

№ 4


マリ共和国 フグニ地域  
資源開発協力基礎調査報告書  
第3年次

マリ共和国 フグニ地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第3年次

平成6年3月

平成6年3月

JICA LIBRARY  
  
1123604(9)

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

519  
66.1  
MPN

025

マリ共和国 ブグニ地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 3 年 次

平成 6 年 3 月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



1123604 [9]

## は し が き

日本国政府は、マリ共和国政府の要請に応え、同国南西部に位置するブグニ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、平成3年度を第1年次とする第3年次に当たり、金属鉱業事業団は4名の調査団を編成して平成5年9月19日から平成5年12月3日まで現地に派遣した。

現地調査は、マリ共和国政府機関、地質鉱山局の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたマリ共和国政府関係機関、ならびに外務省、通商産業省、在セネガル国日本国大使館及び関係各社の方々に哀心より感謝の意を表するものである。

平成6年3月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団

理事長 石 川 丘

## 要 約

本報告書は、マリ共和国ブグニ地域における資源開発協力基礎調査（資源開発調査）の第3年次の調査結果をまとめたものである。

現地調査は、平成5年9月19日から平成5年12月3日の期間に、マリ共和国地質鉱山局（DNGM）の協力のもとに、国際協力事業団及び金属鉱業事業団が派遣した調査団によって実施された。

第3年次の調査として、ブグニ地区、ケコロ地区においては地化学探査概査を、セレンゲ地区の Silobougou区域においては地化学探査精査をそれぞれ実施した。これらの調査の目的は、金鉱床胚胎の可能性のある地区の抽出及び砂金鉱徴の源となる金鉱化帯の抽出にある。

本調査地域の地質は、グリーンストーン帯とそれらを一貫する花崗岩類からなる。グリーンストーン帯は、Birrimien 累層群と呼ばれ、砂質片岩と泥質片岩を主体とし、玄武岩や珪長質火山砕屑岩類を挟在する。花崗岩類は黒雲母花崗岩、白雲母花崗岩及び角閃石花崗岩に分けられ、それぞれ異なる時期に貫入したものと推定され、バソリスを形成している。

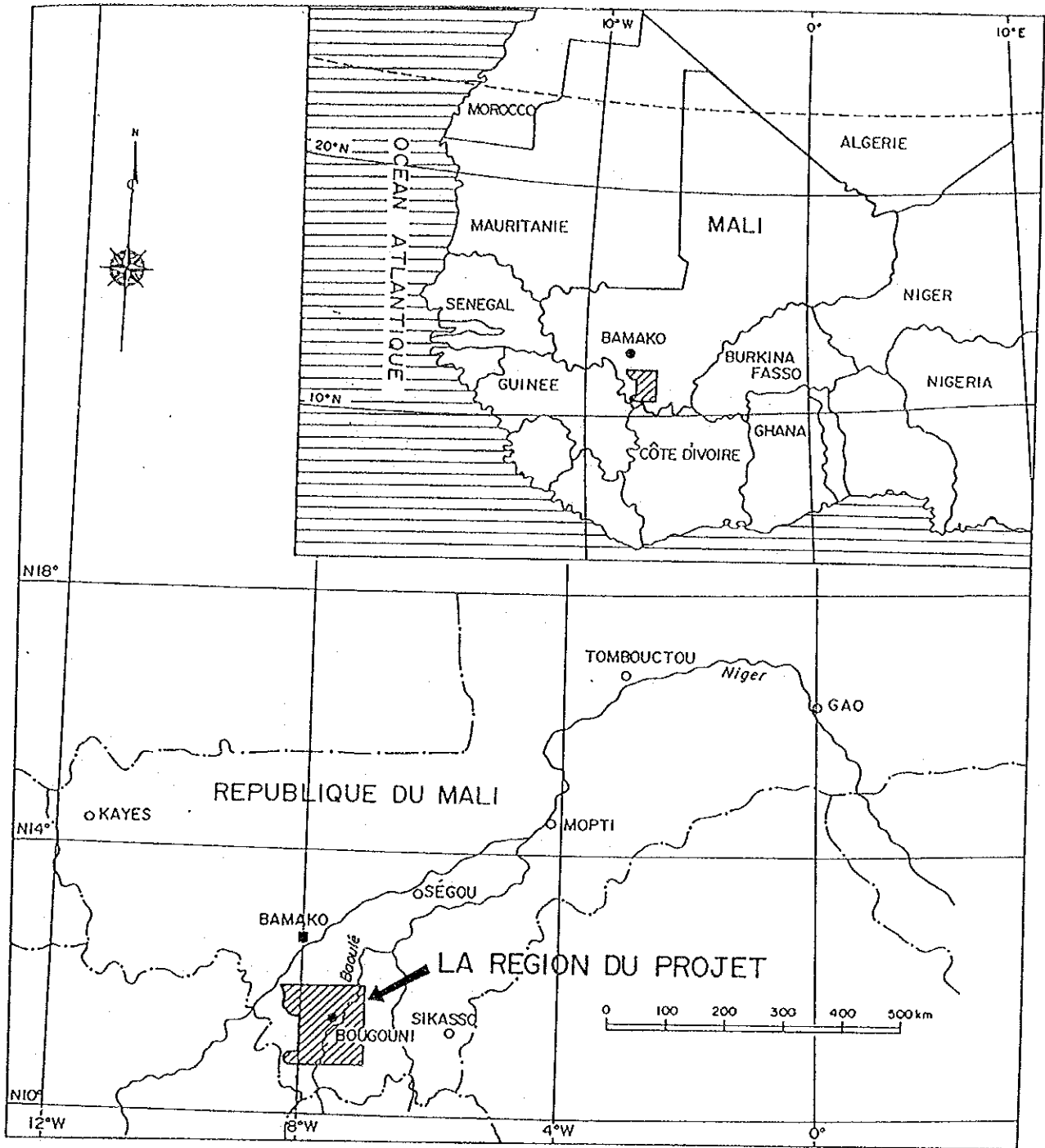
各調査地区の調査結果概要は以下のとおりである。

概査地区（ブグニ地区及びケコロ地区）：まとまったAu地化学異常の分布、また、砂金採取地や石英脈転石などの地表鉱徴の分布から、金鉱床の賦存可能性がある区域として次の3区域が選出された。賦存可能性はこの順に高い。

- ① Kekoro 区域：ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地周辺
- ② Sagala 区域：ケコロ地区北西端部のSagala周辺
- ③ Banko 区域：ブグニ地区南部のBanko 西方

この中でKekoro区域は、過去の採掘実績、地表徴候、Au地化学異常の規模から判断して鉱床賦存の可能性が高く、今後、精査の実施を図ることが望ましい。

精査地区（Silobougou区域）：2箇所のみまとまったAu地化学異常と、Silobougou砂金採掘帯（幅平均100m、NW-SE 延長1.4Km）を確認した。砂金採掘帯は、Au地化学異常とは必ずしも対応しないが、石英脈転石、リニアメント、熱水変質を被った完晶質貫入岩などの存在から判断して、周辺に金石英脈の存在する可能性が高い。また、2箇所のAu地化学異常部では、砂金採掘が行われており、周辺に金鉱床の賦存する可能性が高い。これらの有望箇所に対して、今後、積極的に調査を行う必要がある。



 LA REGION DU PROJET

ブグニ地域位置図

## 目 次

はしがき	
要 約	
ブグニ地域位置図	
目 次	
図表一覧	

## 第1部 総 論

第1章 序 論	1
1.1 調査の経緯及び目的	1
1.2 第2年次調査の結論と提言	1
1.2.1 第2年次調査の結論	1
1.2.2 第3年次調査への提言	2
1.3 第3年次調査の概要	2
1.3.1 調査地区	2
1.3.2 調査内容	4
1.3.3 調査団の編成	4
1.3.4 調査期間	5
第2章 調査地域の概要	6
2.1 位置及び交通	6
2.2 地形及び水系	6
2.3 気候及び植生	6
第3章 地質・鉱床概要	8
3.1 マリ南西部の構成岩類	8
3.2 マリ南西部の金鉱床	9
第4章 調査結果の総合検討	15
4.1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制	15
4.2 鉱床賦存のポテンシャル	15
4.3 地化学異常と鉱化作用の関係	16
第5章 結論及び提言	17
5.1 結 論	17
5.2 提 言	18

## 第II部 各 論

第1章 概査地区調査結果	19
1.1 地質・構造	19
1.1.1 地 質	19
1.1.2 地質構造	29
1.2 鉍化作用	30
1.2.1 鉍 徴 地	30
1.3 地化学探査	36
1.3.1 調査方法	36
1.3.2 分析方法及び統計解析手法	36
1.3.3 単一変量解析	38
1.3.4 多変量解析	42
1.3.5 地化学異常の分布	45
1.4 考 察	48
1.4.1 地化学探査結果	48
1.4.2 鉍床賦存のポテンシャル	53
1.4.3 今後の調査	54
第2章 精査地区調査結果	55
2.1 地質・構造	55
2.1.1 地 質	55
2.1.2 地質構造	56
2.2 鉍化作用	56
2.2.1 鉍 徴 地	56
2.2.2 鉍化作用のタイプ	65
2.3 地化学探査結果	67
2.3.1 調査方法	67
2.3.2 分析及び解析方法	67
2.3.3 単一変量解析	67
2.3.4 多変量解析	68
2.3.5 地化学異常の検討	69
2.4 考 察	77
2.4.1 鉍床賦存のポテンシャル	77
2.4.2 地化学探査結果と鉍化帯の関係	78
2.4.3 今後の調査	81



### 第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結 論 .....	83
第2章 提 言 .....	84
参考文献 .....	85

### 図 表 一 覧

図1	調査地区位置図 .....	3
図2	マリ共和国気候及び植生区分図 .....	7
図3	マリ南西部の鉱床分布図 .....	8
図4	Loulo 鉱床周辺の地質概略図 .....	10
図5	Kalana 鉱床周辺の地質概略図 .....	11
図6	Kalana 鉱床断面図 .....	12
図7	Syama 鉱床周辺の地質概略図 .....	13
図8	Syama 鉱床断面図 .....	14
図Ⅱ-1-1	ブグニ地区地質図及び地質断面図 .....	21
図Ⅱ-1-2	ケコロ地区地質図及び地質断面図 .....	23
図Ⅱ-1-3	地質模式層序図 .....	25
図Ⅱ-1-4	地質・鉱徴・Au地化学異常集成図（ケコロ地区北東部） .....	33
図Ⅱ-1-5	均質化温度のヒストグラム（ケコロ地区） .....	35
図Ⅱ-1-6	分析方法 .....	37
図Ⅱ-1-7	累積頻度分布図及び累積頻度解析図（概査地区, Au, Cu, Pb, Zn, As, Sb） .....	39
図Ⅱ-1-8	累積頻度分布図及び累積頻度解析図（第1主成分スコア） .....	44
図Ⅱ-1-9	ケコロ貫入岩の分布図（ケコロ地区北東部） .....	50
図Ⅱ-1-10	Au地化学異常分布図（ケコロ地区北東部） .....	51
図Ⅱ-1-11	第1主成分スコア異常分布図（ケコロ地区北東部） .....	52
図Ⅱ-1-12	砂金鉱床の模式図 .....	53
図Ⅱ-2-1	精査地区地質図及び断面図 .....	56
図Ⅱ-2-2	均質化温度のヒストグラム（精査地区） .....	64
図Ⅱ-2-3	Silobougou砂金採掘帯模式断面図 .....	66
図Ⅱ-2-4	精査地区累積頻度分布図及び累積頻度解析図（Au, Cu, Pb, Zn, As, Sb） .....	72
図Ⅱ-2-5	精査地区地化学探査解析結果図 .....	75
図Ⅱ-2-6	Yanfolila 溝地と金鉱徴 .....	80

表 1	調査内容及び調査量	4
表 2	試験項目及び成分	4
表 3	現地調査団及び現地指導監督員	4
表 4	バマコの月平均気温, 月平均湿度, 月降水量	7
表Ⅱ-1-1	花崗岩類の区分一覧表	28
表Ⅱ-1-2	概査地区鉍徴地一覧表	31
表Ⅱ-1-3	概査地区鉍石分析結果	30
表Ⅱ-1-4	概査地区流体包有物均質化温度測定結果	35
表Ⅱ-1-5	分析検出限界値	36
表Ⅱ-1-6	概査地区標準統計量	38
表Ⅱ-1-7	概査地区しきい値及び地化学異常の区分	41
表Ⅱ-1-8	概査地区相関マトリックス	43
表Ⅱ-1-9	概査地区主成分分析結果	44
表Ⅱ-1-10	概査地区地化学異常の分布	48
表Ⅱ-2-1	精査地区鉍石分析結果	60
表Ⅱ-2-2	精査地区流体包有物均質化温度測定結果	62
表Ⅱ-2-3	精査地区標準統計量	67
表Ⅱ-2-4	精査地区元素別しきい値	68
表Ⅱ-2-5	精査地区相関マトリックス	68
表Ⅱ-2-6	精査地区主成分分析結果	69
表Ⅱ-2-7	Silobougou鉍徴とSyama 鉍床及びKalana鉍床との比較	79

## 巻 末 資 料

資料 1	地化学探査結果図及び異常値分布図 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb)	A- 1
資料 2	岩石薄片検鏡結果	A-31
資料 3	鉍石研磨片検鏡結果	A-45
資料 4	化学分析結果一覧表 (土壌)	A-53
資料 5	化学分析結果一覧表 (鉍石)	A-81
資料 6	X線回折法試験結果一覧表	A-85

別添図

- 付図1 概査地区試料採取位置図（3葉，縮尺 1/50 000）
- 付図2 概査地区地化学探査解析結果図（3葉，縮尺 1/50 000）
- 付図3 概査地区地化学異常（高異常）分布図（縮尺 1/200 000）
- 付図4 精査地区試料採取位置図（縮尺 1/10 000）
- 付図5 精査地区地化学探査解析結果図（1/10 000）

# 第 I 部 総 論

## 第 I 部 総 論

### 第 1 章 序 論

#### 1.1 調査の経緯及び目的

日本国政府は、マリ共和国政府の要請に応じて、ブグニ地域の資源開発協力基礎調査を実施することとし、1991年11月8日に本調査の実施に関するScope of Work をマリ共和国政府と交換した。このScope of Work についてのマリ共和国政府の回答に基づき、日本側国際協力事業団及び金属鉱業事業団とマリ側地質鉱山局は、調査の実施細目を定めこれに調印した。

本調査は、調印されたScope of Work と実施細目に基づき、資源開発協力基礎調査ブグニ地域の第3年次として実施されたものである。

本年度の調査は、第1年次の調査結果に基づき、Birrimien 累層群の分布地区として選出された5地区のうちの2地区（ブグニ地区及びケコロ地区）を対象に、金鉱床胚胎の可能性のある地区の抽出を目的として地化学探査が実施されたほか、第2年次地化学精査の結果から金鉱床賦存有望地区として選出されたセレンゲ地区のSilobougou区域に対して、金鉱化帯の抽出を目的として精密地化学探査が実施された。また、これら地化学探査と並行して地質調査を行い、より精度の高い地質図の作成に努めた。

#### 1.2 第2年次調査の結論と提言

##### 1.2.1 第2年次調査の結論

第2年次の調査として、セレンゲ地区、ドゥスディアナ地区及びケレヤ地区においては地化学探査を、セレンゲ地区内のセレンゲ鉱徴地地区においては精密地化学探査をそれぞれ実施した。これらの調査の目的は、金鉱床胚胎の可能性のある地区の抽出及び砂金鉱徴の源となる金鉱化帯の抽出にある。

本調査地域の地質は、エブルニア造山期のグリーンストーン帯とそれらを貫く花崗岩類からなる。グリーンストーン帯は、Birrimien 累層群と呼ばれ、砂質片岩と泥質片岩を主体とし、玄武岩や珪長質火山砕屑岩類を挟在する。花崗岩類は黒雲母花崗岩、白雲母花崗岩及び角閃石花崗岩に分けられ、それぞれ異なる時期に貫入したものと推定され、バソリスを形成している。

各調査地区で、砂金採掘地、石英脈露頭、石英転石などを確認した。それらはセレンゲ地区の14箇所の砂金採掘地（最高品位 Au154ppb）・2箇所の石英脈露頭（最高品位 Au89ppb）・3箇所の石英転石帯（最高品位 Au3 ppb）、ドゥスディアナ地区の1箇所の砂金採掘地・5箇所の石英脈露頭（最高品位 Au25ppb）及びケレヤ地区の4箇所の石英転石帯（最高品位 Au25ppb）である。

西アフリカでは砂金を端緒として金鉱床が発見された例が多いことから、本調査地区の中では、砂金採掘地が多いセレンゲ地区が有望と考えられる。セレンゲ地区の砂金採掘地は、その分布の方向及び砂金鉱床のタイプから、N-S系の構造に規制され、かつその直下又は近傍に金鉱化帯が存在するものと推定される。地化学探査の結果、セレンゲ地区内のSilobougou 1・2・3、Damanougou、Mangouelaの5区域が有望地区として抽出された。これらの区域では、Au地化学

