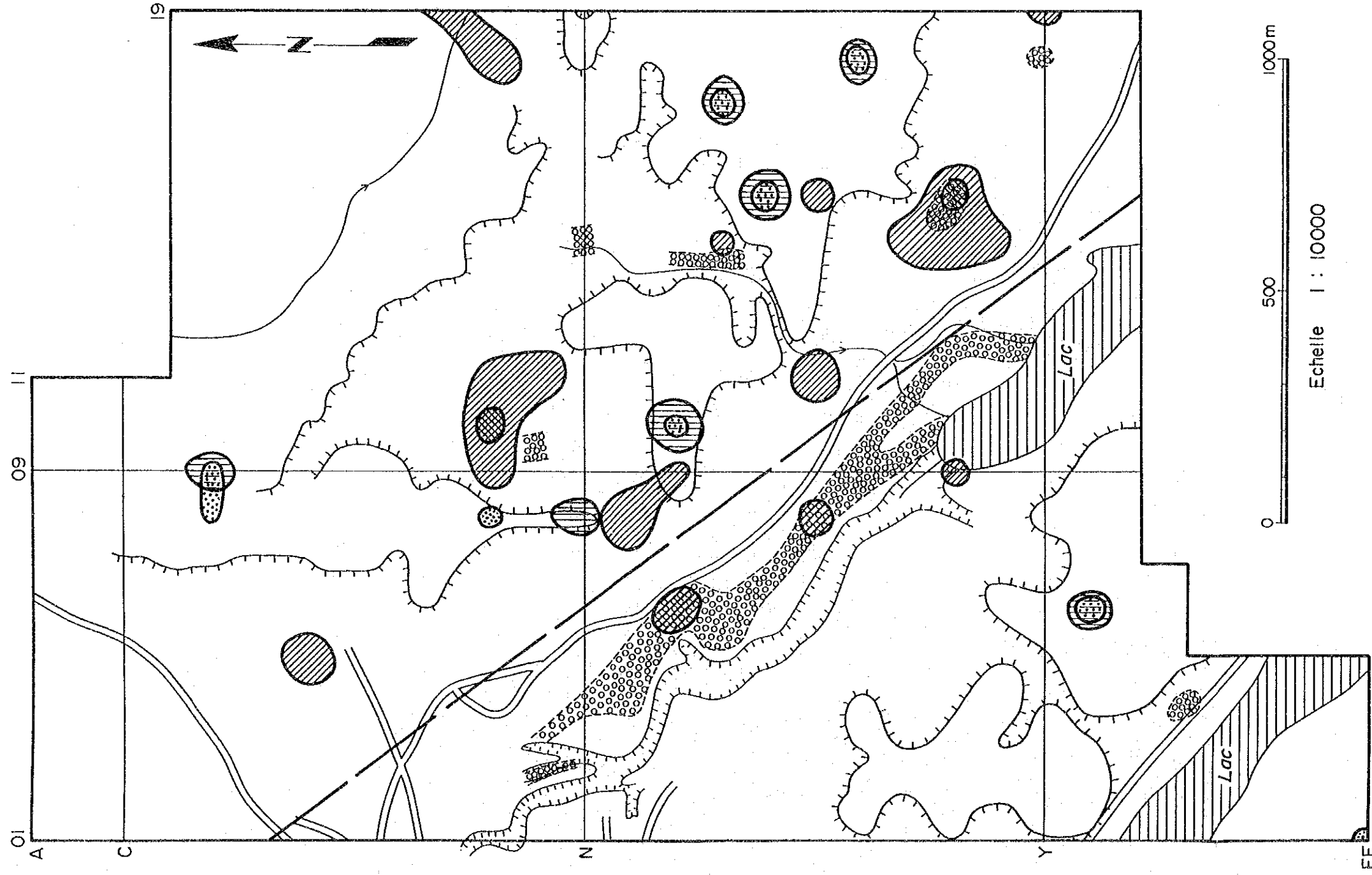
As地化学異常は、ラテライト台地に多い。これが本区域の北東部にAs異常が多く分布する原因となっている。Asは風化過程でラテライト層の最上部に濃集する傾向が知られているが、本区域の結果もそれを支持している。

Au地化学異常( $\geq 70$ ppb)とは全く重複しない。これは、Au地化学異常がラテライト台地の開析されたところに分布していることと調和的である。

マリの金鉍床では硫砒鉄鉍と金との随伴関係がしばしば報告されている。Silobougou砂金採掘帯の石英脈転石にも硫砒鉄鉍が認められており、金鉍化作用と関係している可能性がある。本調査でのAuとAsの指示元素としての挙動の違いは、もともとは随伴関係にあつた両元素が、風化過程で分離が進み互いに独立した挙動を示すようになったものかもしれない。したがって、その解釈と評価は初生鉍床及び風化部での両元素の随伴関係や挙動を十分把握した上で行う必要がある。

