

マダガスカル共和国 ウタカニ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 2 年 次

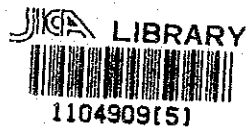
平成 5 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

マリ共和国 ブグニ地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 2 年 次



25028

平成 5 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

25028

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2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4年9月27日から平成4年12月15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、在セネガル国日本大使館及び関係各社の方々に哀心より感謝の意を表すものである。

平成5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

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2年次の調査結果をまとめたものである。

現地調査は、平成4年9月27日から平成4年12月15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2年次の調査として、ケレヤ地区、ドゥスディアナ地区及びセレンゲ地区においては地化学探査を、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、グリーンストーン帯とそれら貫く花崗岩岩類からなる。グリーンストーン帯は、ビリミアン累層群と呼ばれ、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。

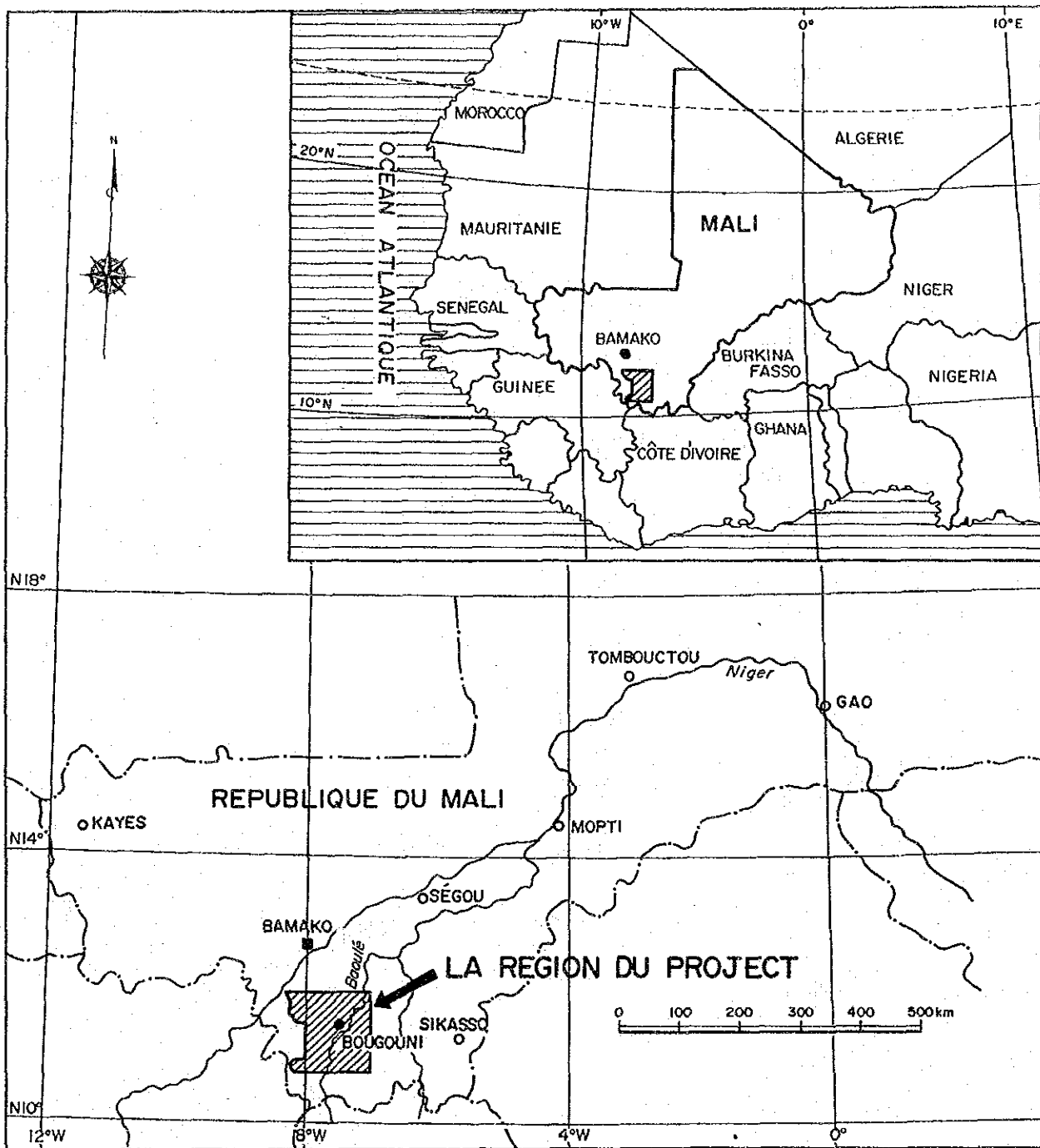
各調査地区の概要は表のとおりである。

地 区	概 要
セレンゲ地区	鉱徴…14箇所の砂金採掘地（最高品位Au 154ppb）、2箇所の石英脈露頭（最高品位Au 89ppb）、3箇所の石英転石帯（最高品位Au 3ppb）を確認。 地化学探査…5区域の有望地化学異常帯を捕捉。
ドゥスディアナ地区	鉱徴…1箇所の砂金採掘地、5箇所の石英脈露頭（最高品位Au 25ppb）を確認。地化学探査結果から、有望な地化学は認められない。 地化学探査…有望な地化学異常は認められない。
ケレヤ地区	鉱徴…4箇所の石英転石帯（最高品位Au 25ppb）を確認。 地化学探査…有望な地化学異常は認められない。