異常がまとまって分布するSilobougou 1・2 が有望である。また、地化学異常の特徴として、Au単味であることが挙げられる。

以上のことを、西アフリカにおける金鉱床のタイプ及びその特徴と照合すると、本地区にはN-S系の構造に規制された含金硫化型の金鉱床が期待できる。この含金硫化型金鉱床は、西アフリカで最大の埋蔵能力を有するもので、マリ共和国でも本調査地区の南東方150km に位置するSyama 鉱床が知られている。

### 1.2.2 第3年次調査への提言

第3年次の調査としては、第2年次に地化学探査が行われなかったBirrimien 累層群の分布域に対する地化学探査を実施し、併せて第2年次の調査結果から抽出された鉱床賦存有望区域に対して、更に高次の調査を実施することが望ましい。

今後、更に高次の調査を実施すべき区域名を優先順位を付して以下に列記し、各区域で実施することが望まれる調査方法を併せて示した。

優先順位	区域名	調査方法
1	Silobougou 1	ピット調査, ボーリング調査
2	Silobougou 2	ピット調査, ボーリング調査
3	Silobougou 3	物理探査, ピット調査

## 1.3 第3年次調査の概要

### 1.3.1 調査地区

本年次の調査地区は、第1年次調査（調査面積14,000km<sup>2</sup>）の結果確認されたBirrimien 累層群の分布域のうち、第2年次調査で地化学探査が行われなかった地区を対象に設定された。それらは、ブグニ及びケコロの2地区であり地化学探査（概査）が実施された。また、第2年次調査でAu地化学異常が抽出されたセレンゲ地区内のSilobougou区域では、精密地化学探査が実施された。

図1に調査地区位置図を示す。

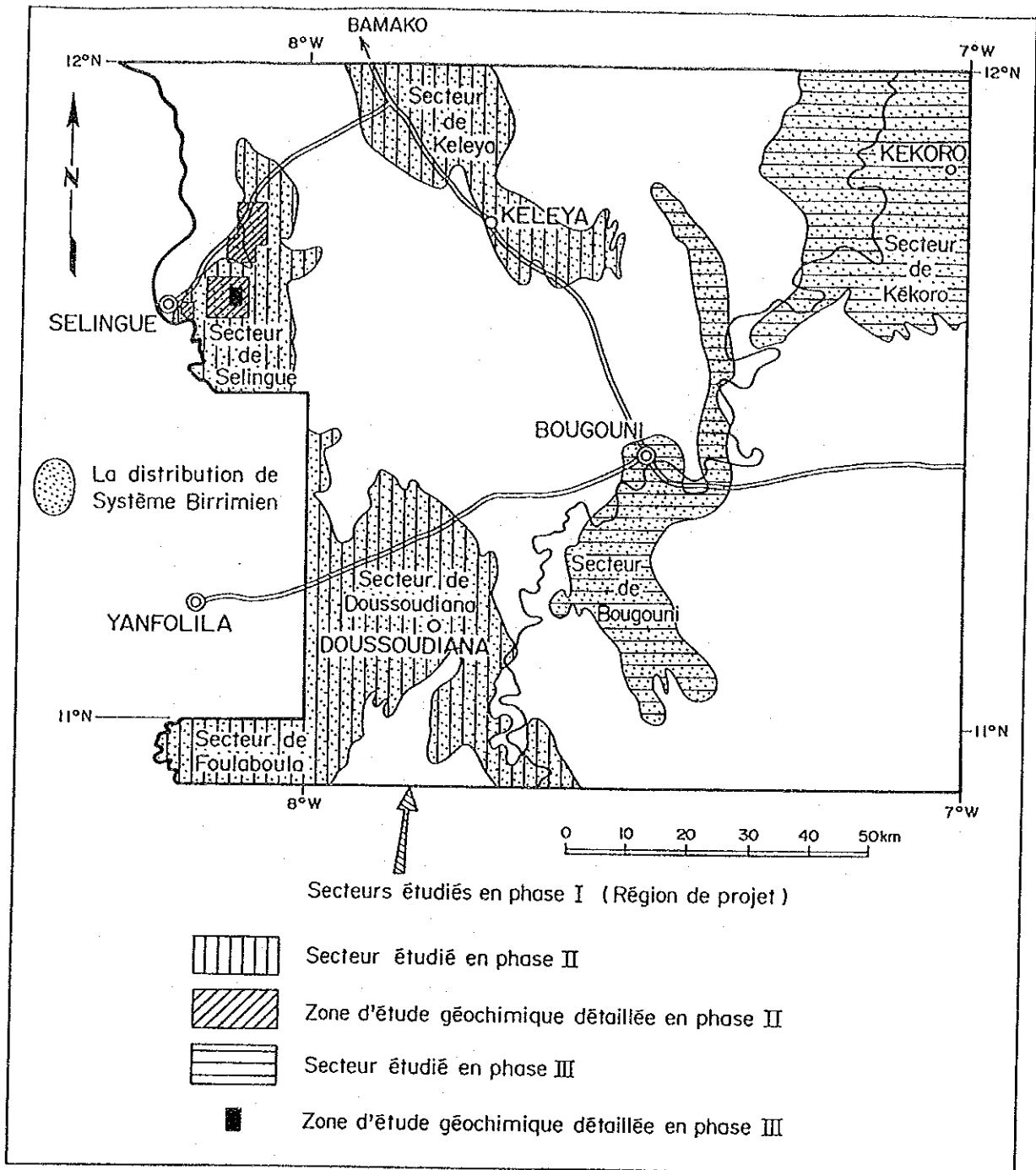


图1 調查地区位置图  
 Fig. 1 Localisation des secteurs d'étude

### 1.3.2 調査内容

調査内容及び調査量、試験項目及び成分をそれぞれ表1と表2に示す。

表1 調査内容及び調査量

調査内容	調査数量など
地化学探査（概査）	調査面積 2000km <sup>2</sup>
	試料採取件数 8000件
地化学探査（精査）	調査面積 4km <sup>2</sup>
	試料採取件数 460件

表2 試験項目及び成分

試験項目及び成分	数量
岩石薄片作成	20件
鉍石研磨片作成	10件
X線回折試験	10件
流体包有物均質化温度測定試験	5件
化学分析	
土壌試料分析（Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb）	8460件
鉍石分析（Au, Ag）	30件

### 1.3.3 調査団の編成

本調査の現地調査に参加した調査員及び現地指導監督員を表3に示す。

表3 現地調査団及び現地指導監督員

日 本 側		マ リ 共 和 国 側		
滝川 昭（部長・総務 住友コンサルタント株式会社）		Hamadoun	BA	(D N G M)
小沼 工（地 化 課 “ ”）		Ibrahim	SISSOKO	( “ )
高野 肇（ “ ”）		Sounkalo	KONE	( “ )
福田 英一（ “ ”）		Emmanuel	THERA	( “ )
		Siraman	DIAKITE	( “ )
		Tahirou	FAROTA	( “ )
		Hamidou	GUINDO	( “ )
現 地 指 導 監 督 員				
高橋健一（金属鉍業事業団）				

(DNMG: Direction Nationale de la Geologie et des Mines)



#### 1.3.4 調査期間

現地調査団の日程の概略は次のとおりである。

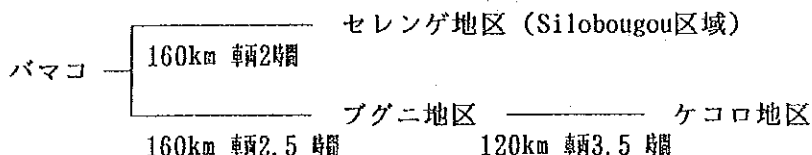
動 員	平成5年9月19日～	平成5年9月21日
表敬，打合せ，移動	平成5年9月21日～	平成5年9月23日
調査準備	平成5年9月24日	
地化学探査	平成5年9月25日～	平成5年11月24日
整理作業，打合せ及び移動	平成5年11月18日～	平成5年11月24日
中間報告及び帰国挨拶	平成5年11月25日～	平成5年11月29日
帰 国	平成5年11月29日～	平成5年12月03日

## 第2章 調査地域の概要

### 2.1 位置及び交通

ブグニ地域は北緯10°54' -12°00' , 西経7°00' -8°18' の間を占め、マリ共和国の南西部、首都バマコの南方に位置している。

本年次の調査地区は、ブグニ及びケコロの概査2地区、及びセレンゲ地区Silobougou区域の精査1地区からなる。バマコから調査地区への交通経路は下記のとおりである。



### 2.2 地形及び水系

調査地区の大部分は標高350-390mの準平原からなる。ケコロ地区には塩基性貫入岩体を反映した標高400-500m以上の山地が、Dianko部落を中心に環状に分布する。最高点はKébokourou山で、標高548mを数える。

調査地区の主要河川は、Baoule川とその支流である Banifin川からなる。Baoule川は、北または北北東に向かって、ブグニ地区及びケコロ地区を縦貫しながら蛇行、流下する。Banifin川は、ブグニ地区の東縁を北北東に流下し、ケコロ地区の中央部でBaoule川に合流する。これらの河川に沿っては、幅数百mから2.5Kmに達する平坦な氾濫原が分布している。

### 2.3 気候及び植生

マリ共和国の気候は、大きく乾期と雨期の2つに分けられる。乾期は11月頃から5月までの期間で、2月までは比較的涼しい。雨期は6月から10月頃までの期間で、湿度が高く、降雨量が多い。しかし、マリ共和国の気候は緯度によってその温度、降雨量がかなり異なっている。

すなわち、マリ共和国の北部地域は、砂漠地帯であるためサハラ性気候で、降雨量も極めて少なく、年間100mmを越えない。マリ共和国の中央部は、ステップ気候で、雨期には年間700mmの降雨を伴う。昼夜の温度差は4月から6月の期間及び乾いた風が吹く12月ではかなり大きい。

一方、ブグニ地域を含むマリ共和国の南部は、サバンナ気候で、大陸的である。温度及び湿度は地域及び昼夜によって大きく異なっている。乾期は11月から5月までの期間であるが、11月から2月までの冷乾期と3月から5月までの暑乾期とに分けられる。冷乾期は、乾燥していて涼しい時期で、温度は日中で36°C、夜で6-10°Cである。暑乾期は、乾燥していて暑い時期で、日中の温度は更に上がり35-45°Cとなる。雨期は6月から10月にかけてである。最近10年間の年間降雨量は、800-1,000mmで、それ以前の年間降雨量である1,200-1,500mmに比べて少なくなっている。表4に、首都バマコの月平均気温、月平均湿度、月降水量を示す。

ブグニ地域を含むマリ共和国南西部のサバンナ地帯は、植生の上では3帯に区分されることが

多い。調査地区はこのうちのスーダン帯に属し、疎林ではあるが、きわたの木、マンゴの木、バオバブの木などの高木林が地表を覆っている。高木林のあいだには、草木や背の高い草が入り混じっている。これらの草木は、乾期には落葉したり枯れたりし、雨期の前後から一斉に芽吹く。

図2に、マリ共和国の気候及び植生区分を示す。

表4 バマコの月平均気温、月平均湿度、月降水量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月平均気温(℃)	24.8	27.7	30.3	31.5	31.3	29.0	26.6	25.8	26.3	27.4	26.4	24.5
月平均湿度(%)	28	23	23	35	52	67	77	83	80	68	50	36
月降水量(mm)	0.5	0.5	3.0	15.6	61.6	145.1	244.2	326.1	215.3	65.7	7.5	1.4

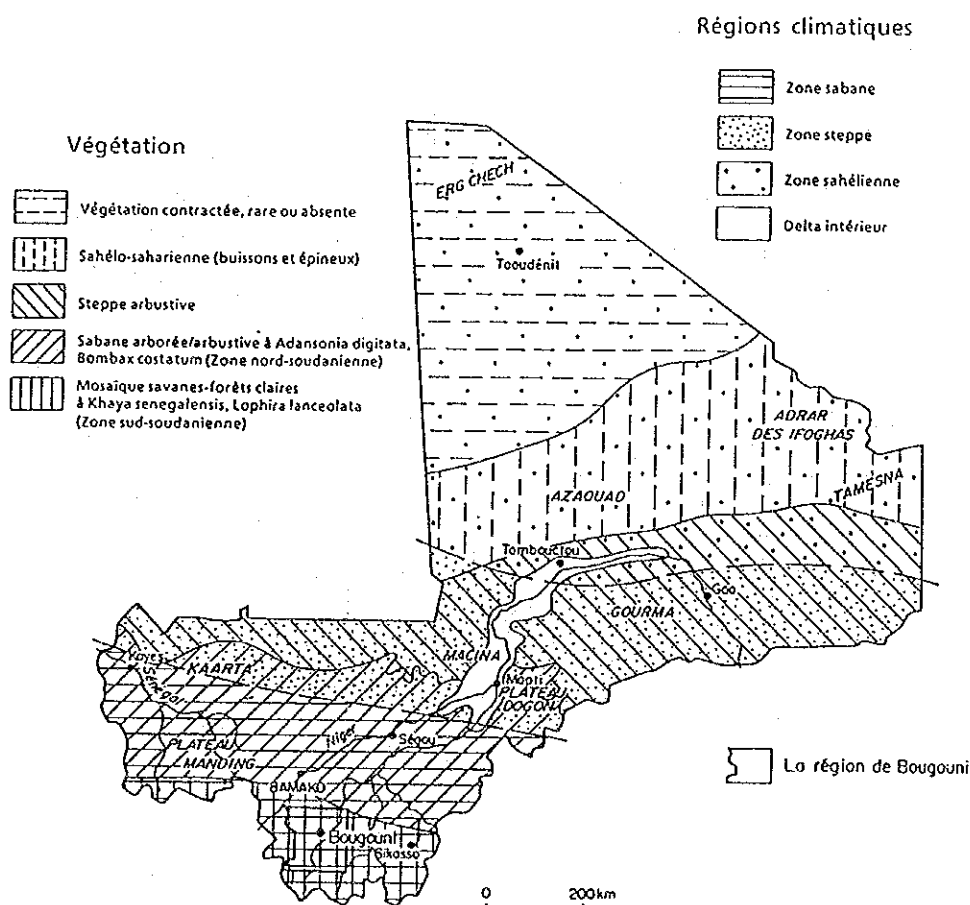


図2 マリ共和国気候及び植生区分図

### 第3章 地質・鉱床概要

#### 3.1 マリ南西部の構成岩類

調査地域を含むマリ南西部は、西アフリカクラトンに属し、火山・堆積岩-花崗岩地域と Taoudeni Basin と呼ばれる卓状地堆積物が堆積した地域とに大きく2分される。火山・堆積岩-花崗岩地域は、原生代前期の Birrimien 累層群及びこれに進入した花崗岩類からなる。

Birrimien 累層群は、マフィックな火山岩類及び砕屑状堆積岩類（主にグレイワック、頁岩）からなり、少量の中性～フェルシクな組成の火山岩類を伴い、いわゆるグリーンストーン帯をなしている。グリーンストーン帯の厚さは一般に数km、時には15kmに達し、エブルニア造山期の造山運動または花崗岩類の貫入を受けてシンフォームをなしている。全域にわたって緑色片岩相に属する変成作用を受けているが、花崗岩類との接触部では角閃岩相の変成相も認められる。花崗岩類は、Birrimien 累層群中に大小様々な規模で貫入し、同累層群を幅20-100km、時には長さ数100kmの岩体に分断している。

なお、マリ南西部で発見された金鉱床は、図3に示すように、Birrimien 累層群中に分布する。

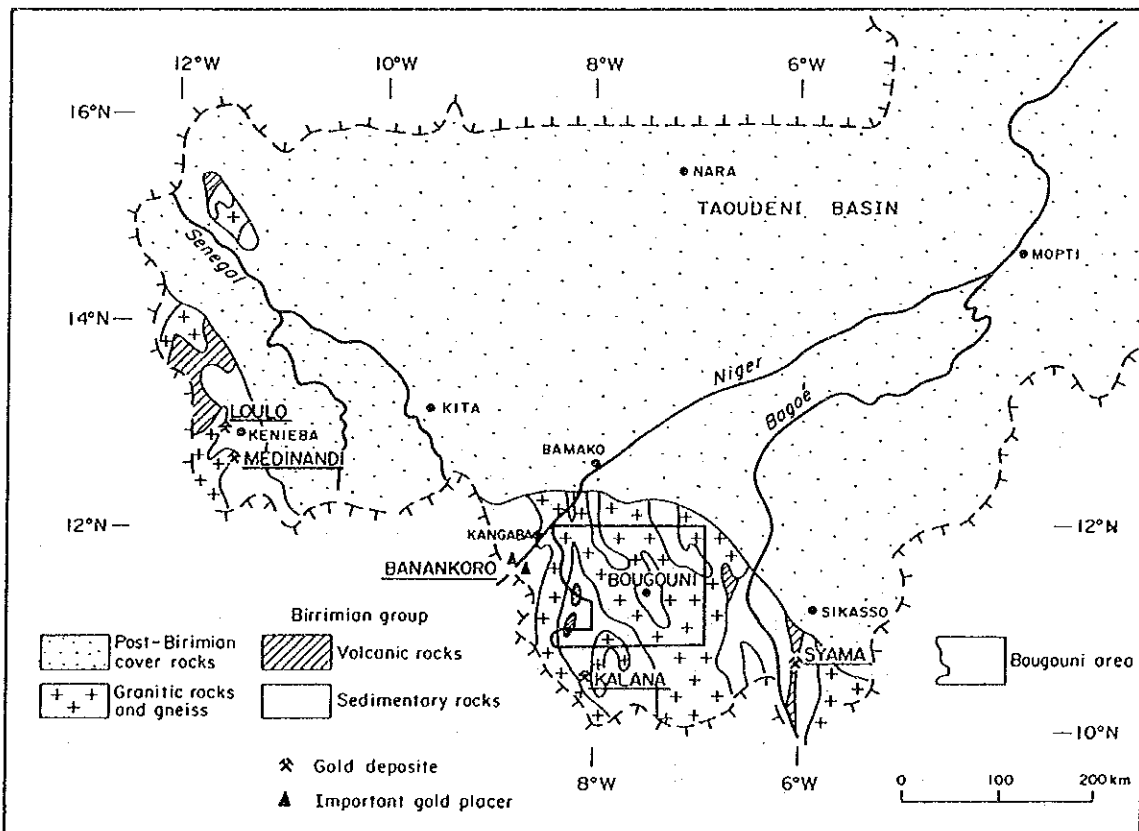


図3 マリ南西部の鉱床分布図

### 3.2 マリ南西部の金鉱床

マリ南西部の金鉱床の分布を図3に示す。鉱床は原生代前期の基盤の一部をなすBirrimien 累層群内に胚胎する。主要な鉱化地域は、①バマコ西方約400kmのKenieba地域、②同南西方約100kmのKangaba地域、③同南方約200kmのKalana地域、④同南東方約300kmのSyama地域である。