Sb：累積頻度分布は6ppmをしきい値とする2単元母集団に区分され、6ppm以上を異常値とした。最高値は20ppmである。異常値試料数は9試料で、うち7試料はAsの地化学異常試料と重複して





LEGENDE

地化学異常  
Anomalies géochimiques

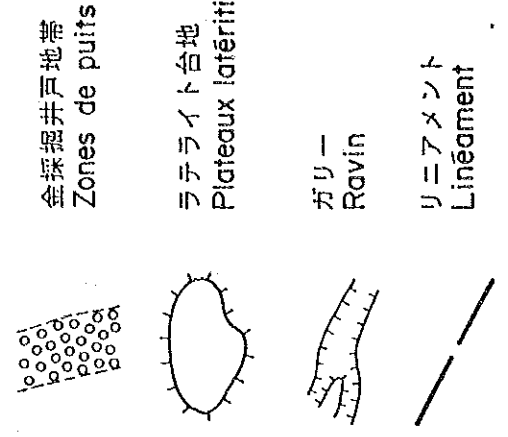
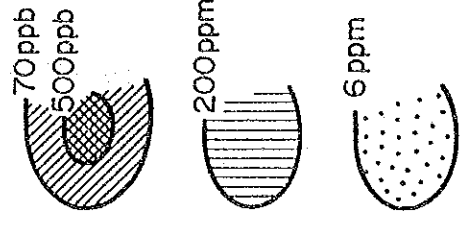


図54 地化学探査開析結果図 (Siilobougou区域)



いる。SbとAsの相関係数は0.710と高く、密接な随伴関係を示している。

以上、本区域のAu地化学異常は、他の指示元素とは独立な挙動と分布を示している。Cu, Pb, Znの3元素は、最高値でもクラーク数程度で地化学異常を形成せず、本区域金鉱床探査においては、必ずしも有効な指示元素とはいえない。Agは全て検出限界(2ppm)以下であり、検出限界が下がらない限り有効な指示元素とはいえない。As, Sbは初生鉱化作用においては金と関係している可能性があることから、地化学異常の解釈と評価は、これら元素の鉱化や風化過程での随伴関係や挙動を十分把握した上で行う必要がある。

#### (iv) 考 察

##### (a) 鉱床賦存のポテンシャル

##### 広域的ポテンシャル

セレンゲ地区を北端として、南のYanfolila地域、Kalana地域へと伸びる一連のBirrimien累層群分布地は、Yanfolila溝地と呼ばれている。Yanfolila溝地中には多くの金鉱床、金鉱徴が知られており、北から、Neneko, Silobougou, Dalaba, Kangare, Babougou, Badougou, Foulaboula, Kodieran, Kalana, Salamavinaなどを数える(図55)。

目的とする鉱床は、グリーンストーン帯の熱水性金脈鉱床である。Kalana鉱床(図5, 6参照)を参考に本地域での鉱床形成条件を考えれば、次のようになろう。

- ①金の抽出、移動、沈殿に係わる循環熱水を発生させるマグマ活動の存在
- ②熱水の通路及び鉱石沈殿の場となる割れ目の存在
- ③金のソースとなるグリーンストーンの存在

マグマ活動としては、Kalana鉱床に見られるような、posttectonicの完晶質岩岩株の活動が重要である。なかでも浅所貫入とみられる斑状完晶質岩で、熱水変質を被っているようなものは、鉱化に関係している可能性が高い。割れ目としては、断層や、またKalana鉱床のように貫入岩の冷却による節理が重要であろう。

グリーンストーンは、鉱床の胚胎母岩として絶対必要なものではなく(例えばKalana鉱床や、南アフリカBarbertonグリーンストーン帯のFairview鉱山ほか)、金のソースとして近くに有れば良いものである。マリ南西部のBirrimien累層群は、下部が玄武岩質または安山岩質のグリーンストーンからなり、上部が碎屑性堆積岩原の低度変成岩からなると考えられている(Cahen, 1984)。Yanfolila付近に分布するグリーンストーンを、Birrimien累層群下部のグリーンストーンがフェンスターとして露出しているものと見做せば、セレンゲ地区やKalana地域の堆積岩からなるBirrimien累層群下部に、グリーンストーンが分布していると考えて不都合はない。