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、砂金採掘地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砂金源となる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、Au地化学異常の特徴として、他の地化学異常とあまり重複することなく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。

したがって、第3年次の調査としては、本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、併せて本年度の調査結果から抽出された鉱床賦存有望区域に対して、更に高次の調査が実施されることを推奨する。



 LA REGION DU PROJET

ブグニ地域位置図

目 次

はしがき

要 約

ブゲニ地域位置図

目 次

図表一覧

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論	1
1. 1 調査の経緯及び目的	1
1. 2 第 1 年次調査の結論と提言	1
1. 2. 1 第 1 年次調査の結論	1
1. 2. 2 第 2 年次調査への提言	2
1. 3 第 2 年次調査の概要	2
1. 3. 1 調査地区	2
1. 3. 2 調査内容	3
1. 3. 3 調査団の編成	4
1. 3. 4 調査期間	4
第 2 章 調査地域の概要	5
2. 1 位置及び交通	5
2. 2 地形及び水系	5
2. 3 気候及び植生	5
第 3 章 地質・鉱床概要	7
3. 1 マリ南西部の構成岩類	7
3. 2 マリ南西部の金鉱床	8

第 II 部 各 論

第 1 章 地質・構造	21
1. 1 地 質	21

1.1.1	地質概要	21
1.1.2	Birimien 累層群	21
1.1.3	花崗岩類	23
1.2	地質構造	28
1.3	考察	29
第2章	鉍 徴	30
2.1	鉍 徴 地	30
2.2	考 察	37
第3章	地化学探査	38
3.1	概 査	38
3.2	精 査	44
3.3	考 察	47
第4章	土壤化学組成	49
4.1	目的と方法	49
4.2	土壤の分類	49
4.3	土壤の化学組成	51
4.4	考 察	54

第Ⅲ部 総合検討及び提言

第1章	総合検討	57
第2章	提 言	59
文 献		61

図 表 一 覧

図1 調査地区位置図

図2 マリ共和国気候及び植生区分図

- 図3 マリ南西部の鉱床分布図
- 図4 Loulo鉱床周辺の地質概略図
- 図5 Kalana鉱床周辺の地質概略図
- 図6 Kalana鉱床断面図
- 図7 Syama鉱床周辺の地質概略図
- 図8 Syama鉱床断面図
- 図9 セレンゲ地区地質図及び地質断面図
- 図10 ドゥスディアナ地区地質図及び地質断面図
- 図11 ケレヤ地区地質図及び地質断面図
- 図12 地質模式層序図
- 図13 D. I. - 酸化物図
- 図14 MFA図
- 図15 ACF図
- 図16 ノルム $Q-An-(Or+Ab)$ 図
- 図17 均質化温度のヒストグラム
- 図18 砂金鉱床の模式図
- 図19 累積頻度分布図 (Au)
- 図20 累積頻度解析図 (Au)
- 図21 累積頻度分布図 (Cu)
- 図22 累積頻度解析図 (Cu)
- 図23 累積頻度分布図 (Pb)
- 図24 累積頻度解析図 (Pb)
- 図25 累積頻度分布図 (Zn)
- 図26 累積頻度解析図 (Zn)
- 図27 累積頻度分布図 (As)
- 図28 累積頻度解析図 (As)
- 図29 地化学探査解析結果図 (セレンゲ地区)
- 図30 D-1地区地化学探査解析結果図
- 図31 D-2地区地化学探査解析結果図
- 図32 土壌の金含有量とラテライト指数の関係
- 図33 土壌の銅・亜鉛・鉛・砒素含有量とラテライト指数の関係
- 図34 ラトソルの層位と鉱物組成
- 図35 岩石と土壌の化学組成の比較
- 図36 土壌別 SiO_2 と $(Al_2O_3+Fe_2O_3)$ の関係

- 図37 $Al_2O_3-TiO_2$ 図
- 図38 $L. I. -(TiO_2/Al_2O_3)$ 図
- 図39 地化学探査総合解析結果図 (セレンゲ地区)
- 図40 セレンゲ地区地化学探査結果図 (Au)
- 図41 セレンゲ地区地化学探査解析結果図 (Au)
- 図42 セレンゲ地区地化学探査結果図 (Cu)
- 図43 セレンゲ地区地化学探査解析結果図 (Cu)
- 図44 セレンゲ地区地化学探査結果図 (Pb)
- 図45 セレンゲ地区地化学探査解析結果図 (Pb)
- 図46 セレンゲ地区地化学探査結果図 (Zn)
- 図47 セレンゲ地区地化学探査解析結果図 (Zn)
- 図48 セレンゲ地区地化学探査結果図 (As)
- 図49 セレンゲ地区地化学探査解析結果図 (As)
- 図50 セレンゲ地区地化学探査結果図 (Sb)
- 図51 セレンゲ地区地化学探査結果図 (Ag)
- 図52 ドゥスディアナ地区地化学探査結果図 (Au)
- 図53 ドゥスディアナ地区地化学探査解析結果図 (Au)
- 図54 ドゥスディアナ地区地化学探査結果図 (Cu)
- 図55 ドゥスディアナ地区地化学探査解析結果図 (Cu)
- 図56 ドゥスディアナ地区地化学探査結果図 (Pb)
- 図57 ドゥスディアナ地区地化学探査解析結果図 (Pb)
- 図58 ドゥスディアナ地区地化学探査結果図 (Zn)
- 図59 ドゥスディアナ地区地化学探査解析結果図 (Zn)
- 図60 ドゥスディアナ地区地化学探査結果図 (As)
- 図61 ドゥスディアナ地区地化学探査解析結果図 (As)
- 図62 ドゥスディアナ地区地化学探査結果図 (Sb)
- 図63 ドゥスディアナ地区地化学探査結果図 (Ag)
- 図64 ケレヤ地区地化学探査結果図 (Au)
- 図65 ケレヤ地区地化学探査解析結果図 (Au)
- 図66 ケレヤ地区地化学探査結果図 (Cu)
- 図67 ケレヤ地区地化学探査解析結果図 (Cu)
- 図68 ケレヤ地区地化学探査結果図 (Pb)
- 図69 ケレヤ地区地化学探査解析結果図 (Pb)
- 図70 ケレヤ地区地化学探査結果図 (Zn)