#### (1) Kéniéba 地域

Kéniéba 地域には、Loulo 鉱床とMédinandi 鉱床が知られている(図4)。

**Loulo 鉱床** 鉱床はKéniébaの北西30kmに位置している。BRGM\*は1978年にマリの鉱物資源調査を目的としてBRGM65%、マリ政府35%の出資によるシンジケートを結成し、マリ南西部で15,000km<sup>2</sup>の探鉱権を得て、1979年から探査活動を開始した。

1979-1980年に、地質調査によりLoulo 鉱床を発見し、1983-1984年には詳細な探鉱ボーリングが行われた。その結果、Loulo 鉱床は2つの鉱体からなり、Loulo 0 鉱体680万トン(平均品位Au4.13g/t)、Loulo 3 鉱体91.5万トン(平均品位Au4.20g/t)の鉱量が確認された。その後、1984-1986年に、フィジビリティ・スタディが行われた。

鉱床周辺には原生代前期のBirrimien 累層群が広く分布する。Birrimien 累層群は、下位から絹雲母質砂岩、含電気石砂岩、変成グレイワッケから構成され、金の鉱化は、やや変成した微晶質～隠微晶質の電気石に富む砂岩中に鉱染状又は細脈状に見られる。この砂岩は、厚さ10-22m、走向延長約700mで、微細に鉱染した金と黄鉄鉱を含み、石英-炭酸塩鉱物-曹長石-黄鉄鉱細脈に切られている。Kenieba 地域に分布するBirrimien 累層群には、こうした砂岩層が幾つか知られており、それらの厚さは20-30mで、既知延長は数100mから数kmに及んでいる。

主鉱体は、厚さ8-22m(平均10.8m)、延長800mで、傾斜は一般に30-80°Wを示す。金は、エレクトラムとして黄鉄鉱や石英-炭酸塩鉱物細脈に伴って産し、Au:Ag比は1:0.2である。硫化鉱物としては黄鉄鉱が最も多く、少量の黄銅鉱、磁硫鉄鉱を伴う。

**Médinandi 鉱床** 鉱床はセネガルとの国境近く、Kéniébaの南西34kmに位置している。鉱床周辺では小規模な砂金採掘が続けられていたが、1960年にSONAREM\*が探査活動を行い、品位Au11.14g/t、金量4トンを確認した。

鉱床の母岩は、Birrimien 累層群の片岩、変成グレイワッケ、安山岩などである。鉱化作用は、Birrimien 累層群中の破砕帯に認められ、不規則脈状又は鉱染状である。鉱化帯は、幅0.4-2.0mで、走向延長4-6kmである。金は石英細脈や硫化鉱物に伴って産する。硫化鉱物としては黄鉄鉱が最も多く、少量の磁硫鉄鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱を伴う。

#### (2) Kangaba 地域

Kangaba 西方のニジェール川沿いには、数多くの砂金鉱床が分布している。この地域の金は、原住民により数世紀前から砂金として採掘されている。

\* BRGM: Bureau de Recherches Géologiques et Minières (France)

\* SONAREM: Société Nationale de Recherches et d'Exploitation Minière (Mali)

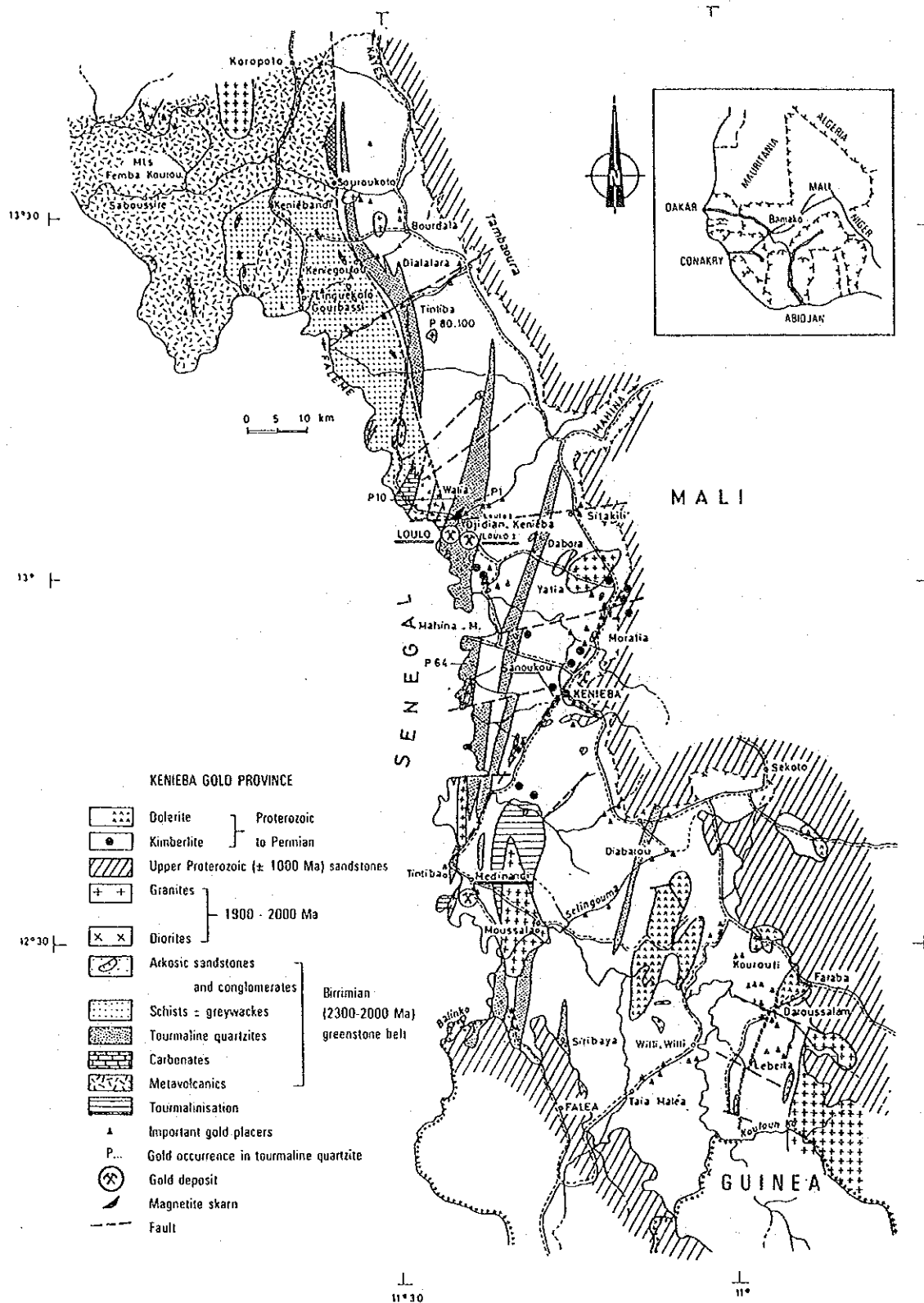


図 4 Loulo鉍床周辺の地質概略図 (UNDP-DNGM, 1987)

1960年代、SONAREMはこの砂金鉱床を採鉱対象として、その評価を行った。その結果、3箇所それぞれ334kg、147kg、100kgの砂金量を算出したが、これ以上の砂金量はあまり期待できないと結論した。

砂金地帯はNiger川を挟んで、NW-SE方向に約15km延長している。現在、Niger川南部の砂金地帯で、トレンチとピットによる採鉱が前記シンジケートによって行われている。

そのほか、本地域ではBirrimien累層群の片岩中の剪断帯に関連する鉱化が知られており、品位は3.6g/t Au以下（平均1g/t Au）である。

### (3) Kalana地域

Kalana地域には、Kalana鉱床が知られている。

Kalana鉱床 鉱床は、ブグニの南西100kmに位置し、1966年にSONAREMによって発見された。

鉱床は、Kalana 1とKalana 2の2つの鉱体からなり、Kalana 1が採掘対象となっている。Kalana 1の現埋蔵量は、金量30.2トン（品位28g/t）である。Kalana 2は、Kalana 1の南東側に位置し、その全貌は明かになっていないが、埋蔵量は金量10-20トンと推定されている。

鉱床周辺には原生代前期のBirrimien累層群と花崗岩類及びそれらを通る二畳紀～ジュラ紀の粗粒玄武岩が分布する。Birrimien累層群は片岩、グレイワッケなどからなり、片理、層理共に走向 NNW-SSE、傾斜70-90° E

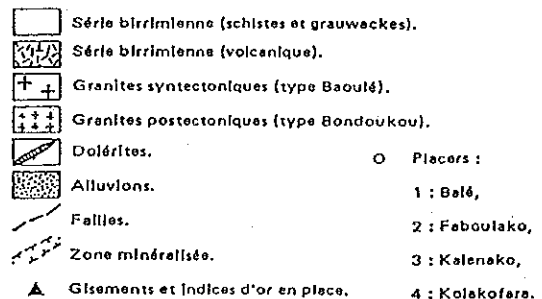
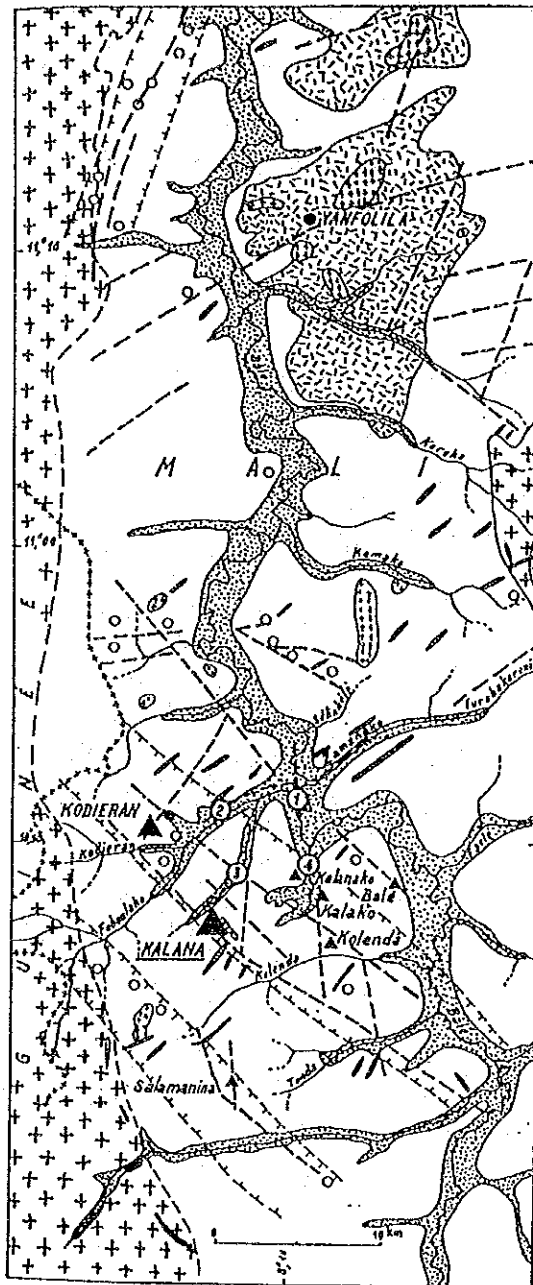


図5 Kalana鉱床周辺の地質概略図 (J. P. Bassotほか, 1980)

で、緑色片岩相の弱い変成作用を受けている。花崗岩類は、希に角閃石を含む両雲母花崗岩と閃緑岩からなり、Birrimien累層群中に貫入している。両雲母花崗岩はバソリス状にへい入し、年代は20億年頃と推定されている。閃緑岩は、ストック状に貫入し、年代は18.6億年を示し、鉍床に関係するものと考えられている。鉍床は、バソリス状花崗岩体の周縁部に位置している。

Kalana鉍床の金鉍化作用は、Birrimien累層群と閃緑岩の双方に発達する石英脈に伴われる。鉍床内には多数の割れ目が発達するが、鉍化割れ目は、NNW-SSE~NNE-SSW系東緩傾斜脈、ENE-WSW系急傾斜脈及びNW-SE系急傾斜脈の3種類に分けられる。最大のもは東緩傾斜脈で、脈幅0.5-5.0mで4鉍脈が認められる。金の含有量は母岩の性質に左右され、片岩では特に高く、グレイワッケ、閃緑岩では低い。金は、エレクトラムとして石英細脈や硫砒鉄鉍、黄鉄鉍、黄銅鉍などに伴って産する。最も多い硫化物は硫砒鉄鉍である。エレクトラムは、最大径3-4mm、平均径0.1-0.25mmで、Au:Ag比は7.69である。

M. T. Dicko (1977) によれば、鉍化変質作用は、次の3期に分けられる。

第1期：石英±灰重石

第2期：石英±炭酸塩鉍物+硫砒鉄鉍+黄鉄鉍+金

第3期：石英+炭酸塩鉍物+閃亜鉛鉍+方鉛鉍+黄鉄鉍±黄銅鉍+金

鉍化作用に伴う石英脈の流体包有物は、340-420°Cの均質化温度を示している。

また、Kalana鉍床の周囲には、Kodieran, Kalanako, Bale, Kalako, Kolendaなどの鉍徴地や、Bale, Faboulako, Kalanako, Kalakofaraなどの砂金鉍床が多数発見されており、これらを含めると今後採掘可能な金量の合計は100トンを超すといわれている。

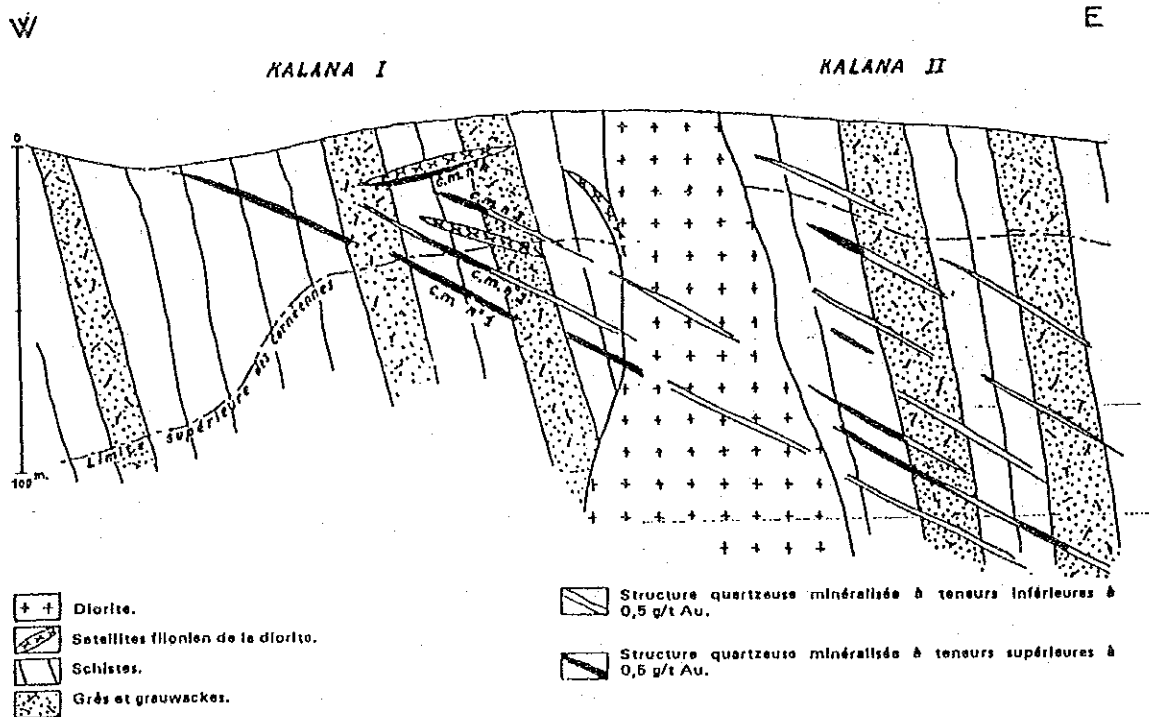


図6 Kalana鉍床断面図 (J. P. Bassotほか, 1980)