以上の考察から、セレンゲ地区においても過去のある時期に熱水活動と割れ目が存在すれば、探査対象である金鉱床の形成が十分に期待できると考えられる。



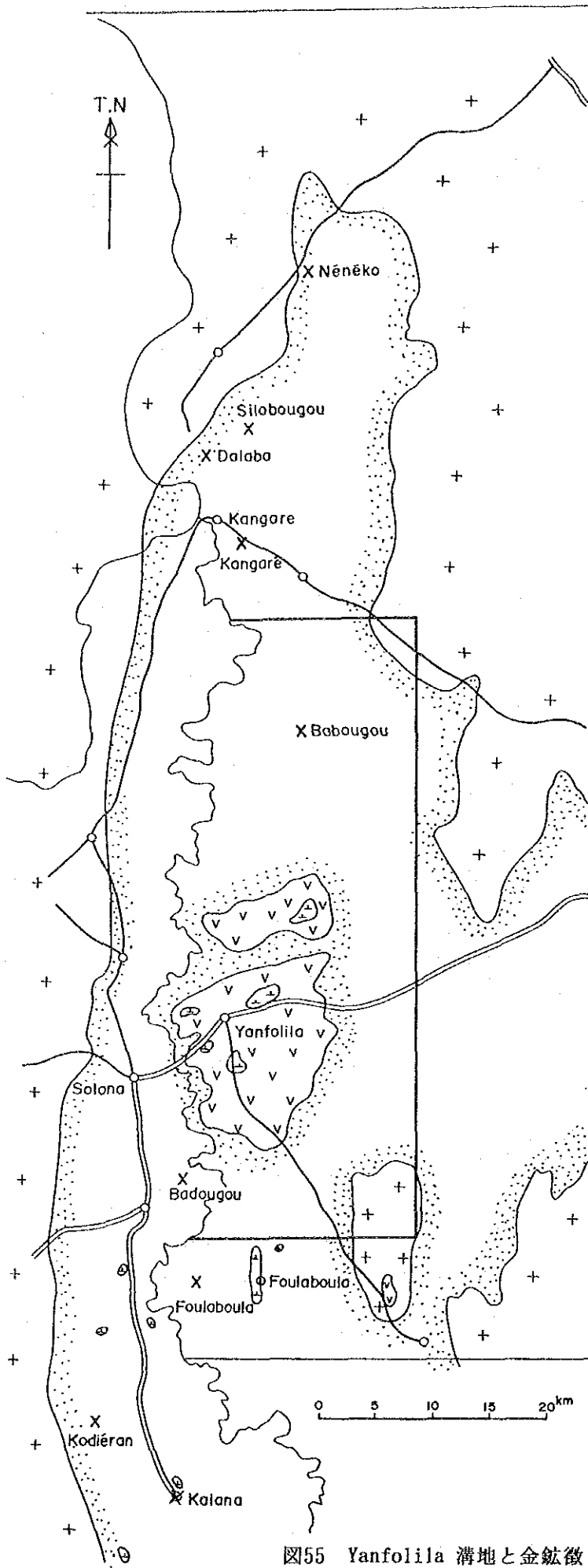
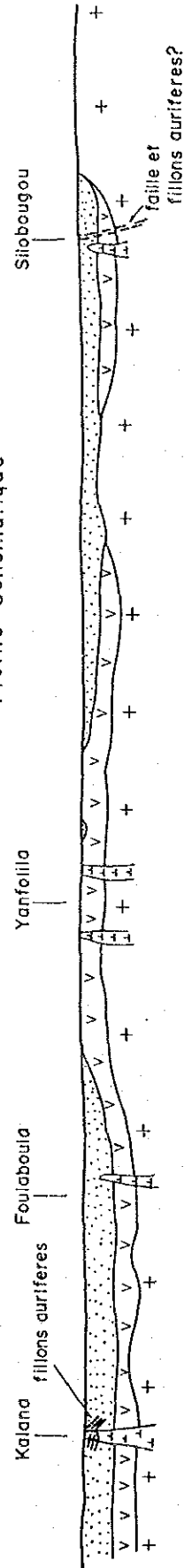


図55 Yanfolila 溝地と金鉱徴

Profile Schematique



Legende

- Série birrimienne (schistes et grauwackes)
- Série birrimienne (volcanique)
- Granites syntectoniques
- Granites posttectoniques
- Gisements et indices d'or en place

## Silobougou区域のポテンシャル

Silobougou区域には、金石英脈鉱床の賦存可能性が高いと考える。このことは、上記の考察及び以下の地表徴候の存在によって支持される。

- ①NW-SE 方向に伸長するSilobougou砂金採掘帯の存在
- ②砂金採掘井戸から掘り出されている多くの石英脈転石の存在
- ③砂金採掘帯とほぼ同位置に、同方向に伸長するリニアメントが判読されていること
- ④Kalana鉱床の閃緑岩に類似した、熱水変質を被り黄銅鉱、磁硫鉄鉱などを鉱染する posttectonicとみられる完晶質貫入岩（転石）の存在