- 図71 ケレヤ地区地化学探査解析結果図 (Zn)
- 図72 ケレヤ地区地化学探査結果図 (As)
- 図73 ケレヤ地区地化学探査解析結果図 (As)
- 図74 ケレヤ地区地化学探査結果図 (Sb)
- 図75 ケレヤ地区地化学探査結果図 (Ag)
- 図76 D-1地区地化学探査結果図 (Au)
- 図77 D-1地区地化学探査結果図 (Cu)
- 図78 D-1地区地化学探査結果図 (Pb)
- 図79 D-1地区地化学探査結果図 (Zn)
- 図80 D-1地区地化学探査結果図 (Sb)
- 図81 D-2地区地化学探査結果図 (Au)
- 図82 D-2地区地化学探査結果図 (Cu)
- 図83 D-2地区地化学探査結果図 (Pb)
- 図84 D-2地区地化学探査結果図 (Zn)
- 図85 D-2地区地化学探査結果図 (Sb)

- 表 1 調査内容及び調査量
- 表 2 分析項目及び成分
- 表 3 現地調査団及び現地指導監督
- 表 4 バマコの月平均気温, 月平均湿度, 月降水量
- 表 5 花崗岩類の区分一覧表
- 表 6 花崗岩類の化学組成
- 表 7 花崗岩類のRb-Sr測定結果
- 表 8 鉍徴地一覧表 (セレンゲ地区)
- 表 9 鉍石分析結果 (セレンゲ地区)
- 表10 鉍石分析結果 (ケレヤ地区)
- 表11 鉍石分析結果 (ドゥスディアナ地区)
- 表12 均質化温度測定結果 (ドゥスディアナ地区)
- 表13 均質化温度測定結果 (セレンゲ地区)
- 表14 標準統計量 (全地区)
- 表15 元素別しきい値及び地化学異常のランク分け
- 表16 地化学異常の分布
- 表17 標準統計量 (セレンゲ鉍徴地地区D-1)
- 表18 標準統計量 (セレンゲ鉍徴地地区D-2)

表19 相関マトリックス

表20 西アフリカにおける金鉱床のタイプ

巻 末 資 料

- 資料1 検鏡結果一覧表 (岩石)
- 資料2 検鏡結果一覧表 (鉱石)
- 資料3 化学分析結果一覧表 (全岩)
- 資料4 化学分析結果一覧表 (土壌)
- 資料5 化学分析結果一覧表 (鉱石)
- 資料6 X線回折法試験結果一覧表
- 資料7 同位体年代 (Rb-Sr) 測定結果一覧表
- 資料8 岩石薄片顕微鏡写真

TABLE DES CARTES

(付図)

Ct.1 Plan et profile esquisse géologique du region de Bougouni

(付図1 ブグニ地域地質図及び地質断面図)

Ct.2 Carte des anomalies geochemique

(付図2 地化学探査解析結果図)

Ct.3 Prelevement des echantillons du secteur de Selingue

(付図3 セレンゲ地区試料採取位置図)

Ct.4 Prelevement des echantillons du secteur de Doussoudiana

(付図4 ドゥスディアナ地区試料採取位置図)

Ct.5 Prelevement des echantillons du secteur de Keleya

(付図5 ケレヤ地区試料採取位置図)

第 I 部 總 論

第1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2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3地区（セレンゲ、ドゥスディアナ、ケレヤ）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を実施したほか、鉱徴地調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鉱徴地地区に対して金鉱床の潜在有望地区の抽出を目的として精密地化学探査を実施した。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1年次調査の結論と提言

1.2.1 第1年次調査の結論

第1年次の調査として、衛星画像解析、地質調査、地化学探査及び鉱徴地調査が実施された。衛星画像解析、地質調査及び地化学探査は、Birrimien累層群の分布の把握を重点課題として、鉱徴地調査は既存鉱徴地における鉱況及びその評価を重点課題として行われた。

衛星画像解析、地質調査及び地化学探査の結果、Birrimien累層群の分布が以下の5地区で確認された。それらは、セレンゲ（分布面積 600kd）、ドゥスディアナ（分布面積1,800kd）、ケレヤ（分布面積 700kd）、ケコロ（分布面積 1,200kd）及びブグニ（分布面積 1,100kd）の各地区である。その分布面積の総計は約5,400kdで、調査面積の約40%を占める。