#### (4) Syama地域

Syama地域にはSyama鉱床が知られている。

**Syama鉱床** 鉱床はブグニの南東150kmに位置する。鉱床周辺では、13-16世紀頃にマリ人が金の採掘を行っていたことが知られている。

Syama鉱床周辺の鉱床探査は、SONAREMによるものが最初であった。SONAREMは空中磁気探査とその後ボーリング調査(1965年)で石英脈を発見したが、その詳細は明らかでない。

その後、一時調査の中断があったが、1980年からUNDPとDNGMによる土地化学探査(概査1,000m×400mグリッド、精査400m×100mグリッド)が行われ、Au異常が識別された。引続く探査ステージでは、ピット(100m×40mグリッド)とトレンチによる探査が行われ、地表から3-15mの深部に砂金鉱床が発達していることを認め、この直下で、推定鉱量150万トン、平均品位1.67g/t Auを得た。

1985年になって、BHP UTHA社は、UNDPとDNGMによる土地化学探査結果の再評価を行い、Syama周辺が最も有望であるとし、1987年にマリ政府と探鉱契約を結び、集中的な探査活動を開始した。

その結果、ボーリングによって初生鉱体を発見し、開発時点では、鉱量2,250万トン、品位3.9g/t Au、金量88.5トンの大規模な金鉱床の存在が推定された。

1990年には、露天採掘による生産が開始され、Syama鉱床はマリの大金山として脚光を浴びることになったのである。

Syama鉱床周辺には、Birrimien累層群と花崗岩が分布する。鉱床の母岩は、Birrimien累層群の玄武岩、安山岩、チャートなどである。金鉱化は、

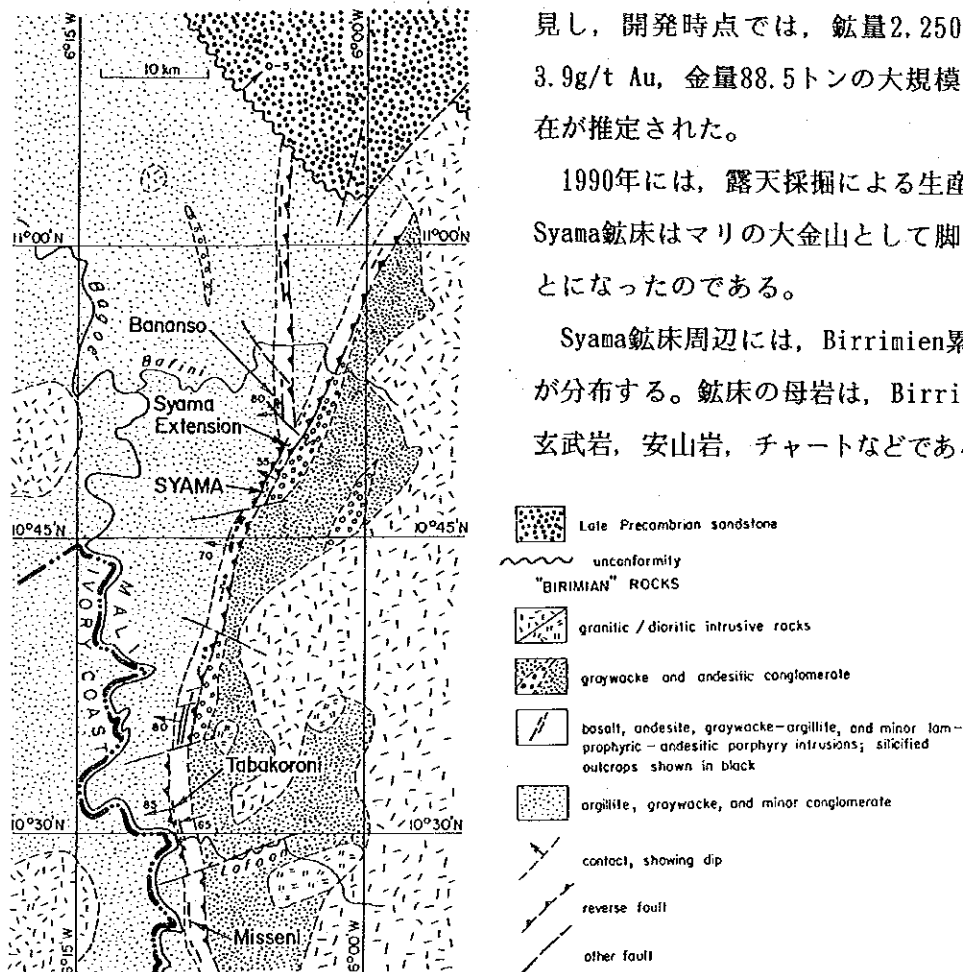


図7 Syama鉱床周辺の地質概略図 (Steven F. Olsonほか, 1992)

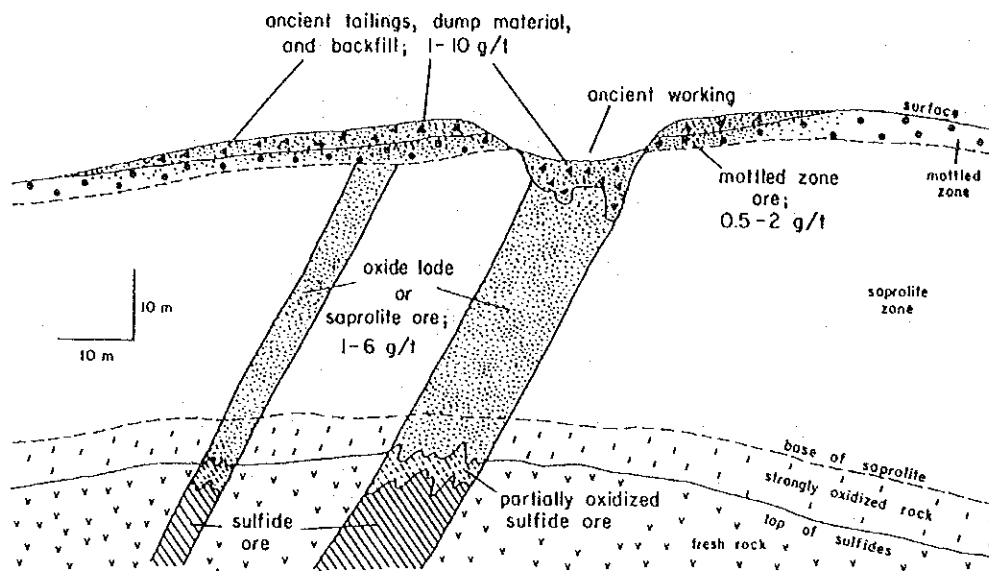


図 8 Syama 鉛床断面図 (Steven F. Olsonほか, 1992)

幅20-40mの剪断帯に鉛染-網状に見られ、鉛化作用を基本的に規制しているのはNNE-SSW方向の断層である。主鉛体の走向延長は約800m (N-S)，傾斜長300m+(55-85° W)である。そのほか、いくつかの衛星鉛体が発見されているが規模は小さい。

母岩の変質作用としては、プロピライト化変質、脱色弱変質などが認められ、石英-アルパイ ト-炭酸塩鉛物-黄鉄鉛の変質鉛物組合せが認められる。

鉛石は、地表下35-40mまでの酸化鉛とより深部の硫化鉛からなり、酸化鉛250万トン、硫化鉛 2,000万トンと計算されている。金は硫化物や酸化帯の微少な割れ目に自然金として産する。硫化鉛では、金の50%が黄鉄鉛に伴われている。主要硫化物は黄鉄鉛で、そのほか少量の黄銅鉛、方鉛鉛、閃亜鉛鉛、砒四面銅鉛、斑銅鉛、硫砒銅鉛、銅藍、四面銅鉛などを伴う。酸化物としては、アナターゼ、スフェーン、クロム鉄鉛、ルチルなどが報告されている。

## 第4章 調査結果の総合検討

### 4.1 地質構造、鉱化作用の特性と構造規制

概査地区：概査地区では過去の探鉱実績、砂金採掘実績よりみて、ケコロ地区Dianko部落（廃村）を中心とした環状山地付近に、金鉱化作用が最も顕著である。これまで採掘対象となったのは環状山地に囲まれた平坦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、金の初生鉱化作用に関係している可能性が高い。

ランドサット画像によれば、Dianko部落付近ではNNE-SSW 方向及びNNW-SSE 方向の明瞭なリニアメント（断層を推定）が交差しており、貫入岩の中にはこれらの方向に略平行した分布のものがみられる。貫入火成活動や鉱化作用のあるものは、これらの断層構造による規制を受けていることが考えられる。

精査地区：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るランプロファイア質や閃緑岩質の貫入岩を伴っている。

精査地区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とみられる。

### 4.2 鉱床賦存のポテンシャル

概査地区：金鉱床の賦存可能性がある区域は、可能性が高い順に次の3区域である。

- ① Kekoro 区域：ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地周辺
- ② Sagala 区域：ケコロ地区北西端部のSagala周辺
- ③ Banko 区域：ブグニ地区南部のBanko 西方

この中では、過去の採掘実績、地表徴候、地化学異常の規模から判断してKekoro区域が調査を優先させるべき区域と考えられる。

精査地区：精査地区は、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、付近に熱水活動と割れ目が有れば、金鉱床の形成が十分に期待できる。

精査地区には次の地表徴候が認められる。これらは、地区内に熱水性金鉱床の賦存可能性が高いことを示していると考えられる。

- ①NW-SE 方向に伸長するSilobougou砂金採掘帯（幅約100m, 延長約1.4Km+）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
- ④熱水変質を被ったposttectonicとみられる完晶質貫入岩転石の存在

#### 4.3 地化学異常と鉱化作用の関係

概査地区：Auは他の元素との相関が殆ど見られず、独立に挙動している。Auの地化学異常の分布は散点的であり、必ずしも鉱徴地に対応していないが、大局的には鉱徴地周辺に認められる。

最も多くのAu地化学異常が分布するKekoro区域では、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、環状山地尾根線の内側に存在している金の鉱徴との直接的対応はみられない。Au地化学異常は、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。これは環状山地内の初生金鉱床が侵蝕を受けて流下、拡散し地化学異常として発現している可能性を示している。

精査地区：Auは他の元素との相関が殆ど見られず、独立に挙動している。Au地化学異常（Au $\geq$ 70 ppb）の分布の特徴は次ぎのとおりである。

- 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解析されたところに多く分布する。

Silobougou鉱徴に対しては、Au地化学異常との対応は必ずしも良くない。しかし、初生鉱床中の金の存在の仕方や鉱床部のラテライト化の状況によっては、顕著なAu地化学異常としては発現しない場合があり、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。前項で述べた精査地区の地表徴候は、周辺に金鉱床の胚胎が十分期待できることを示していると思われる。

## 第5章 結論及び提言

### 5.1 結 論

第3年次調査の結論は、次のとおりである。

概査地区：概査地区地化学探査によって得られた、まとまったAu地化学異常の分布、また、砂金採取地や石英脈転石などの地表鉱徴の分布から金鉱床の賦存可能性のある区域として、次の3区域が選出された。賦存可能性はこの順に高い。

- ① Kekoro 区域：ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地周辺
- ② Sagala 区域：ケコロ地区北西端部のSagala周辺
- ③ Banko 区域：ブグニ地区南部のBanko 西方

Kekoro区域には最も多くのAu地化学異常が分布する。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、環状山地尾根線の内側に存在している金の鉱徴との直接的対応はみられない。Au地化学異常は、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。これは環状山地内の初生金鉱床が侵蝕を受けて流下、拡散し地化学異常として発現している可能性を示している。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、金の初生鉱化作用に関係している可能性が高い。

概査地区の中で、Kekoro区域は過去の採掘実績、地表徴候、地化学異常の規模から判断して鉱床賦存の可能性が高く、今後、調査の実施を図るべき区域と考えられる。

精査地区：精査地区は、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、付近に熱水活動と割れ目が有れば、金鉱床の形成が十分に期待できる。精査地区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、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（概査地区も同様）。2箇所まとまったAu地化学異常は、近傍の小規模な砂金採掘地を反映したものとみられるが、主要な鉱徴であるSilobougou砂金採掘帯を反映するような明瞭なAu地化学異常は得られていない。しかし、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によっては、顕著なAu地化学異常が発現しない場合があり、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。先に述べた精査地区の地表徴候は、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。

## 5.2 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：ケコロ地区北東部のKekoro西方の環状山地周辺（Kekoro区域）が最も優先され、今後の調査として以下の調査が推奨される。

- ・地質調査：鉍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鉍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、物理探査さらに試錐調査を実施し、鉍化帯の捕捉につなげることが望ましい。

Sagala区域については、隣接北部域を含めた地質・地化学精査の実施が望ましい。

Banko 区域については、砂金採掘跡を中心としてその分布と地化学異常を調査する地質・地化学精査の実施が考えられる。

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、初生の熱水性金鉍床が期待されることから、今後の積極的探鉍が望まれる。

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破碎帯の位置や傾斜を推定するための物理探査（電気・電磁・磁気探査）及び初生鉍化帯風化部を捕捉するための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。

L-10及び W-15 測点付近の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を包含する断層破碎帯の位置、方向を推定するための物理探査（電磁探査）及び初生鉍化帯風化部を捕捉するための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区域も本精査地区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、今回、Silobougou区域で実施したような地化学精査を実施することが望ましい。

## 第Ⅱ部 各 論

## 第1章 概査地区調査結果

### 1.1 地質・構造

#### 1.1.1 地質

##### (1) Birrimien 累層群

ブグニ地域東半部の Birrimien 累層群は花崗岩類により2つの地区に分断されている。このうちブグニを中心とする南北の狭長な部分をブグニ地区と呼び、調査地域東北部のケコロを中心とする部分をケコロ地区と呼ぶ。どちらの地区の Birrimien 累層群も、碎屑堆積岩（グレイワッケ、アレナイト砂岩、泥岩）を原岩とする低度変成岩で主に構成される。部分的に薄い珪長質凝灰岩と変斑れい岩の大きな層状貫入岩を挟む。ブグニ地区は全調査地域の中で Birrimien 累層群の変成作用が最も進んだ区域であり、結晶度の高い黒雲母片岩が卓越する。一方、ケコロ地区は変成作用が弱く、原組織が残存する変成グレイワッケが卓越する。

##### (a) 岩相

###### i) ブグニ地区

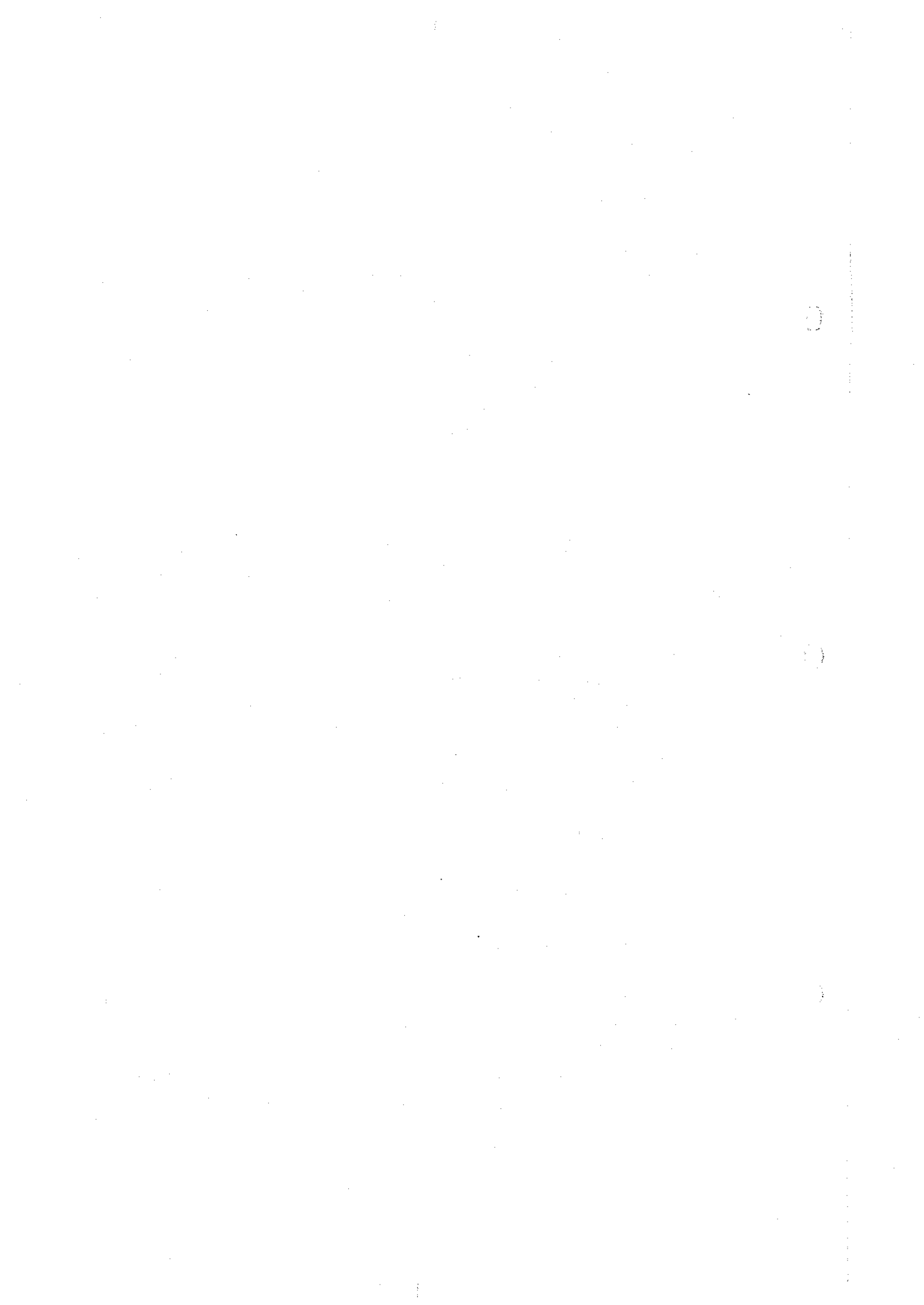
ブグニ地区の地質図を図Ⅱ-1-1に示す。また模式層序図を図Ⅱ-1-3に示す。本地区の Birrimien 累層群は結晶度の高い砂質片岩(Bsg)で主に構成され、泥質片岩(Bsa)を薄く挟む。大小の規模の変斑れい岩(BG)の層状貫入岩が各所に分布する。