### (b) 地化学探査結果と鉱化帯

#### 結果解釈上の留意点について

第一の留意点としては、初生鉱床での金の存在状態により、地化学異常の出方に大きな違いが生じるとみられることがある。Syama 鉱床のように、金が細粒鉱染状で母岩に含まれている場合には、風化による拡散が起こりやすく、地化学異常として出やすい。一方Kalana鉱床では、地化学探査の結果は否定的なものであった。これは金が主に比較的大粒の金粒として石英脈中に含まれていることに起因すると思われる。つまり石英脈は風化しにくく、また、風化して金粒が放出されたとしても土壤中に拡散しにくく、明瞭な地化学異常としては出にくいものと解釈される。

第二点としては、ラテライト層の発達状況と試料の採取深度によって地化学異常の出方が変わるとみられることがある。地化学探査が有効であったSyama 鉱床においても、現場地質技術者の経験では、ラテライト層の上部10m くらいは地化学情報として良いものが得られないということがあり、こうした点も結果を解釈する上で留意すべきものと思われる。

したがってこれらのことから、地表部土壌地化学探査では顕著なAu地化学異常が出ていないような場合でも、金採掘跡や石英脈転石が広範にある場合など他の条件によっては、鉱床賦存可能性は総合的に検討される必要があると思われる。

#### 地化学探査結果と鉱化帯

Auは他の元素とは独立に挙動しており、また、Auを除く他の元素は、金採掘跡を反映したような異常を形成していないことから、Au地化学異常の解釈のみが問題となる。

Au地化学異常の分布の特徴としては、以下の点が挙げられる。

- ①Silobougou砂金採掘帯を反映するような明瞭なAu地化学異常帯は見られない。
- ②L-10及び W-15 測点付近には、まとまったAu地化学異常がある。これらのAu異常内または異常の近傍には金採掘跡があり、Au地化学異常は採掘対象となった金を反映しているとみられる。
- ③Au地化学異常の分布は点在しながらも、大部分がリニアメントの近くにおいて同方向に並んでいるように見え、NW-SE 方向の構造規制が窺える。
- ④Au地化学異常はラテライト台地の開析されたところに多く分布する。

①の原因としては、砂金採掘帯では深度12m 付近を採掘対象としていることから、地表部の金はラテライト化の過程で下部に移動しており、ために地化学異常として出にくいこと、また、前項で述べたような初生鉱床での金の存在状態が原因で出にくくなっていることなどが考えられる。

Silobougou砂金採掘帯の徴候をSyama 鉱床及びKalana鉱床と比較したのが表32であり、同じグリーストーン帯中の金鉱床でも胚胎環境や金の産状には大きな違いがみられる。また、表にはないマリ西部 Kenieba地域のLoulo 鉱床などは、これらとも違って電気石化を受けたタービダイト中に産するなど、マリ国内でもいろいろな金鉱床タイプが認められている。これらの事実は、鉱床賦存可能性の判断に当たっては、種々の情報を総合的に判断する必要があることを示している。

Silobougou徴候に対しては、Au地化学異常との対応は必ずしも良くないが、悲観的見方をする必然性は無く、逆に、その他の多くの状況は、周辺に金鉱床の胚胎が十分に期待できることを示していると思われる。

表32 Silobougou徴候とSyama 鉱床及びKalana鉱床との比較

	Syama 鉱床	Kalana鉱床	Silobougou徴候
金 量	91t	37t(-50t)	?
鉱床胚胎構造	逆断層	節理	断層?
鉱化構造方向	NNE-SSW	N-S, NNW-SSE, NW-SE	NW-SE ?
母 岩	玄武岩, 砂岩, 泥岩	砂岩, 泥質片岩	泥質片岩?
	Lamprophyric rock	閃緑岩	
石英脈	△	◎	○
金の入り方	母岩に鉱染状	石英脈中	?
金の大きさ	微粒 (90% 以下)	しばしば肉眼的	?
地化探の有効性	◎	△	△
貫入岩	Lamprophyric rock	閃緑岩	ハルイ岩
貫入岩の変質	珪化, 絹雲母化	緑泥石化, 緑閃石化	緑泥石化
	炭酸塩化, 黄鉄鉱化	黄銅鉱・磁硫鉄鉱化	黄銅鉱・磁硫鉄鉱・ ベントナイト化
砂金採掘帯	◎	◎	◎
方向	NNE-SSW	?	NW-SE
延長	0.9km	?	1.4km
幅	100-200m	?	50-200m