鉱徴地調査の結果、本調査地域には金及びリチウムの鉱化作用が認められた。金は砂金として濃集したもの、含金石英脈に伴われたもの、アプライトに伴われたものがあり、リチウムはベグマタイトに伴われている。これらの中でも経済的に重要であり、今後更に探鉱を行う必要があると考えられるのは、含金石英脈に伴われた金の鉱化帯である。このタイプの金の鉱化作用は、本調査地域内のフラボラ（ドゥスディアナ地区南部）で、地化学探査の結果得られたAu地化学異常に対し実施されたボーリング調査により確認されている。フラボラは、古くから砂金の採掘が行われていたところで、この金鉱化作用は、フラボラにおける砂金鉱床の源と推定される。

一方、本調査地域外ではあるが、本調査地域の中心地ブグニの南東方約150kmに、現在高収益で操業中のSyama鉱山がある。Syama鉱床は、13-16世紀に採掘された砂金採掘跡に対して行われた空中磁気探査、ボーリング調査、地化学探査などの組織的探鉱によって発見された。鉱床は、Birrimien累層群中に胚胎する含金石英網状脈からなる。

このように砂金を端緒として原岩の含金石英脈が発見された例は西アフリカに多く、本調査地域でも、砂金の源と推定される含金石英脈がBirrimien累層群中に発見される可能性は高く、なかでも、鉱徴地調査によって最も有望であると結論されたセレンゲ地区で有望な含金石英脈が発見される可能性は非常に大きい。

1.2.2 第2年次調査への提言

最近の金鉱床の探査は、微量の金を直接の指示元素とする地化学探査を主体とし、これにより多くの鉱山が発見されている。本調査地域内でも、フラボラで地化学探査の結果得られたAu地化学異常に対しボーリング調査を実施し、数条の角礫状石英脈帯を捕捉しており、地化学探査の有効性が実証されている。

したがって、第2年次の調査として、既にUNDP^{*)}により地化学探査が実施された本調査地域の南端部を除くBirrimien累層群分布域を対象とした広域地化学探査の実施が望まれる。同時に、地質調査によってBirrimien累層群の層序を確立し、金鉱床胚胎層準を把握する必要がある。

また、最も有望であると結論されたセレンゲ地区については、探試密度を高めた地化学探査及び地質精査を実施し、砂金の源と推定される含金石英脈の発見に務める必要がある。フラボラについては、現在ボーリングコアの分析が行われており、その結果によっては、地下深部の鉱化帯の広がりを確認するために物理探査などの更に進んだ調査の実施が必要であろう。

1.3 第2年次調査の概要

1.3.1 調査地区

本年度の調査地区は、第1年次調査（調査面積14,000kd）の結果確認されたBirrimien累層群の分布域を対象に設定された。それらは、セレンゲ、ドゥスディアナ及びケレヤの3地区である。各地区で地化学探査が行われたほか、セレンゲ地区内のセレンゲ鉱徴地地区では、精密地化学探査が行われた。