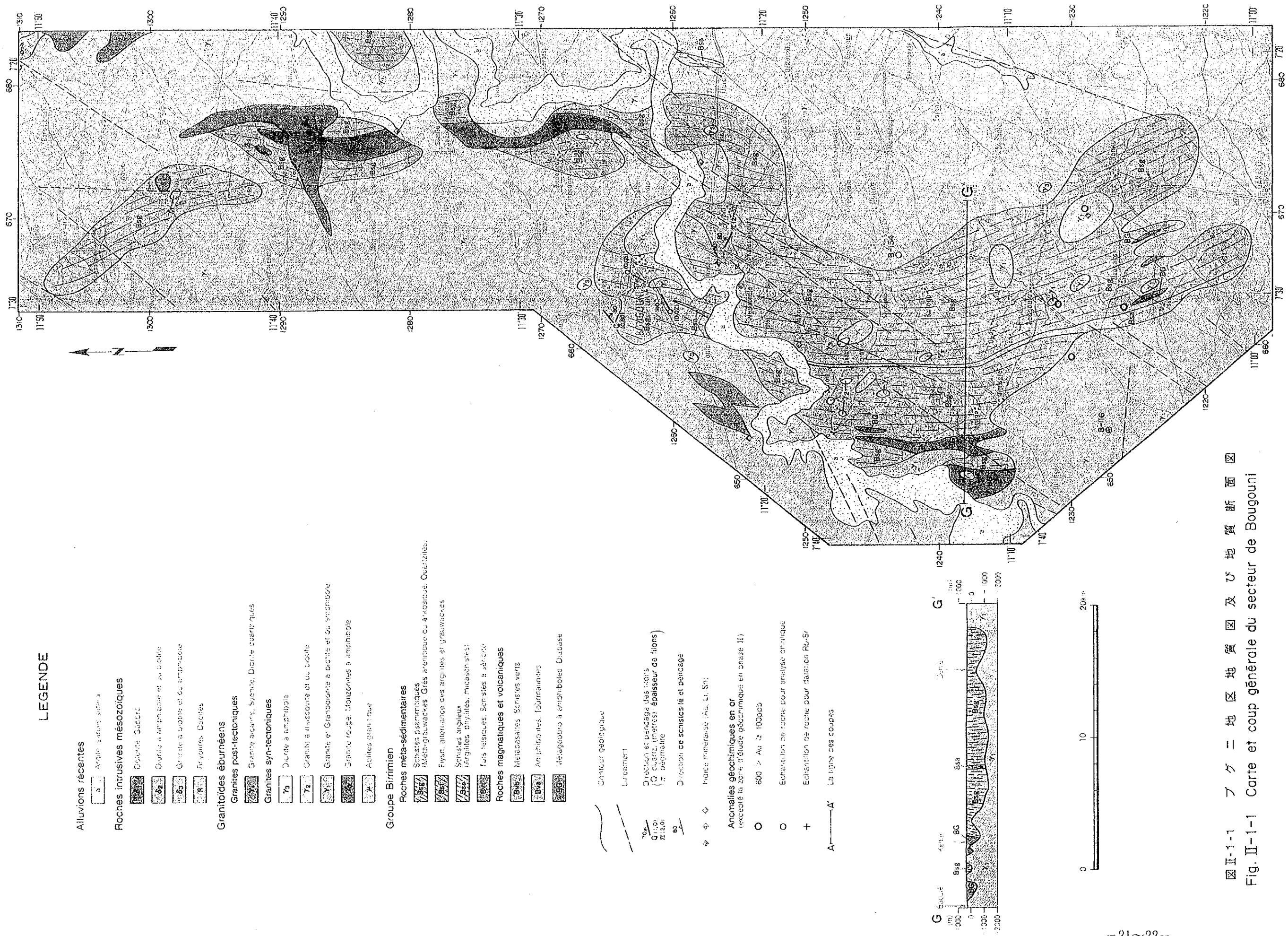
砂質片岩(Bsg)：広く分布する砂質片岩は再結晶の進んだ黒雲母片岩、両雲母片岩、白雲母片岩および珪岩で構成される。色調はこの順番に褐灰色～灰色～青灰色に変化する。雲母片岩中の黒雲母／白雲母の量比は片理の発達程度に比例しており、変成度の強さを示している。比較的変成度の低い試料で観察すると、これらの砂質片岩は多様な種類の砂岩を原岩として含んでいる。地質図上ではこれらの区分を表現してはいないが、石英粒を含むグレイワッケが最も広く分布する。アレナイト砂岩とアルコース砂岩の厚層が片理の構造と調和的に分布し、ほぼ南北走向の構造を示す。再結晶した青灰色の珪岩が、後述する変斑れい岩の近傍に小規模に分布する。これらは普通に少量の黄鉄鉱を含んでいる。

泥質片岩(Bsa)：ブグニ地区の泥質片岩の分布は、ほかの地区に比べて少ない。片理の発達した黒色の黒雲母片岩がBougouniからGaraloにかけて南北に良く連続する。しばしば後退変成した斑状変晶が白雲母の斑点として観察される。

変斑れい岩(BG)：ブグニ地区には、2つの大きな変斑れい岩体が分布する。1)北部の岩体はKarakaraから南北に細長く伸び、長さ30km、幅2kmの規模をもつ。2)南西部のKenie付近の岩体は南側が花崗岩で切られているが、長さ12km、幅4km以上の規模をもつ。このほかにも南部のSynrou周辺にも小岩体が散在する。これらの岩体の伸びはBirrimien累層群の構造に沿っており、調和的な層状貫入岩であると考えられる。岩相では以下の2種類が見られ、1岩体中に混在



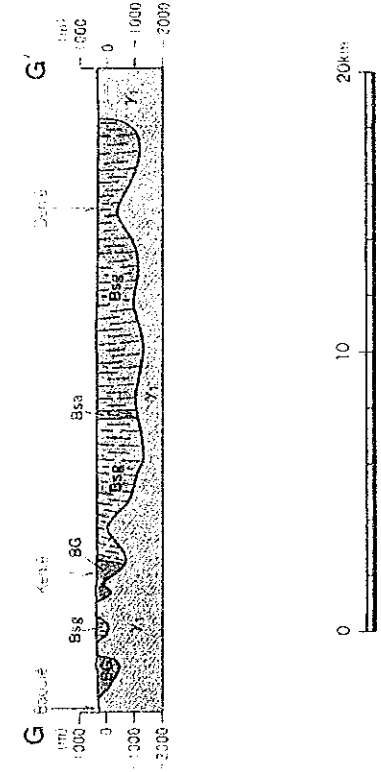




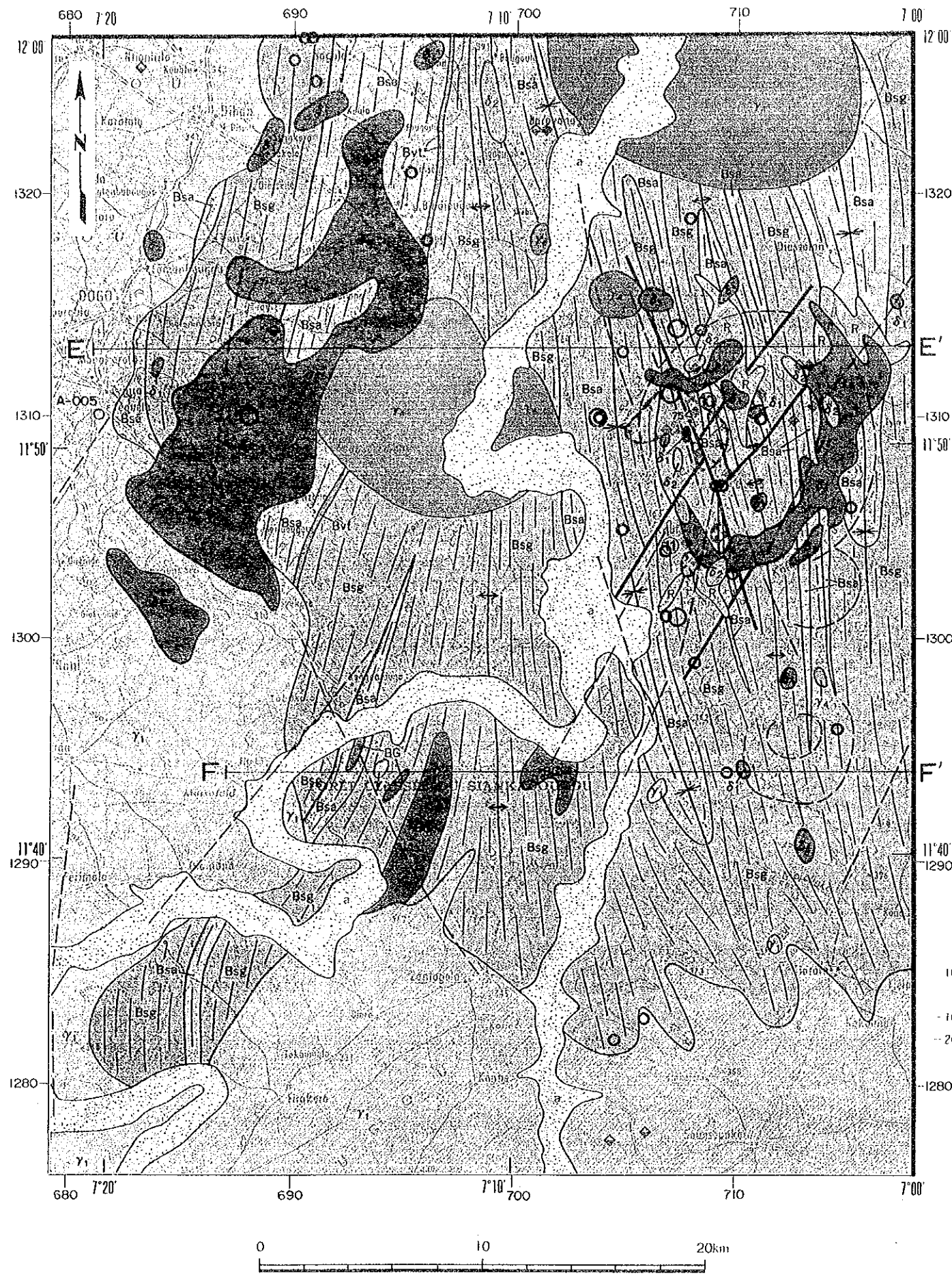
**LEGENDE**

- Alluvions récentes
  - a Argiles, sables, cailloux
- Roches intrusives mésozoïques
  - D1000a Granite
  - D2 Diorite à amphibole et au diabase
  - D3 Granite à cordille et au amphibole
  - R Ryholites, Diabases
- Granitoïdes éburnéens
  - Granites post-tectoniques
    - Granite alcalins, Syenite, Diorite quartzifères
  - Granites syn-tectoniques
    - G1 Diorite à amphibole
    - G2 Granite à muscovite et au diabase
    - G3 Granite et Granodiorite à diorite et au amphibole
    - G4 Granite rouge, Monzonites à amphibole
    - G5 Andites granitiques
- Groupe Birrimien
  - Roches méta-sédimentaires
    - Schistes psammittiques
    - Méta-Grauwackes, Grès argilieux ou arkosique, Quartzites
    - Flysch, alternance des argiles et grés
    - Schistes argileux
    - Argilites, argilites, micaschistes
    - Tufs volcaniques, Schistes à sphaère
  - Roches magmatiques et volcaniques
    - B105 Métabasites, Schistes verts
    - B104 Amphibolites, Gabbros
    - B103 Mélange de basalte à amphiboles, Diabase

- Contour géologique
- Liremier
- Direction et pendage des schistes
  - quart, (mètres) épaisseur de filons
  - décliné
- Direction de schistosité et plongée
  - ◆ trace minérale (Au, Li, Sn)
- Anomalies géochimiques en or
  - relevé à la zone d'étude géochimique en phase II
  - 600 > Au > 100ppb
  - Estimation de roche pour analyse chimique
  - Estimation de roche pour datation Rb-Sr
  - A-----A' La ligne des coupes

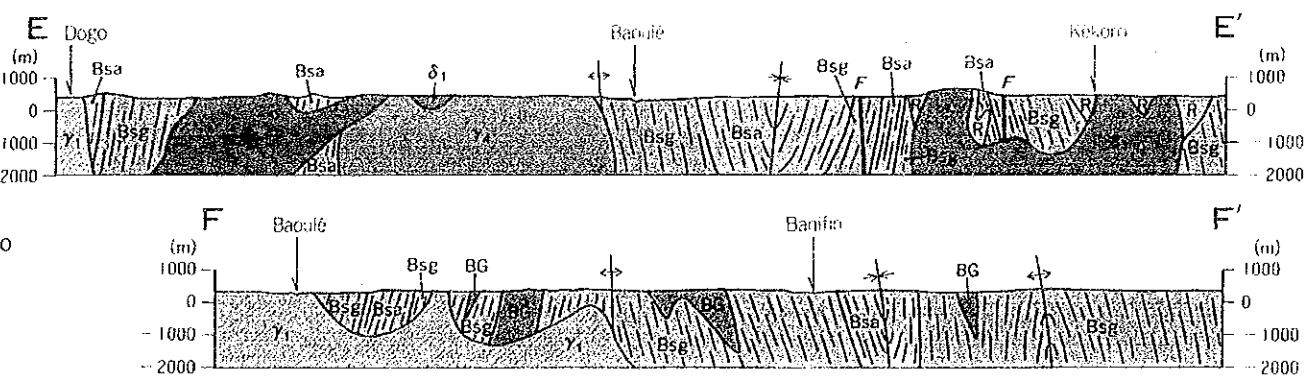


図II-1-1 アグニ地区地質図及び地質断面図  
Fig. II-1-1 Carte et coup générale du secteur de Bougouni