◎顕著      ○あり      △乏しい

### 第3章 結論及び提言



## 第3章 結論及び提言

### 3.1 結 論

#### 概査地区

概査地区地化学探査の結果、金鉱床の賦存可能性がある区域として、次の8区域が選出された。

- ① Daba 南方区域： セレンゲ地区中部
- ② Kongolibala周辺区域： セレンゲ地区中西部
- ③ Neneko 南方区域： セレンゲ地区中北部
- ④ Sankama西方区域： セレンゲ地区北部
- ⑤ Sankama南東方区域： セレンゲ地区北東部
- ⑥ Kekoro 区域： ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地周辺
- ⑦ Sagala 区域： ケコロ地区北西端部のSagala周辺
- ⑧ Banko 区域： ブグニ地区南部のBanko 西方

この内、セレンゲ地区中部地域（①，②，③）とケコロ地区北東部（⑥）のAu地化学異常は、砂金採掘帯や石英脈転石帯などの既知鉱徴を伴っており、探査優先順位が高い。

セレンゲ地区は、広域的には多くの金鉱床を胚胎して南北に伸長する一連のBirrimien 累層群分布地-Yanfolila 溝地の北部に位置している。本地区Birrimien 累層群下部には、金の起源となるグリーンストーンの分布が推定し得ることから、過去のある時期に熱水活動と割れ目が存在すれば、Syama 鉱床、Kalana鉱床のような金鉱床の形成が、各区域に十分期待できる。

ケコロ地区Dianko部落（廃村）を中心とした環状山地付近では過去の探鉱実績、砂金採掘実績よりみて、金鉱化作用が顕著である。これまで採掘対象となったのは環状山地に囲まれた平地地の沖積砂金であるが、石英脈転石の広範な分布などから、これらの金は環状山地やその周辺に形成された熱水性金石英脈鉱床に起源することが予想される。環状山地は粗粒玄武岩と閃緑岩の貫入岩から形成され、周辺には流紋岩が分布する。流紋岩は珪化、黄鉄鉱鉱染などの熱水変質を受け、また、Au含有量として70-750ppbが得られていることから、金の鉱脈鉱床を周辺に形成している可能性が高い。

#### 精査地区

金鉱床賦存可能性の高いセレンゲ地区中部地域にD-1（③区域を包含）、D-2（①，②区域を包含）、D-3の3精査地区が設定され地化学精査が実施された結果、D-2地区内に有望区域として新たに“Silobougou区域”が設定され、より精度の高い地化学探査がなされた。

Silobougou区域の探査対象は、Syama 鉱床、Kalana鉱床に見られるようなBirrimien 累層群中に胚胎する熱水性金鉱床である。両鉱床は断層または節理に規制されて胚胎しており、鉱化関係火成岩の可能性を有すランプロファイア質や閃緑岩質の貫入岩を伴っている。Silobougou区域の地質構造や鉱化作用の特性は、露出が極めて悪いことにより不明瞭であるが、リニアメントに

平行した長大な砂金採掘帯（Silobougou砂金採掘帯）の存在，同採掘帯での石英脈転石の分布，熱水変質を被った完晶質貫入岩転石の存在などの地表徴候は，類似の熱水性金鉱床が付近に存在している可能性が高いことを示している。

### 地化学探査結果と鉱化帯

ブグニ地域地化学探査の結果，Auは他の元素とは殆ど相関せず，単独に挙動していることがわかった。また，砂金採掘帯などの金鉱徴とAu地化学異常の対応は，地域的にはほぼ一致するが，個々の鉱徴と異常とは必ずしも良く対応しているわけではない。初生鉱床中の金の存在の仕方や鉱床部分のラテライト化の状況などによっては，鉱床近辺でも顕著なAu地化学異常として発現しない場合が知られており，鉱床賦存可能性の判断に当たっては，種々の情報を総合的に判断する必要がある。Silobogou 区域の地表徴候は，明瞭なAu地化学異常は伴わないものの，Silobougou 砂金採掘帯周辺には金鉱床が十分期待できることを示していると思われる。

## 3.2 提 言

上述の結論から将来の調査として，下記の調査を提案する。

### 概査地区

概査地区ではケコロ地区北東部のKekoro集落西方の環状山地周辺（Kekoro区域）が優先され，今後の調査として以下の調査が推奨される。

- 地質調査：鉱化作用に関連する火成活動を把握し，探査ターゲットを選出する目的で，基盤の堆積岩を貫く貫入岩の分布と変質状況を詳細に調査する。
- 地化学探査：地化学異常帯を絞り込み鉱化帯を捕捉する目的で，土地化学探査精査を実施する。対象地域には露頭や転石が比較的多く認められることから岩石地化学探査を実施し土地化学探査を補完することも有効と考えられる。