^{*)}UNDP: United Nations Development Program

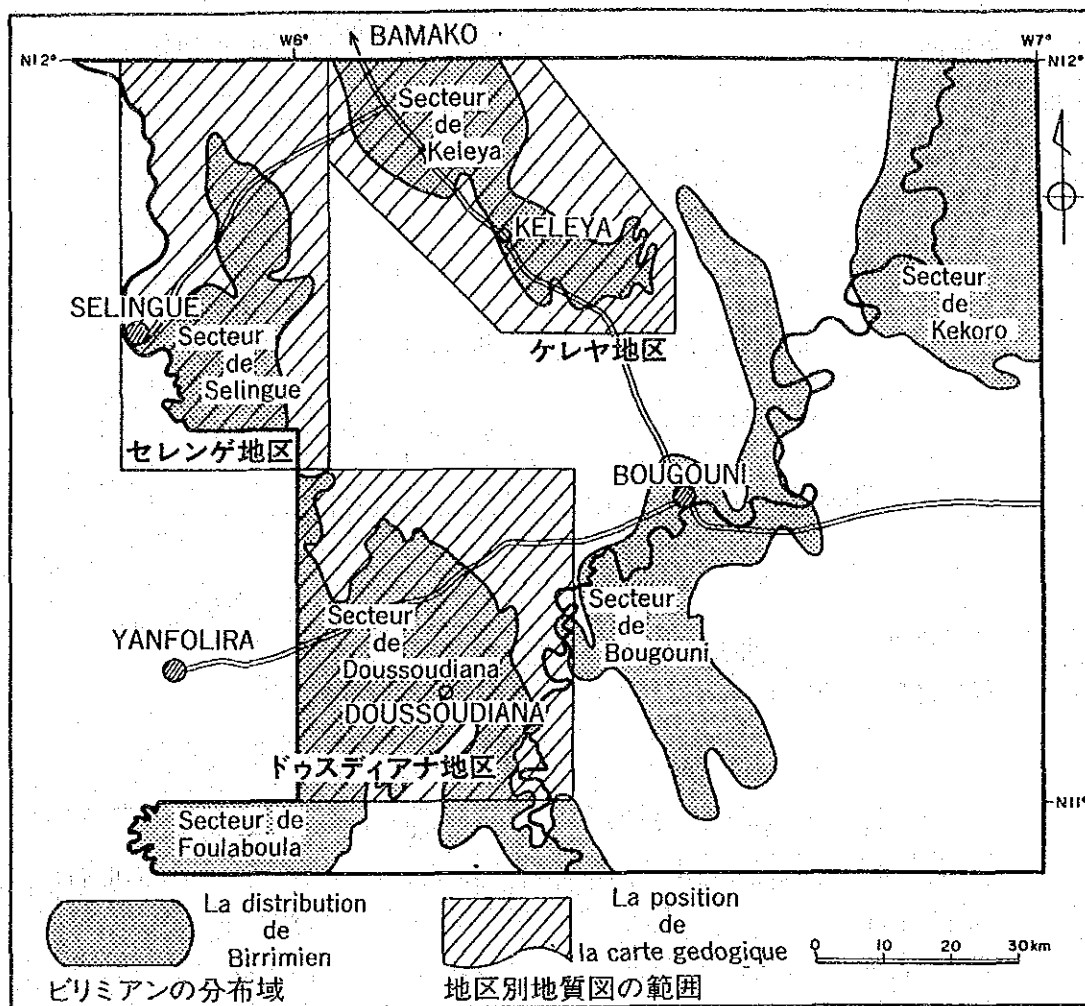


図1 調査地区位置図

1.3.2 調査内容

調査内容及び調査量，分析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 2,500 kd
	試料採取件数 10,000 件
地化学探査（精査）	調査面積 80 kd
	試料採取件数 1,600 件

表2 分析項目及び成分

分析項目及び成分	数 量
岩石薄片作成	30 件
鉍石研磨片作成	20 件
X線回折試験	20 件
流体包有物温度測定試験	5 件
化学分析	
土壤試料分析 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb)	11,600 件
鉍石分析 (Au, Ag)	50 件
平成3年度採取分室内試験	
全岩分析	10 件
土壤分析 (SiO ₂ , CaO, Al ₂ O ₃ , FeO, Fe ₂ O ₃ , MnO, MgO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI)	1,000 件
鉍石分析 (Au, Ag)	56 件
" (Au, Ag, B)	1 件
" (Li)	3 件
同位体年代測定 (Rb-Sr法)	5 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

日 本 側	マ リ 共 和 国 側
武山 眞 (団長・総括 住友コンサルタント株式会社)	Hamadoun BA (D N G M) [*]
鈴木 英雄 (精化課 ")	Ibrahim SISSOKO (")
長尾 尚顕 (")	Diome DIOMBANA (")
高野 肇 (")	Emmanuel THERA (")
現 地 指 導 監 督	
鈴木 哲夫 (金属鉍業事業団)	
神田 慶太 (")	

1.3.4 調査期間

平成4年9月27日から平成4年12月8日まで現地調査を行い、平成4年12月9日から平成4年12月15日まで現地共同解析を実施し、平成4年12月16日から平成5年3月4日まで総合解析と報告書の作成を行った。

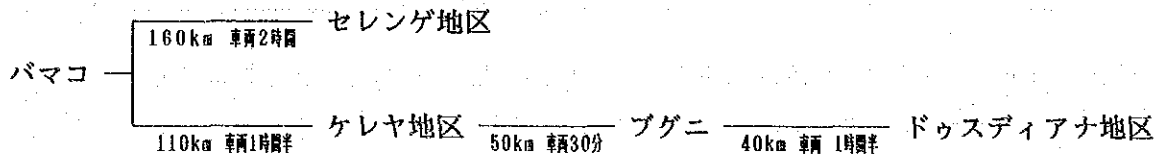
^{*}DNGM: Direction Nationale de la Geologie et des Mines

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 $10^{\circ}54'$ - $12^{\circ}00'$ 、西経 $7^{\circ}00'$ - $8^{\circ}18'$ 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。

本年度の調査地区は、セレンゲ、ケレヤ、ドゥスディアナの3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

本調査地区の大部分は標高350-390mの準平原であるが、セレンゲ地区にはMt. Dainokourouを中心とする標高400-480mの山地が含まれる。

本調査地区を刻む主な水系を見ると、蛇行しながら北又は北北東に向かって流下するものが多い。主要な河川として、セレンゲ地区西端を流れるSankarani川、ケレヤ地区中央を流れるBani川とその支流、ドゥスディアナ地区東方を流れるBaoule川などがある。これらの河川沿いには平坦地が広がっている。Sankarani川は花崗岩とBirrimien累層群の境界付近に沿って、地質構造の規制を受けながら北に向かって流下する。Baoule川はBirrimien累層群の分布域を縦貫して、南方から北に向かって流下し、ブグニ付近で湾曲しながら北東に流路を変える。

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 $6-10^{\circ}\text{C}$ 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 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(°C)	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	88	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