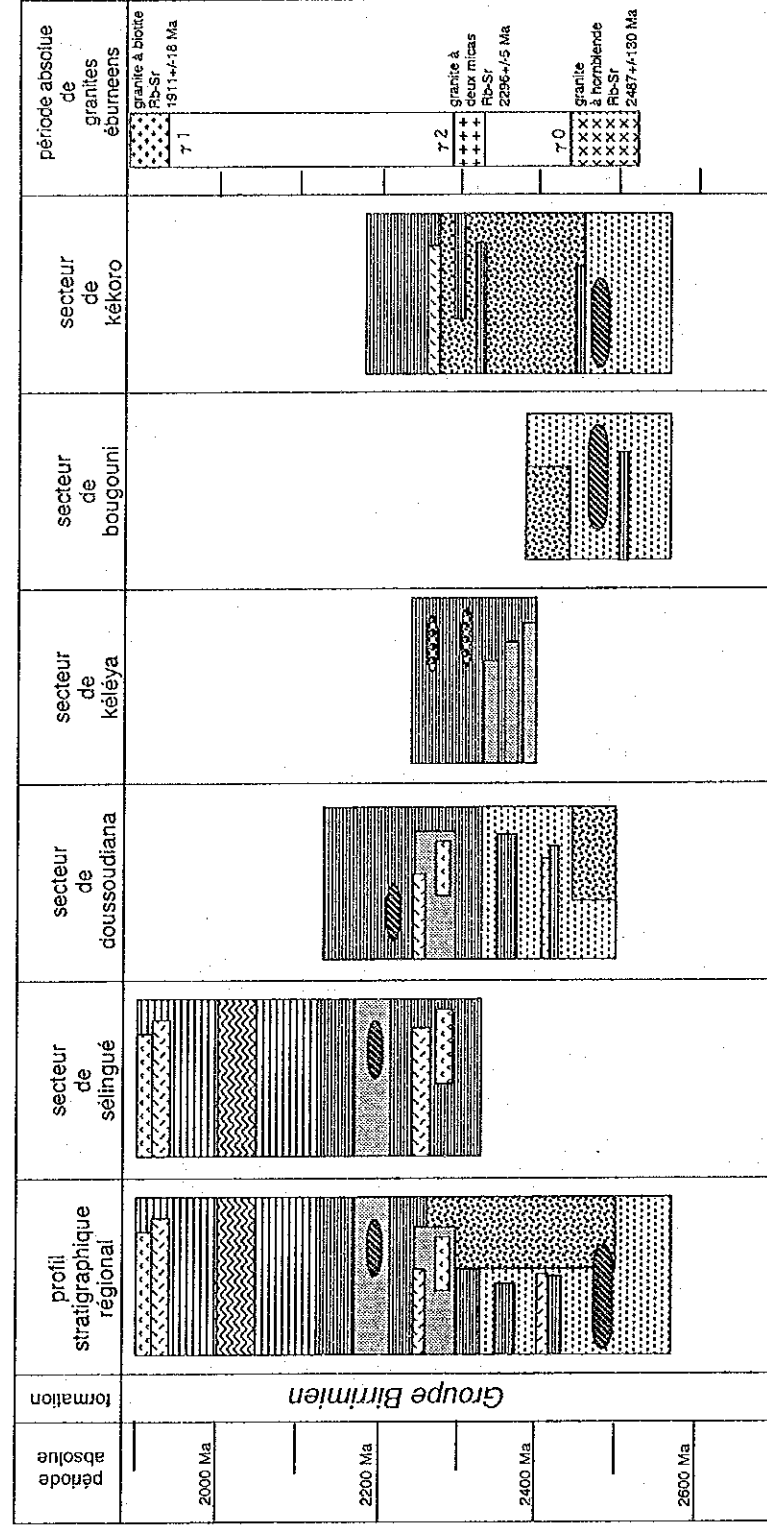


LEGENDE

- Alluvions récentes**
    - a Argile, sables siliceux
  - Roches intrusives mésozoïques**
    - δ<sub>1</sub> Diorite à amphibole et ou biotite
    - δ<sub>2</sub> Granite à biotite et ou amphibole
    - R Rhyolites, Dacites
  - Granitoïdes éburnéens**
    - Granites post-tectoniques**
      - γ<sub>1</sub> Granite alcalins, Syénite, Diorite quartziques
    - Granites syn-tectoniques**
      - γ<sub>3</sub> Diorite à amphibole
      - γ<sub>2</sub> Granite à muscovite et ou biotite
      - γ<sub>1</sub> Granite et Granodiorite à biotite et ou amphibole
      - γ<sub>0</sub> Granite rouge, Monzonites à amphibole
      - μ Aplites granitique
  - Groupe Birrimien**
    - Roches méta-sédimentaires**
      - Bsg Schistes psammiques (Méta-grauwackes, Grès arenitique ou arkosique, Quartzites)
      - Bs Flysh, alternance des argilites et grauwackes
      - Bsa Schistes argileux (Argilites, phyllites, micaschistes)
      - Bvt Tufs felsiques, Schistes à séricite
    - Roches magmatiques et volcaniques**
      - Bvb Métabasaites, Schistes verts
      - Bva Amphibolites, Tourmalinites
      - BG Métagabbro à amphiboles, Diabase
- 
- Contour géologique
  - Faule
  - Linéament
  - Tectonique circulaire
  - Axe synclinal
  - Axe anticlinal
  - 60 Direction de schistosité et pendage
  - Indice mineralisé (Au, Li, Sn)
  - Zone d'épandage de quartz
- 
- Anomalies géochimiques en or (excepté la zone d'étude géochimique en phase II)**
- Au > 600ppb
  - 600 > Au > 100ppb
  - Echantillon de roche pour analyse chimique
  - A—A' La ligne des coupes



図II-1-2 ケコロ地区地質図及び地質断面図  
 Fig. II-1-2 Carte et coup générale du secteur de Kékoro  
 -23~24-



LEGENDE

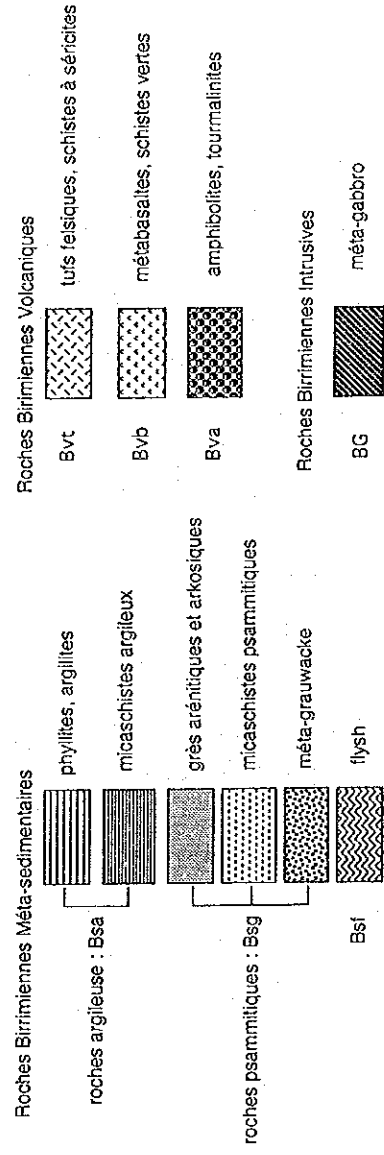


图 I-1-3 地質模式層序圖

している。1)角閃石斑れい岩。緑色を帯びた暗灰色の粗粒等粒状岩で、結晶の異方性は認められない岩相。2)変輝緑岩。黒色でしばしば大きな長石の残晶を含み斑状を呈する。角閃石と黒雲母の変成鉱物の定方向性があきらかな岩相。これらは普通に粗粒な黄鉄鉱を含んでおり、まれに黄銅鉱を伴う。

#### ii) ケコロ地区

ケコロ地区の地質図を図II-1-2に示す。また模式層序図を図II-1-3に示す。本地区のBirrimien累層群はブグニ地区に比べて変成度が低く、原岩の組織や構造を良く残している。層位的に2累層に分けられる。下部では砂質岩(Bsg)が優勢で主にグレイワッケからなり。上部では泥質岩(Bsa)が優勢である。Dogoの東ではこれらの境界部に良く連続する珪長質凝灰岩(Bvt)が挟まれる。Kekoro付近に分布する変質した流紋岩(R)はこの報文では後期貫入岩に関連するものとしたが、Birrimien累層群に属する可能性もある。

砂質片岩(Bsg)：西部では再結晶の進んだ灰色の雲母片岩が優勢で、ブグニ地区のものと岩相的に類似している。東部では暗青灰色の変成グレイワッケが優勢である。ケコロ周辺では再結晶が弱く原組織がよく残っており、タービダイト性の堆積構造が観察される。大型の石英と長石の鉱物片を多く含むことが特徴で、それらの粒径は10mmに達することがある。これらの結晶は自形性が高いので火山噴出物を起源とするものであろう。基質の泥質物には細粒な黒雲母を多く生じており黒色を呈する。局部的に変成が進んだ部分では青緑色を呈し、アクチノ閃石やソイサイトなどの変成鉱物を生じている。ザクロ石を含むことがある。また、ケコロ周辺では薄い珪岩をしばしば介在し、電気石を生じているものがある。

泥質片岩(Bsa)：ケコロ地区の泥質岩は細粒なグレイワッケ質で、黒色を呈する。葉層構造が発達し、砂質岩と互層することが多い。層位的に上部に発達し、向斜構造の軸部に分布する。

珪長質凝灰岩(Bvt)：ケコロ地区西部に薄い珪長質凝灰岩が分布する。これは白色の細粒岩で、鏡下では再結晶による微細な石英-斜長石-白雲母を生じている。小型の長石と白雲母の斑晶を含む。肉眼的には黒雲母からなる黒色のパッチが特徴的である。原岩は流紋岩質のガラス質凝灰岩とみられる。

変斑れい岩(BG)：南西部の背斜軸部に変斑れい岩の大小の岩体が分布する。最大のもは長さ8km幅2kmの規模をもつ。肉眼的岩相と周囲の地質はブグニ地区のものとよく似ており、層位的に同じ位置に属するものと思われる。変成度の低い部分の鏡下の観察では、角閃石斑れい岩である。

## (b) Birrimien 累層群の層序

図 II-1-3 に Birrimien 累層群の地質模式層序図を示す。ブグニ地区の Birrimien 累層群は変成が進んでいるため層位関係の詳細は不明である。ブグニ地区の全域とケコロ地区の西部は、共に砂質片岩を主体とし、岩相的に類似点が多く、よく似た斑れい岩を伴うことから同じ層準のものと考えられる。ケコロ地区では、グレイワッケを主体とする下部と、泥質岩を主体とする上部に分けられる。

### (2) 貫入岩類

#### (a) 花崗岩類

ブグニ地域には、Birrimien 累層群を貫くエブルニア造山期花崗岩類が分布する。この花崗岩類は、黒雲母花崗岩 ( $\gamma-1$ )、白雲母花崗岩 ( $\gamma-2$ )、角閃石花崗岩 ( $\gamma-0$ )、後造山期花崗岩 ( $\gamma-4$ ) に 4 分することができる。また、閃緑岩 ( $\gamma-3$ ) の小岩体も散在する (表 II-1-1)。

黒雲母花崗岩 ( $\gamma-1$ ) は、最も広く分布する。有色鉱物は黒雲母-角閃石、黒雲母-白雲母の組み合わせがある。片麻状構造はまれで、岩相的にも粒度、色調ともにきわめて均質である。

白雲母花崗岩 ( $\gamma-2$ ) は黒雲母花崗岩中に小岩体として分布するほかブグニ付近では Birrimien 累層群中に小規模な岩脈として多数分布する。岩脈の一部には含リシア輝石ペグマタイト質のものがあ、リチウム鉱徴を形成している。

角閃石花崗岩 ( $\gamma-0$ ) は、ブグニの西に小規模に分布する。赤色を呈するモンソニ岩質の角閃石花崗岩で、圧砕組織が顕著であるなど先 Birrimien の花崗岩に多い岩相を示している。

後造山期花崗岩 ( $\gamma-4$ ) は、ケコロ地区に分布し、長円形の形態をなす。主に優白質のアルカリ長石花崗岩からなり、カリ長石を多く含み桃色を帯びた色調が特徴である。

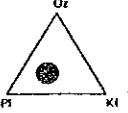
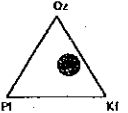
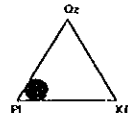
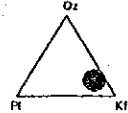
閃緑岩類 ( $\gamma-3$ ) は、ブグニ地区では角閃石閃緑岩の小岩体が散在する。緑色の角閃石を含むマイクロ閃緑岩である。Birrimien 累層群に対して局所的に強い熱変成作用と再結晶作用を及ぼしている。

#### (b) 粗粒玄武岩 ( $\delta-1$ )

ケコロ地区西部には大型の粗粒玄武岩が貫入している。最大の岩体は長さ 20km、幅 5km の規模がある。これらは暗灰色の均質な粗粒玄武岩からなり、地域的な岩相変化は少ない。一般に変質は受けておらず新鮮である。

ケコロ地区北東部のケコロ周辺に分布する粗粒玄武岩は、直径約 10km の環状の分布形態をなす。これらは比高約 300m の環状の山稜を形成する。岩質はほかの地域のものと同じで、均質で新鮮な粗粒玄武岩からなる。

表I-1-1 花崗岩類の区分一覧表

SIGN	CATEGORY	COMPOSITION	FACIES	DISRIBUTION	DATING
$\gamma_1$	<b>GARNITE-1</b> Biotite Granite	C.I.=10~25  biotite ± hornblende	Orientation of dark-colored minerals  Partially transformed to Paragneiss	Wide distribution mainly North-Western part	Rb-Sr Whole Rock 1337 ± 496 Ma  Rb-Sr Whole Rock 1911 ± 18 Ma
$\gamma_2$	<b>GARNITE-2</b> Muscovite Granite	C.I.=5~15  muscovite ± biotite	Pink colored PotassiumFeldsper  Non-homogeneity  Cataclastic texture	Wide distribution mainly Eastern part	Rb-Sr Whole Rock and Biotite 2299 ± 6 Ma
$\gamma_3$	<b>GARNITE-3</b> Hornblende Diorite	C.I.=40~60  hornblende ± biotite	Dark colored  Orientation of hornblende crystal	Small body of isolated intrusion	
$\gamma_0$	<b>GARNITE-0</b> Hornblende Granite	C.I.=10~20  hornblende ± biotite	Pink-Red colored Potassium Feldsper  Intense Cataclastic texture  chlorite-epidote alteration	Small body of isolated distribution in central part	Rb-Sr Whole-Rock 2487 ± 130 Ma
$\gamma_4$	<b>GRANITE POSTECTONIC</b>	Alkali granite, Syenite, Calc-alkali granite, Quartz diorite Spindler(1952) discripted in North-eastern part of Area.			
$\mu$	Granitic Aplite	± muscovite ± garnet ± tourmaline	Zenolith of Birrimien rocks are abundant	Abundant in Selingue area	
$\pi$	Pegmatite bearing Tourmaline	Muscovite Granite +spodumene	Minor vein in Biotite garnite	Northern part of Selingue area	Rb-Sr Whole-Rock 2246 Ma
	Pegmatite bearing Spodumene	Muscovite Granite +tourmaline (dravite)	Minor vein in Birrimien	Near south of Bougouni	

(d) 閃緑岩および閃緑岩ポーフイリー(δ-2)

ケコロ地区北東部の粗粒玄武岩は、閃緑岩と閃緑岩ポーフイリーの小岩体を伴う。鏡下では斑状組織が顕著で、少量の黒雲母を含むが有色鉱物に乏しい。熱変成による再結晶を受けており、緑色黒雲母を多く生じている。

(e) 流紋岩(R)

ケコロ地区北東部には流紋岩が広く分布する。これらは分布上は粗粒玄武岩の貫入を受けているようにみえるが、野外での前後関係は不明である。斑晶の乏しい微晶質の流紋岩で、全般に変質している。地域により変質の程度は異なる。ケコロ集落周辺の岩体はほとんど変質しておらずアプライト質である。Kobakourou山付近の岩体は緑色雲母化変質を受けている。Seridjekourou山の岩体は強い珪化と絹雲母化を受けている。強く変質した部分では、黄鉄鉱や硫砒鉄鉱の鉱染がみられる。

### 1.1.2 地質構造

ブグニ地区のBirrimien 累層群は強く再結晶し、原岩の構造はほとんど消滅している。片理の構造は、おおむねN-S 走向が卓越し、ほぼ垂直である。片理の構造は地層の分布と一致しており、元の層理や堆積構造を表現しているものと思われる。ブグニ地区の西端と東端には良く似た斑れい岩が分布し、Birrimien の岩相は珪岩や石英アレナイト砂岩が卓越し変成度が比較的弱い点で同層位の地層と考えられる。また、BougouniからGaraloにかけては再結晶の進んだ雲母片岩が分布し花崗岩の岩株が配列する。以上のことから、ブグニ地区のBirrimien 累層群は、Bougouni-Garaloを中軸とした復背斜を形成しているものと思われる。

ケコロ地区のBirrimien 累層群には、N-S 方向の褶曲が発達する。褶曲軸の翼間隔は狭いので、地層の分布は複雑である。Kekoro周辺ではさらに、NNW-SSE, NE-SW 系の断層が発達し、地層は細かく分断されている。



## 1.2 鉱化作用

### 1.2.1 鉱徴地

本年次の調査で見い出された鉱徴は、砂金採取跡、石英脈、石英脈転石帯、変質岩である。砂金採取跡については情報収集に努め、石英脈転石と変質岩については試料をできるだけ多数採取し、金銀化学分析と反射顕微鏡観察を行った。表Ⅱ-1-2に鉱徴地一覧表を示す。

#### (1) ブグニ地区

ブグニ地区の鉱徴地は少なく、砂金採取跡が2ヵ所認められただけである。石英脈転石は各所に散在するが、まとまった分布は示さない。

##### (a) 砂金採取跡

①ブグニ地区南部のBanko 付近(UTM E670 N1229)の比較的大きな河床に多数のピットが掘られている。採掘年代と実績は不明である。周辺の地質は黒雲母花崗岩で、地表に石英脈転石は認められていない。砂金採取層準は、河床堆積物であると思われる。

②Bougouniの北3km の位置(UTM E664.3 N1266)に、直径1m、深さ5mのピットが1つだけ掘られている。試掘跡と思われるが、掘削年代と実績は不明である。