これらの調査により探査対象地域を狭めた後，鉱化帯を包含するとみられる断層破碎帯を抽出するための物理探査（電気・電磁探査）さらに試錐調査を実施し，鉱化帯の捕捉につなげることが望ましい。

地化学概査で抽出されたまま精査未実施の区域（Sankama西方区域，Sankama南東方区域，Sagala区域，Banko 区域）については，地表鉱徴や地化学異常を含んだ範囲について地質・地化学精査を実施することが望ましい。

### 精査地区

Silobougou砂金採掘帯とL-10及び W-15 測点付近のまとまったAu地化学異常部周辺には，初生の熱水性金鉱床が期待されることから，今後の積極的探査が望まれる。

調査の手法としては、Silobougou砂金採掘帯に対しては既存採掘井戸の断面調査、鉍化帯を包含する断層帯の位置や傾斜及び貫入岩位置を推定するための物理探査（電気・電磁・磁気探査）、浅所ボーリング調査、そしてこれらの結果を踏まえて初生鉍化帯未風化部を調査するための深部ボーリング調査などが考えられる。

二箇所のAu地化学異常部では、近傍の砂金採掘井戸の断面調査のほか鉍化帯の位置、方向を推定するための物理探査（電磁探査）及び浅所ボーリング調査が、まず必要であろう。

なお、セレンゲ地区のNeneko区域もSilobougou区域に似た地表徴候を有しており、同様の金石英脈鉍床の賦存が期待されることから、Silobougou区域で実施したような精度の高い地化学精査を実施することが望まれる。



参 考 文 献

- BASSOT, J. P. et TRAORE, H. (1980) : Le gisement d'or de Kalana (Republique du Mali),  
Chronique de la Recherche Miniere, No. 457, P. 5-18
- BASSOT, J. P., MELOUX, J. et TRAORE, H. (1981) : Notice explicative de la carte geologique a  
1/1,500,000 de la Republique du Mali, DNGM, 137p.
- BUCHSTEIN, M., CISSE, S. et SISSOKO, I. (1973) : Recherches geologiques et minières dans la  
region de Bougouni-Sikasso-Yanfolila, Convention 41/c/72/B, Projet 88/CD/72/VI  
/B/1b, BRGM, 111p.
- BUDEL, J. (1977) : Klime Geomorphologie, Gebruder Borntraeger. (邦訳 気候地形学, 平川  
一臣訳, 古今書院, 1985)
- BUTT, C. R. M., and ZEEGERS, H. (1989) : Classification of geochemical exploration models  
for tropically weathered terrain, J. Geochem. Explor., 32, p. 65-74
- DIALLO, M., ATGER, M. et COULIBALY, B. (1989) : Activites et resultats du projet de prospec-  
tion de la region aurifere de la Bagoé. MLI/85/007. Ministere de l'industrie  
de l'hydraulique et de l'energie, UNDP - DNGM
- FREYSSINET, PH., LECOME, P. and EDIMO, A. (1989) : Dispersion of gold and base metals in  
the Mborguene lateritic profile, east Cameroun, Journal of Geochemical Explo-  
ration, 32, p. 99-116
- HOLLAND, H. D. (1978) : The chemistry of the atmosphere and oceans, John Wiley & Sons Inc.  
(邦訳 大気・河川・海洋の化学, 山根登訳, 産業図書, 1979)
- 金属鉱業事業団資料センター (1974) : 昭和48年度調査解析委員会報告書-北・西アフリカ諸国  
の調査解析-, p. 1-142
- MAO, S. H. (1991) : Occurrence and distribution of invisible gold in a Carlin-type gold  
deposit in China, American Mineralogist, Vol. 76, p. 1964-1972
- MARCOUX, E., BONNEMAISON, M., BRAUX C. et JOHAN, Z. (1989) : Distribution de Au, Sb, As et Fe  
dans l'arsenopyrite aurifere du Chatelet et de Villeranges (Creuse, Massif  
Central francais), C. R. Acad. Sci. Paris, t. 308, Serie I, p. 293-300
- 松本重治・米山俊直・伊谷純一郎 (1983) : アフリカハンドブック, 講談社, 628p.
- MILESI, J. P., FEYBESSE, J. L., LEDRU, P., DOMMANGET, A., OUEDRAOGO, M. F., MARCOUX, E., PROST, A.,  
VICHON, C., SYLVAIN, J. P., JOHAN, V., TEGYEY, M., CALVEZ, J. Y., LAGNY, P., ABOUCHAMY, W.,  
ANKRAN, P., BOHER, M., DIALLO, M., FABRE, R., HEINRY, C., LA-PIERRE, H., PONS, J.,  
THIEBLEMONT, D., TOURE, S., and MOREL, B. (1989) : Les mineralisations auriferes de  
l'Afrique de l'Ouest, Chronique de la Recherche Miniere, No. 497, p. 3-98
- MINISTERE DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET DU TOURISME, DIRECTION NATIONALE DE LA GEO-  
LOGIE ET DES MINES (1987) : Ressources Minerales du Mali, 64p.