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。

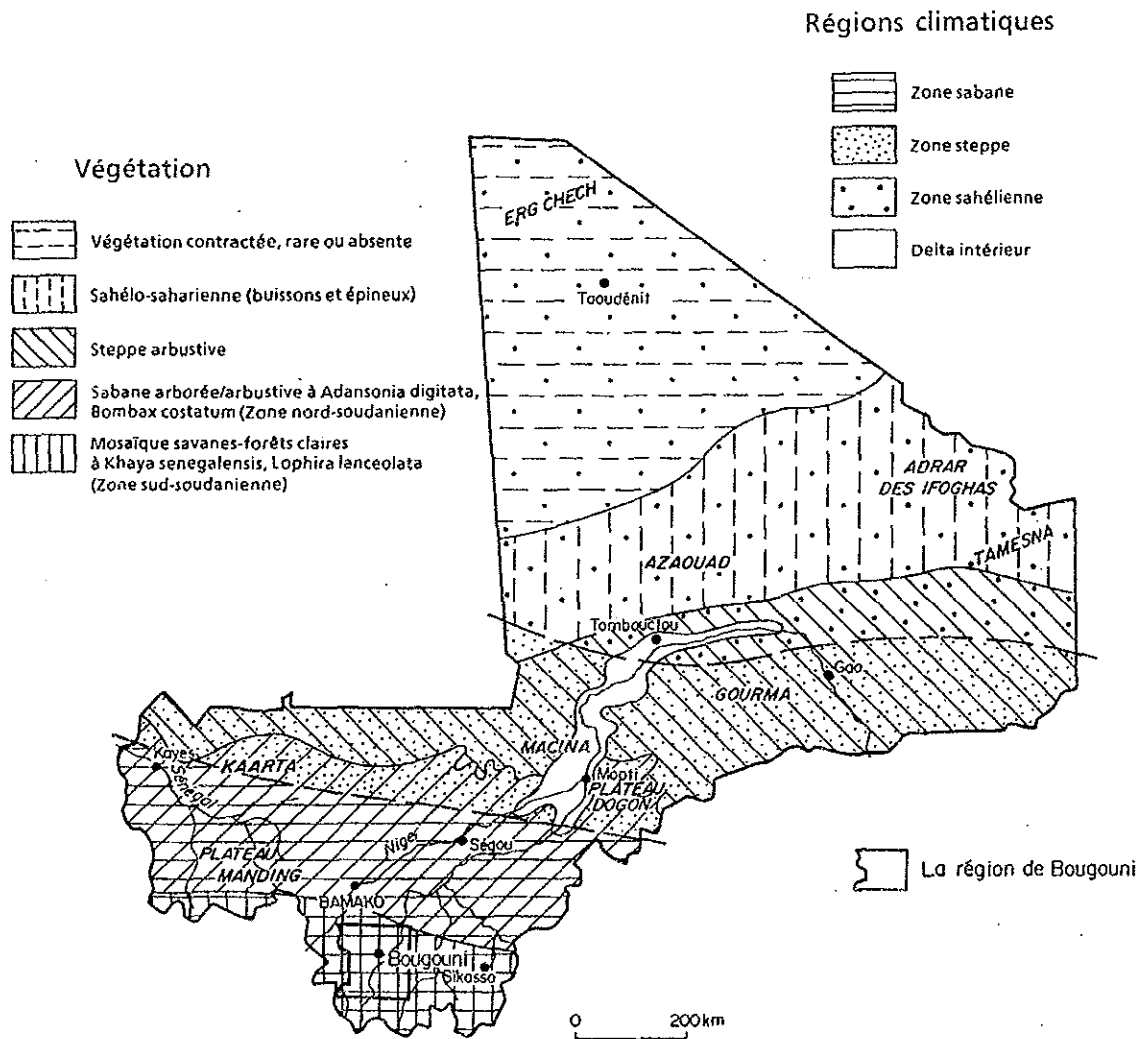


図2 マリ共和国気候及び植生区分図

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 Taudeni 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累層群及びこれにへい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碎屑状堆積岩類（主にグレイワッケ、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構運動又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、長さ時には数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。