##### (b) 変質岩

上記の②Bougouniの砂金試掘跡周辺の地質は、黒雲母-角閃石閃緑岩(γ-3)であり、部分的に珪化と黄鉄鉱染が認められる。

Birimien 累層群中の変斑れい岩は、部分的に緑色に変質しており、黄鉄鉱を生じている。黄鉄鉱には希に、黄銅鉱が伴われている。

#### (2) ケコロ地区

ケコロ地区の鉱徴地は北東部kekoroの環状山地付近に集中している。図Ⅱ-1-4にケコロ地区北東部の鉱徴地とAu地化学異常の集成図を示す。この地区では2ヵ所に各種鉱徴が相伴って出現する。表Ⅱ-1-3に鉱石分析結果を示す。

表Ⅱ-1-3 概査地区鉱石分析結果

試料番号	採取場所	Au(ppb)	Ag(ppm)	試料記載
D-4	Kekoro	171	<2	arsenopyrite-bearing smoky quartz
D-9	Kekoro	12	<2	smoky quartz
D-10	"	<5	<2	altered diorite porphyry
KB-15	"	70	<2	silicified rhyolite
KB-20	"	<5	<2	smoky quartz

表 II-1-2 概査地区鉍微地一覽表

鉍微地 番号	位置 UTM E-N	鉍化状況	規模	現 況	歴史・実績	鉍石鉍物	分析結果
ブグニ地区							
—	Banko北西3km 670-1229	砂金	20mx50m ピット群	放棄	不明		
—	Bougouni北3km 664.3-1266	砂金	1ピット	放棄	不明		
ケコ口地区							
Séridjiekourou							
K-1	Dianko南西3.5km 707.5-1304.2	鉍化流紋岩岩脈 網状石英脈 砂金	岩脈 1mx200m+	—	1940年代 0-4g/day.pit	arsenopyrite pyrrhotite pyrite	Au 0.75, 0.14 ppm
KB-15	Dianko南南西 5.5km 707.3-1302.6	鉍化流紋岩	不明	—	1940年代	pyrite	Au 70 ppb
KB-20	Dianko南南西5km 707.5-1302.8	石英鉍帯	20x50m	—	1940年代		Au<5ppb
Dianko							
K-2	Dianko 709.7-1307.2	石英鉍帯 砂金	100x100m	放棄	14世紀以来 実績不明		Au<0.07 ppm
K-3,D-4	Dianko北西2km 708.3-1308.3	石英鉍帯 砂金	広範囲	放棄	14世紀以来 実績不明		Au<0.07 ppm Au 171 ppb
Kébékourou							
K-4	Dianko北北西 3.5km 708.1-1310.2	石英鉍帯 石英脈 電気石砂岩	200x200m	—	—	pyrite arsenopyrite	Au<0.07 ppm
K-5	Dianko北西3.5km 706.8-1309.4	石英鉍帯 砂金	—	放棄	1940年代		Au<0.07 ppm
D-9,D-10	Dianko西北西 2.5km 707.3-1308.5	石英鉍帯	小規模	—	—		Au12,<5 ppb
K-6	Kébékourou 708.1-1312.1	砂金	小規模	放棄	1940年代		Au0.24,0.07ppm
Kékoro							
K-7	Kékoro 西3km 711.0-1311.0	砂金 石英鉍帯	100x100m	放棄	1940年代 実績不明		Au<0.07 ppm
K-8	Kékoro南西2.5km 712.5-1309.8	砂金	不明	放棄	1940年代		Au<0.07 ppm

### ① Kebekourou-Dianko

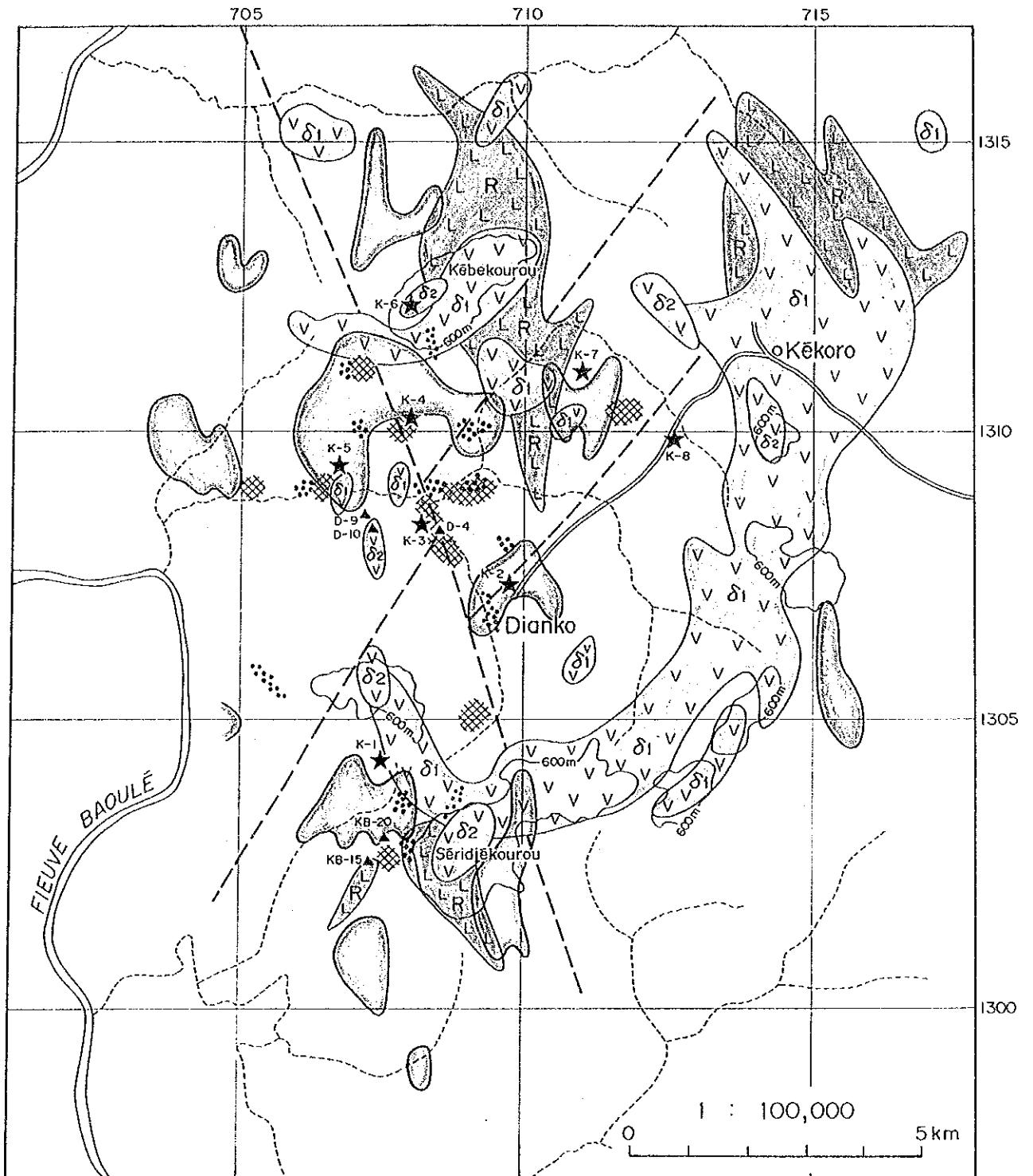
Kebekourou山(標高648m)からDianko廃村にかけての広い範囲に、砂金採取跡と石英脈転石帯が分布する。砂金採取跡は、Diankoから北または西に流下する河川に沿って大規模に開発されていた。しかし、これらの採掘時期はかなり古く(14世紀から)、またDianko村も現在は完全に廃村となっているので、稼行実績は不明である。広く分布する石英脈転石のなかには、硫砒鉄鉱を含むものがあり(試料D-4)、Au含有量は171ppbであった。本試料では流体包有物の均質化温度が測定された。包有物は初生包有物のみで、均質化温度は215-353℃(平均256.5℃)である。均質化温度幅が広いことから、沸騰状態での晶出が推定される(表II-1-4、図II-1-5)。

その後採掘地はKebekourou山の南斜面に移され、1946年ごろに稼行されていた(Spindler 1948-1949)。ピットによる砂金採掘層準は基盤の風化した片岩に達し、石英脈片が多数掘り出されており、中には電気石を含むものがある。初年度にこれらの石英と母岩の7試料について分析され、Kebekourou山頂の風化粘土でAu含有量0.24ppmが得られた。ベルギーのMIMA社は1981-1982年に本鉱徴地において砂金を対象として、ピットとトレンチ調査を行ったが経済的価値は低いとして撤退した。本鉱徴地は川の南側にも連続しているが、こちらは探鉱の形跡はない。暗灰色石英の分析結果は、Au含有量12ppbであった。

### ② Seridjekourou山西方

Seridjekourou山の西斜面から南西へ流下する谷沿いに、1940年代にピットによる砂金採掘が行われていた。Spindler(1948-1949)によれば、採掘層準は風化片岩と石英片を含んだ不規則な粘土質礫層で、稼行状況は0-4g/day/pitであった。現在は全く放棄されている。

本鉱徴地には変質流紋岩(R)の岩脈が分布し、網状石英脈が伴われている。変質流紋岩は、斑晶に乏しく強く珪化したもので、青灰色を呈し、黄鉄鉱鉱染が著しい。既存調査ではアプライトとして記載されていたものである。小規模な岩脈の走向は、N-SとNNE-SSWを示す。Au含有量は試料KB-15で70ppbであった。初年度に採取された試料では0.75ppmを示した。



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

図 II-1-4 地質・鉱徴・Au地化学異常集成図（ケコロ地区北東部）  
Fig. II-1-4 Géologie, indices minéralisés et anomalies géochimiques en or (la partie nord-est du secteur de Kékoro)



表 II-1-4 概査地区流体包有物均質化温度測定結果

枚番号	鉱物種	温度	大きさ	位置	産状	備考	枚番号	鉱物種	温度	大きさ	位置	産状	備考
Sample:D-4 (arsenopyrite-bearing smoky vein quartz)													
1.	Qu	290	5x5	I	P		8.	Qu	239	5x5	I	P	
1.	Qu	294	5x10	I	P		8.	Qu	240	5x10	I	P	
2.	Qu	225	10x20	I	P		8.	Qu	294	5x5	I	P	boiling
2.	Qu	238	5x5	I	P		9.	Qu	342	10x20	I	P	
2.	Qu	241	5x10	I	P		10.	Qu	216	10x10	I	P	
3.	Qu	329	5x10	I	P	boiling	10.	Qu	220	10x10	I	P	
4.	Qu	215	10x10	I	P		10.	Qu	237	5x5	I	P	
4.	Qu	240	5x5	I	P		11.	Qu	232	5x10	I	P	
4.	Qu	353	5x10	I	P	boiling	11.	Qu	245	5x10	I	P	
5.	Qu	238	10x20	I	P		12.	Qu	233	5x10	I	P	
5.	Qu	336	5x5	I	P		12.	Qu	242	10x10	I	P	
6.	Qu	231	5x5	I	P		12.	Qu	314	5x5	I	P	boiling
6.	Qu	242	5x10	I	P		13.	Qu	228	10x10	I	P	
7.	Qu	235	10x10	I	P		13.	Qu	233	10x10	I	P	
7.	Qu	238	10x10	I	P		13.	Qu	235	10x20	I	P	

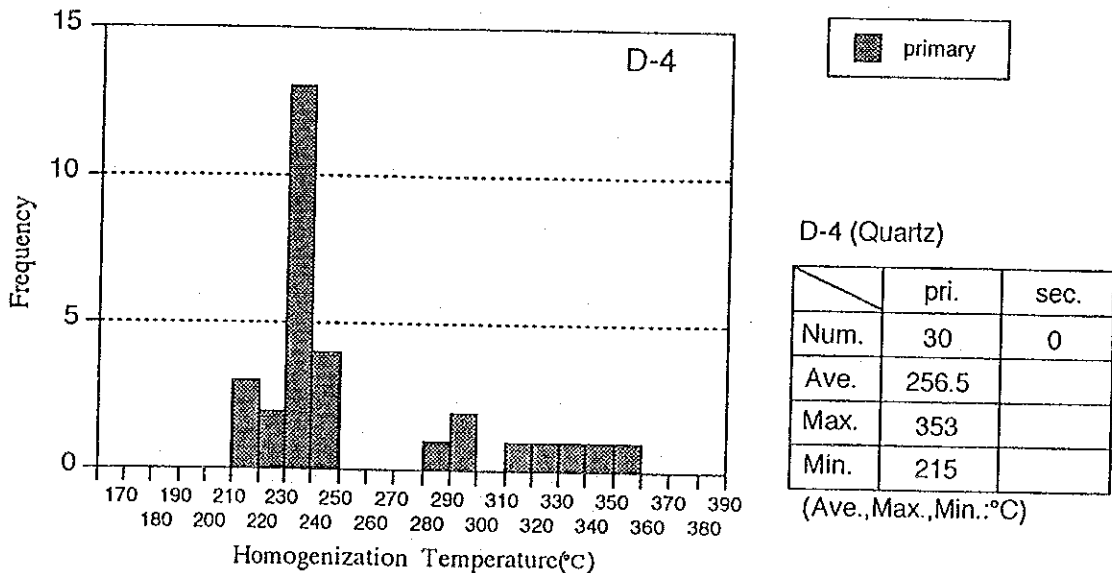


図 II-1-5 均質化温度のヒストグラム (ケコロ地区)

### 1.3 地化学探査

ブグニ地区及びケコロ地区で地化学探査概査を実施した。  
試料採取位置を別添付図1に示す。

#### 1.3.1 調査方法

地化学探査試料の採取は、5万分の1地形図上であらかじめ設定された採試線上の測点で行われた。各測点は以下の要領で設定された。

G P S (Global Positioning System)を用いて、車輛通行可能な道路上に数km間隔で基点を設ける。簡易測量により、基点から採試線上の1点を決定し、同点より採試線上に各測点(採取地点)を展開していく。採試線は東西方向に平行に設定され、採試線間隔は南北方向に1kmである。採試線上の測点(採取地点)間隔は250mである。

地化学探査試料は、原則として地表下30~40cmの土壌試料とした。採取試料は、現地のブグニにおいて加熱乾燥され、-80メッシュに篩分されたのち、バマコのP D R M (Programme pour le Developpement des Ressources Minerales)分析所に送付され、分析された。

試料総数は8047個である。分析成分は、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sbの7成分である。

#### 1.3.2 分析方法及び統計解析手法

化学分析された7成分の分析方法を図II-1-6に示す。

7成分、8047試料の分析結果について統計解析を行った。解析内容は、各成分に対しては標準統計量の算出と単一変量解析、多成分に対しては多変量解析のうちの主成分分析とした。

各成分の分析検出限界値と同値以下の試料数を表II-1-5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II-1-5に併記する。

表II-1-5 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
A u	5 ppb	7,072 (88%)	2 ppb
A g	2 ppm	7,803 (97%)	1 ppm
C u	2 ppm	0 (0%)	—
P b	2 ppm	0 (0%)	—
Z n	2 ppm	0 (0%)	—
A s	2 ppm	1,949 (24%)	1 ppm
S b	2 ppm	7,516 (93%)	1 ppm