P. G. FOOKES and P. R. VAUGHAN(1986) : A Handbook of Engineering Geomorphology, Chapman and Hall New York

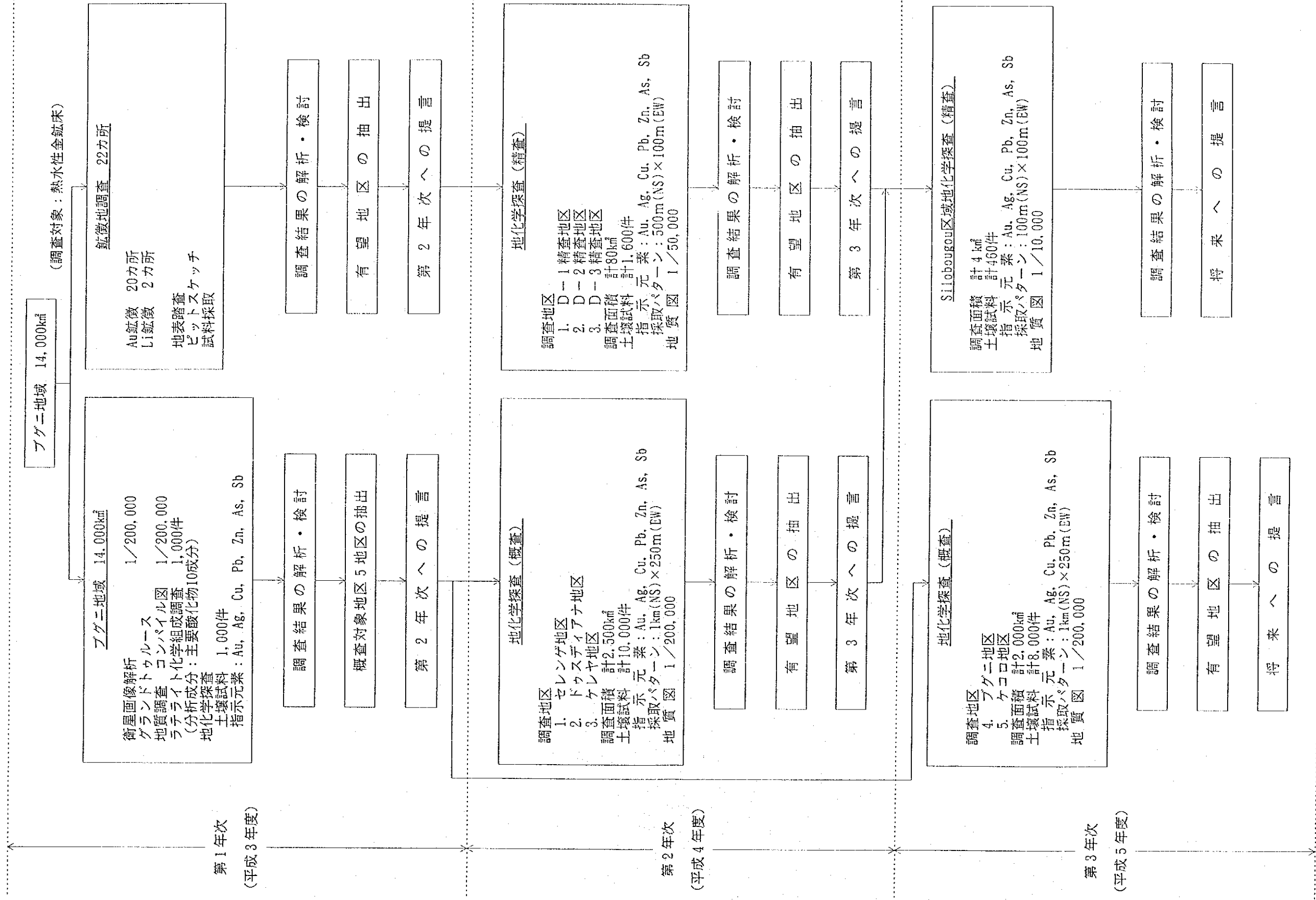
STEVEN F. OLSON, KASSOUM DIAKITE, LAWRENCE OTT, AMBOGO GUINDO, CHRISTOPHER R. B. FORD, NICHOLAS WINER, ERIC HANSEN, NILDA LAY, ROBIN BRADLEY, and DEMETRIUS POHL (1992) : Regional Setting, and Descriptive Geology of the Middle Proterozoic Syama Gold Deposit, Mali, West Africa, Econ. Geol., Vol. 87, p. 310-331