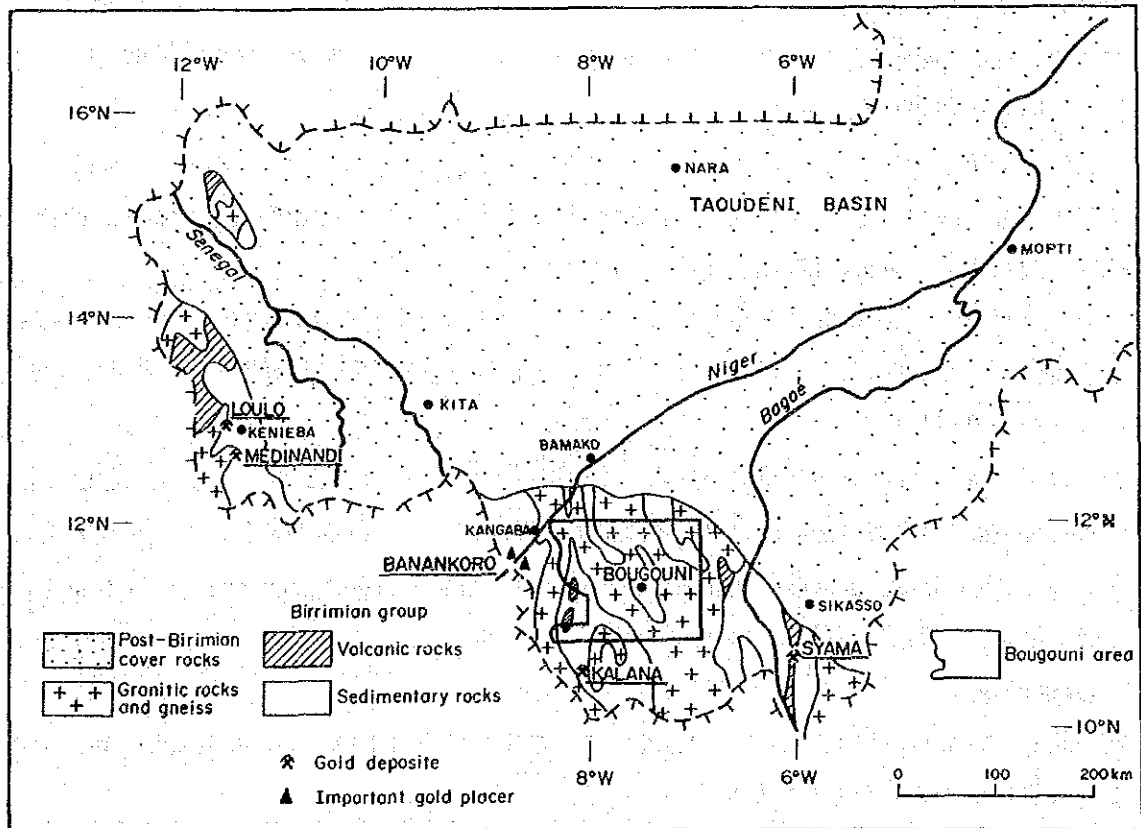


図3 マリ南西部の鉱床分布図

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) Kenieba地域

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

Loulo鉱床 鉱床はKenieba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15,000km²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4.13g/t Au)、Loulo 3 鉱体91.5万トン(平均品位4.20g/t Au)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する。Au:Ag比は1:0.2である。硫化物は黄鉄鉱が最も多く、少量の黄銅鉱、磁硫鉄鉱を伴う。

Medinandi鉱床 鉱床はセネガルとの国境近く、Kenieba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11.14g/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伴われ、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物に伴って産する。硫化物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Niger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 Geologiques et Minieres (France)

^{**}SONAREM: Societe Nationale de Recherches et d'Exploitation Miniere (Mali)

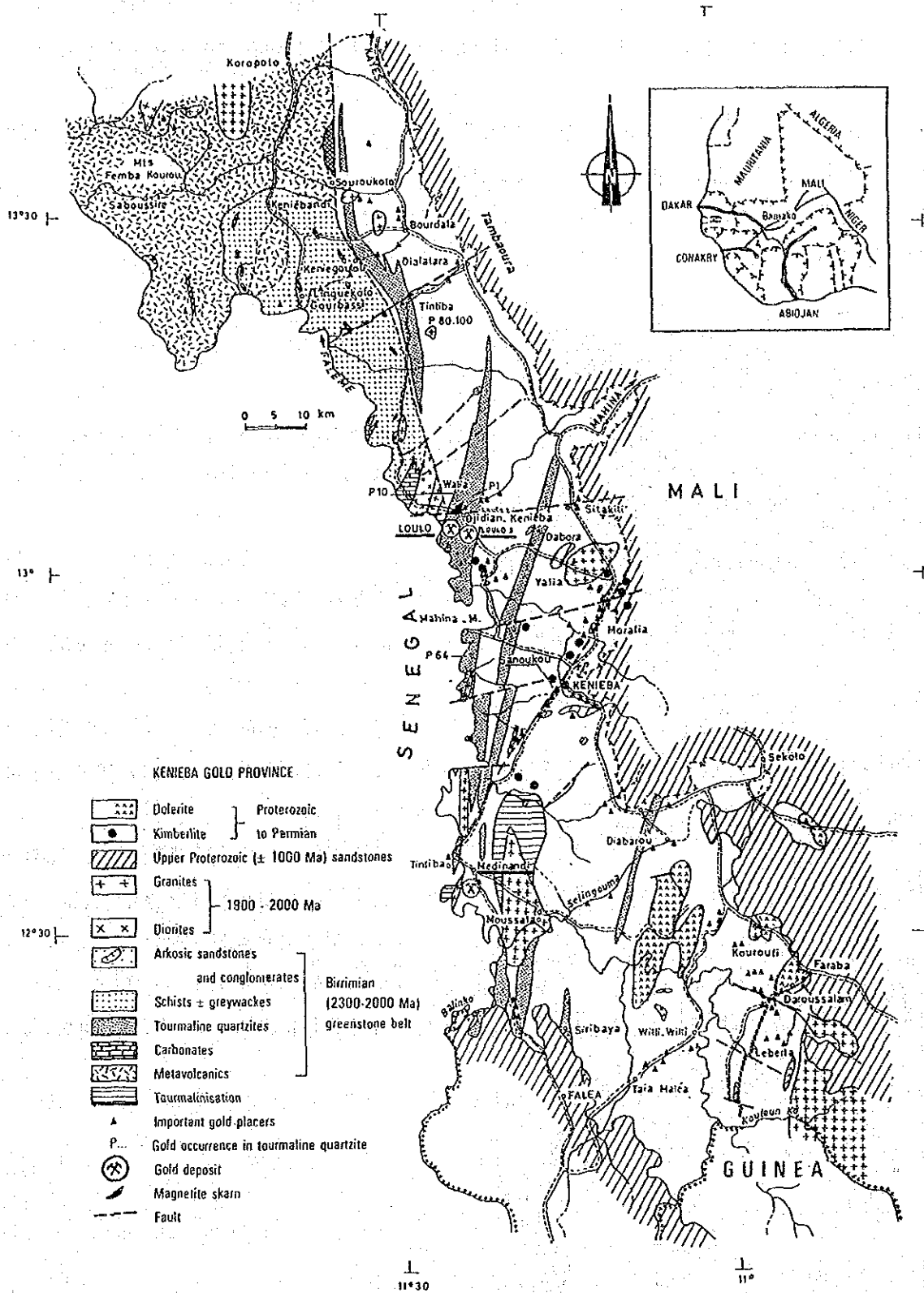


図4 Loulo鉱床周辺の地質概略図 (UNDP-DNGM, 1987)