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

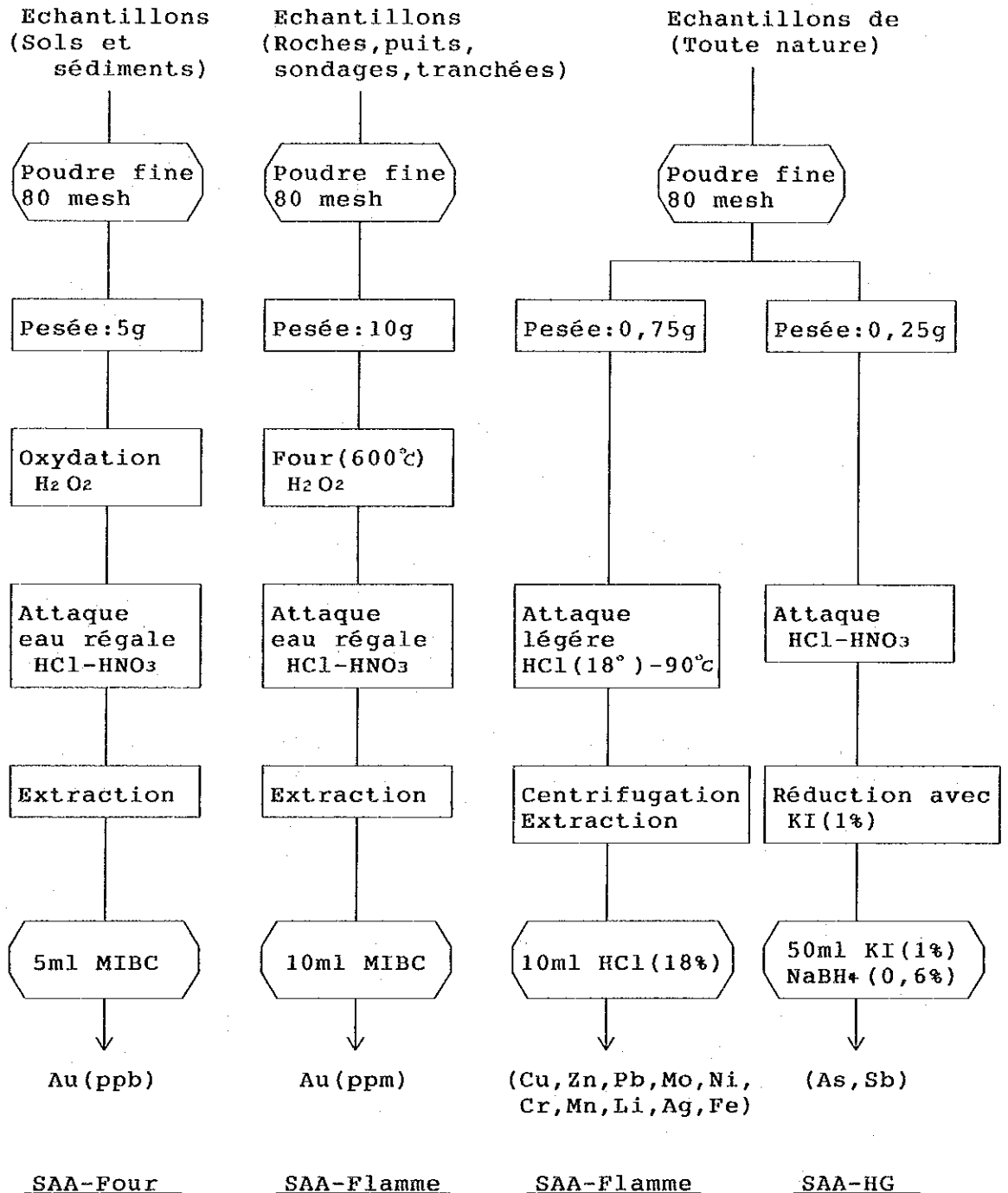


图 II-1-6 分析方法



### 1.3.3 単一変量解析

#### (1) 標準統計量の計算

7成分の標準統計量を表Ⅱ-1-6に示す。Au, Ag, Sbについては、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、表Ⅱ-1-5に示したように全体の24%の検出限界値以下の試料に対し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。

表Ⅱ-1-6 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	2340	<5 (2)	—	—	—	—
A g	ppm	3	<2 (1)	—	—	—	—
C u	ppm	270	2	11.2	0.249 *2	19.9	35.3
P b	ppm	90	2	15.0	0.169 *2	22.2	32.8
Z n	ppm	330	3	11.8	0.216 *2	19.5	32.1
A s	ppm	975	<2 (1)	5.5	0.594 *2	21.4	84.1
S b	ppm	20	<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

#### (2) 累積頻度分布図の作成としきい値の決定

各成分について累積頻度分布図を作成し、以下の要領で地化学異常の抽出（しきい値の決定）を行った。

累積頻度分布図において全体母集団の分布形態から、地化学異常母集団の存在を検討する。一般に、全体母集団は幾つかのしきい値により幾つかの単元母集団に区分されるが、あるしきい値を境にしてバックグラウンド母集団と地化学異常母集団の2つの母集団に大きく区分される。本報告書では、しきい値は地化学異常母集団を区分する値に限定して使用する。

しきい値は、Sinclair (1976) 及び大津ほか (1984) の手法を基本とした、コンピュータ画面上でのシミュレーションにより最適値を求める手法（社内資料）により決定された。同手法により作成された解析図には、実測データである全体母集団の累積頻度分布図、各単元母集団の累積頻度分布図と近似直線、各単元母集団を複合同合成した母集団の累積頻度曲線が示されている。

累積頻度分布図及び累積頻度分布解析図を図Ⅱ-1-7に示す。AgとSbについては、検出限界値以下の試料数が多すぎて地化学異常母集団を抽出することが困難なため、累積頻度分布解析図を作成していない。Au, Cu, Zn, As については、異常母集団がさらに2つに区分されるため、高異常（Aランク）と低異常（Bランク）に区分した。Pbの異常母集団はBランクとした。

各成分におけるしきい値及び地化学異常の区分を表Ⅱ-1-7に示す。

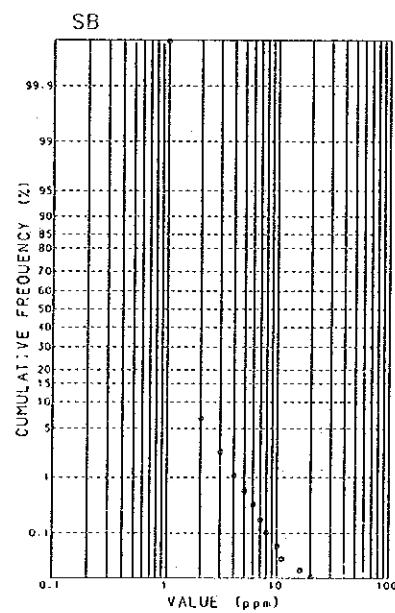
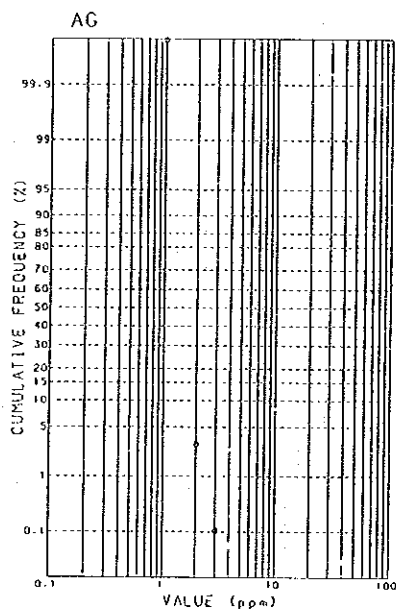
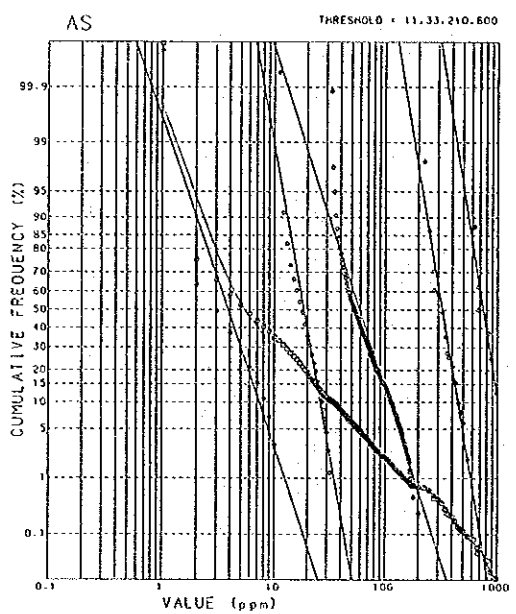
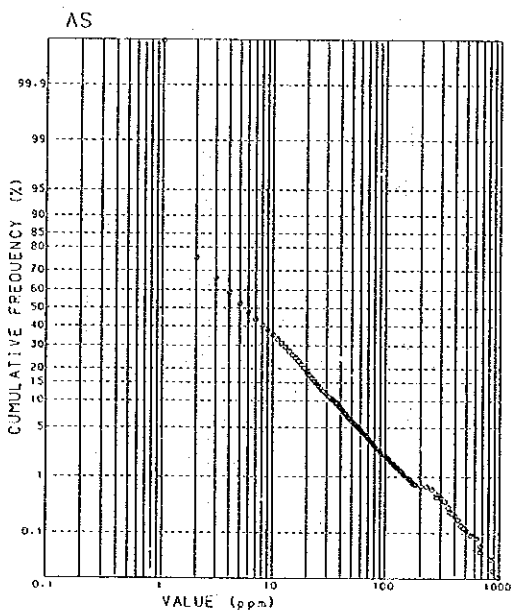
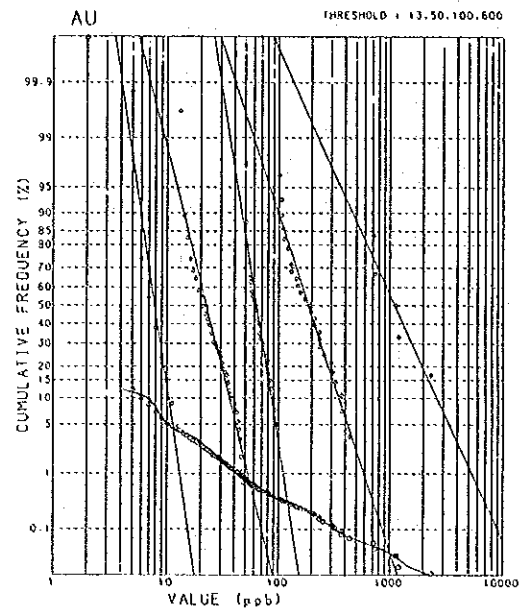
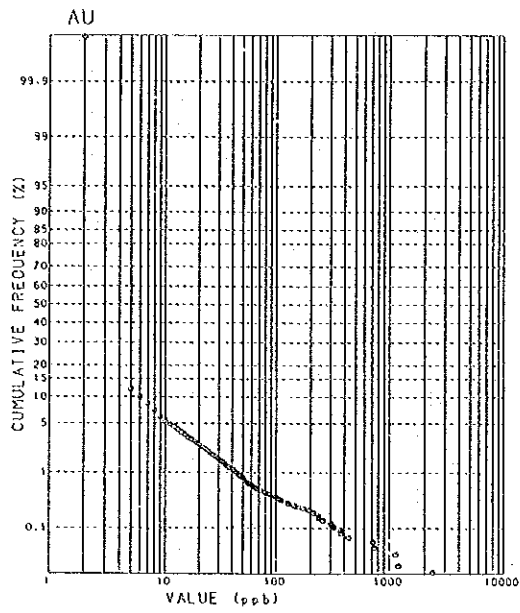


図 II-1-7 累積頻度分布図及び累積頻度解析図 (Au, As, Ag, Sb)

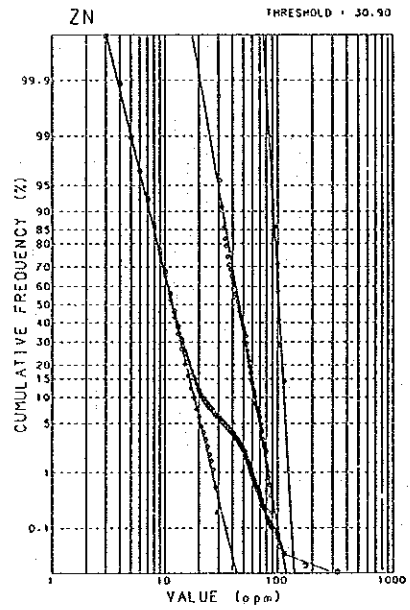
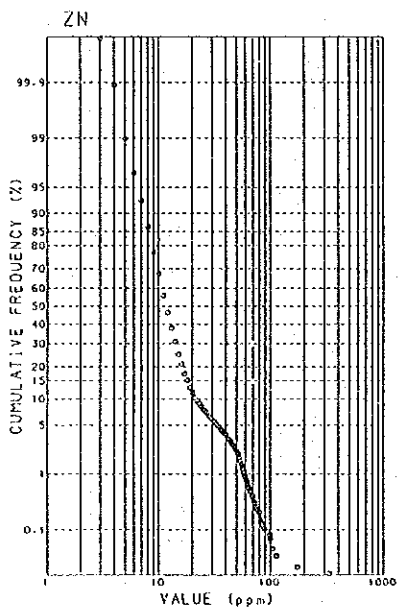
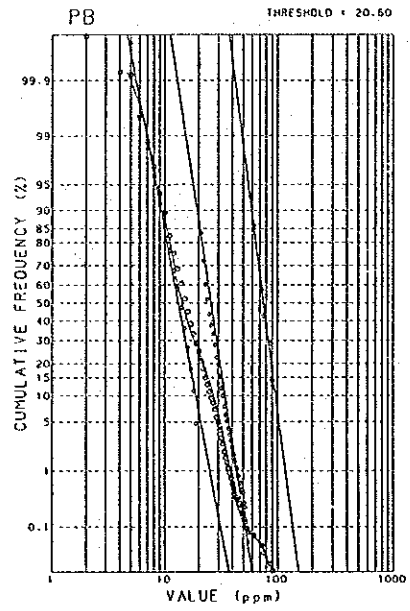
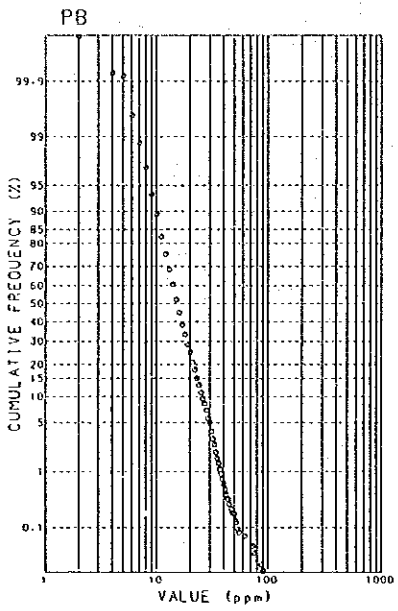
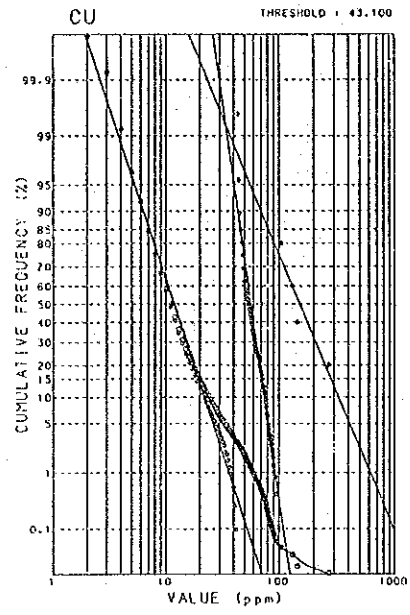
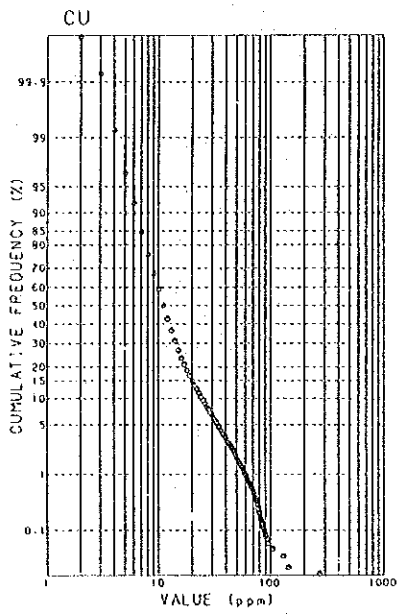


図 II-1-7 累積頻度分布図及び累積頻度解析図 (Cu, Pb, Zn)

表 II-1-7 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]
Au	100 ppb	32 (0.4%)	≥600 ppb [5]	600 > ≥100 [27]
Ag	—	—		
Cu	43 ppm	231 (2.9%)	≥100 ppm [4]	100 > ≥43 [227]
Pb	60 ppm	6 (0.1%)	—	≥60 [6]
Zn	30 ppm	483 (6.0%)	≥90 ppm [8]	90 > ≥30 [475]
As	210 ppm	57 (0.7%)	≥600 ppm [7]	600 > ≥210 [50]
Sb	—	—		

各成分の単一変量解析結果は以下のとおりである。

**Au** 検出限界値以下の試料が88%を占めており、地化学異常の抽出のための条件は良くない。不明瞭ではあるが最も大きな変曲点は100 ppb付近に認められ、これより高含有量側が地化学異常とみなされる。全体は大きく4つの母集団に区分され、高含有量側の2つが異常母集団である。

しきい値は100 ppbである。異常母集団は600 ppbを境に高異常(Aランク)と低異常(Bランク)に、バックグラウンド母集団は13 ppbを境に高バックグラウンドと低バックグラウンドに、それぞれ区分される。

異常母集団の割合が0.4%と非常に低いこと、異常分布で後述されるように、高バックグラウンド母集団の試料は地化学異常の周囲にハロー的に存在することが多いことから、13 ppb以上の高バックグラウンド母集団の設定は有意義である。

**Ag** 検出限界値以下の試料が97%を占め、本データでは地化学異常は存在しない。

**Cu** 累積頻度分布は高含有量側に緩やかに膨らんだ滑らかな曲線的分布を呈している。これは、正規性の強いバックグラウンド母集団が大半を占め、高含有量側に少量の異常母集団が存在する典型的な分布である。変曲点は40 ppm付近に認められ、これより高含有量側が地化学異常である。

しきい値は43 ppmである。しきい値を境として全体母集団は大きく2つの母集団に区分され、異常母集団はさらに100 ppmを境に高異常(Aランク)と低異常(Bランク)に2分される。

**Pb** 標準偏差が小さく、累積頻度分布は急傾斜で非常に直線的である。直線的な分布からの偏奇は60 ppm付近に認められ、これより高含有量側が地化学異常である。

しきい値は60 ppmである。バックグラウンド母集団は20 ppmを境に高バックグラウンドと