諏訪兼位・矢入憲二 (1979) : アフリカ, 岩波講座 地球科学16 “世界の地質”, 61-98

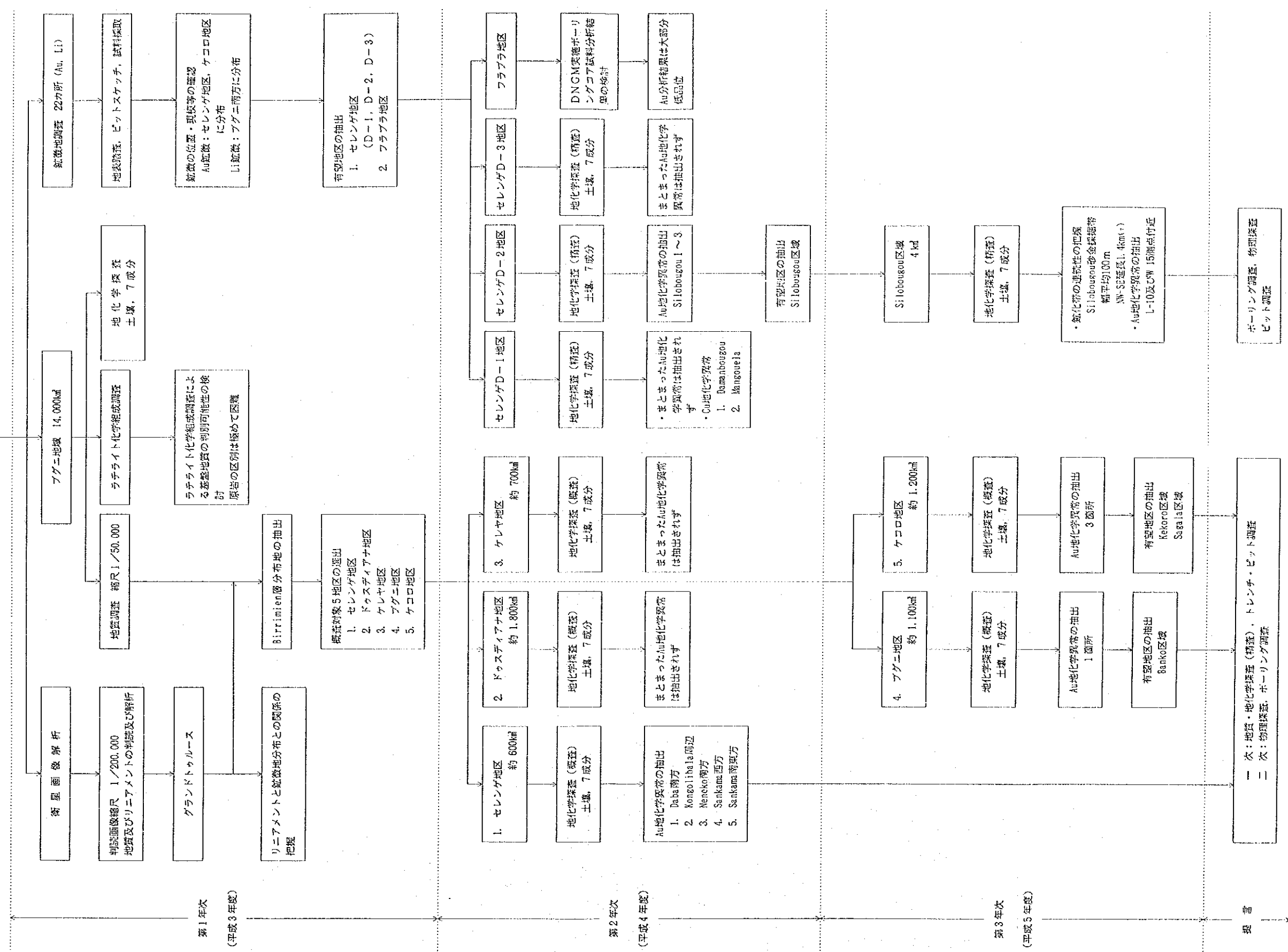
THORNTON, C. P. and TUTTLE, O. F(1960) : Chemistry of igneous rocks I, Differentiation index, Amer. Jour. Sci., 258, p. 664-684.

## 卷末資料





マリ共和国ブグニ地域  
既存資料の検討  
調査対象の選定  
(調査対象：熱水性金鉱床)



ブグニ地域 鉱床有望地区抽出フローチャート