1960年代、SONAREMはこの砂金鉱床を探鉱対象として、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探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疊紀〜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

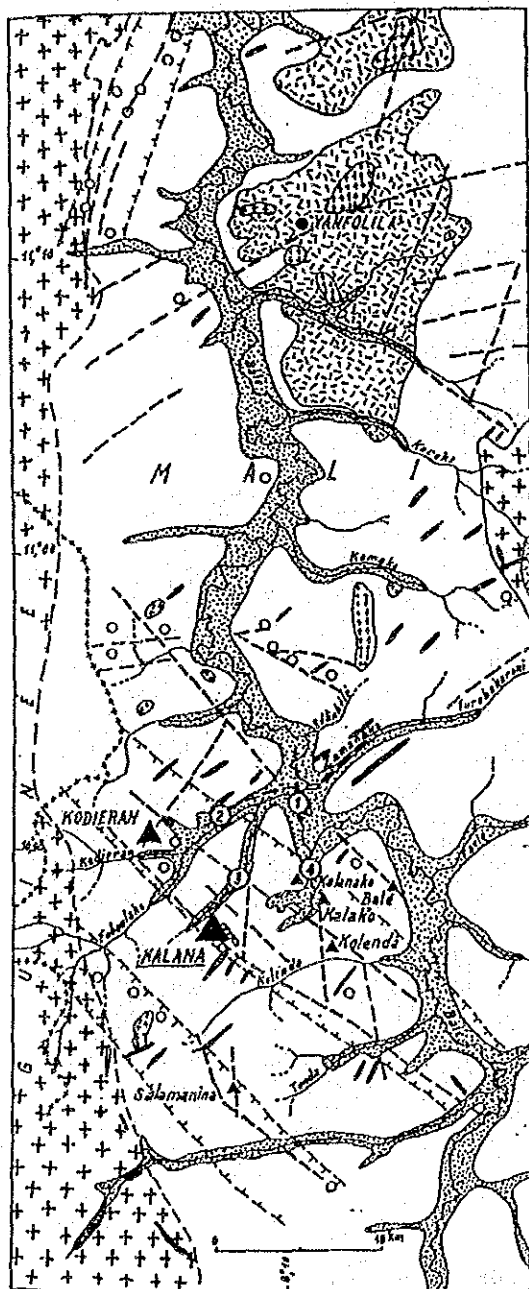


図5 Kalana鉱床周辺の地質概略図 (J. P. Bassotほか, 1980)

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などの鉍候地や、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。

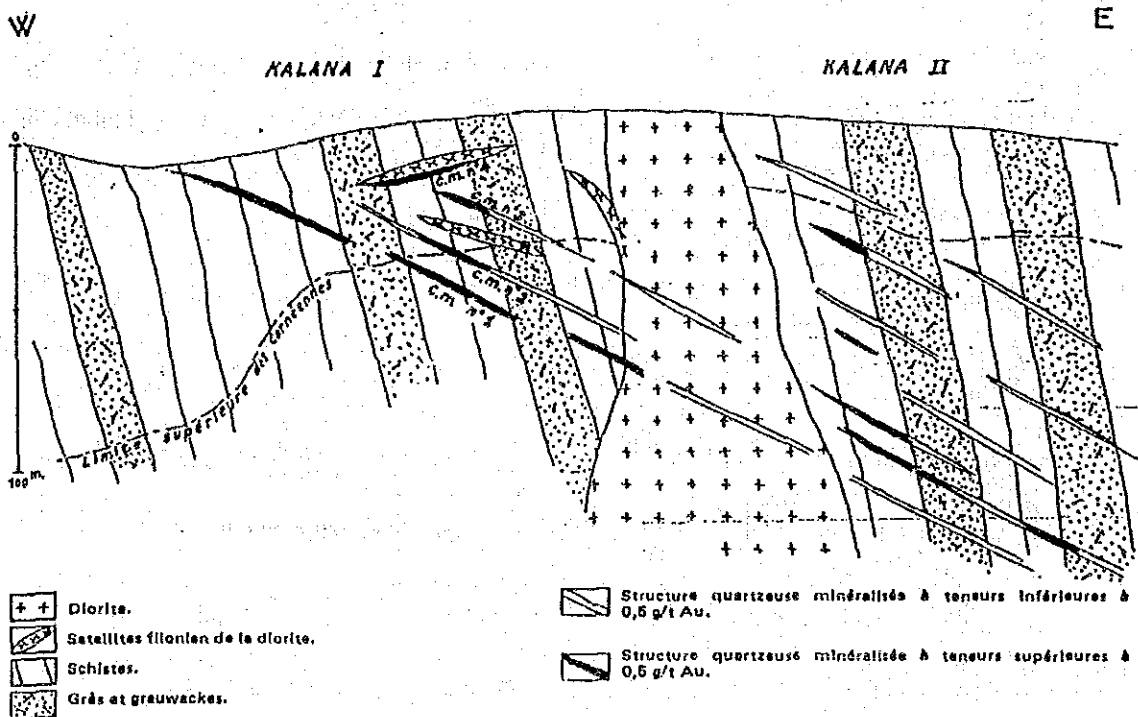


図6 Kalana鉍床断面図 (J.P. Bassotほか, 1980)

(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、

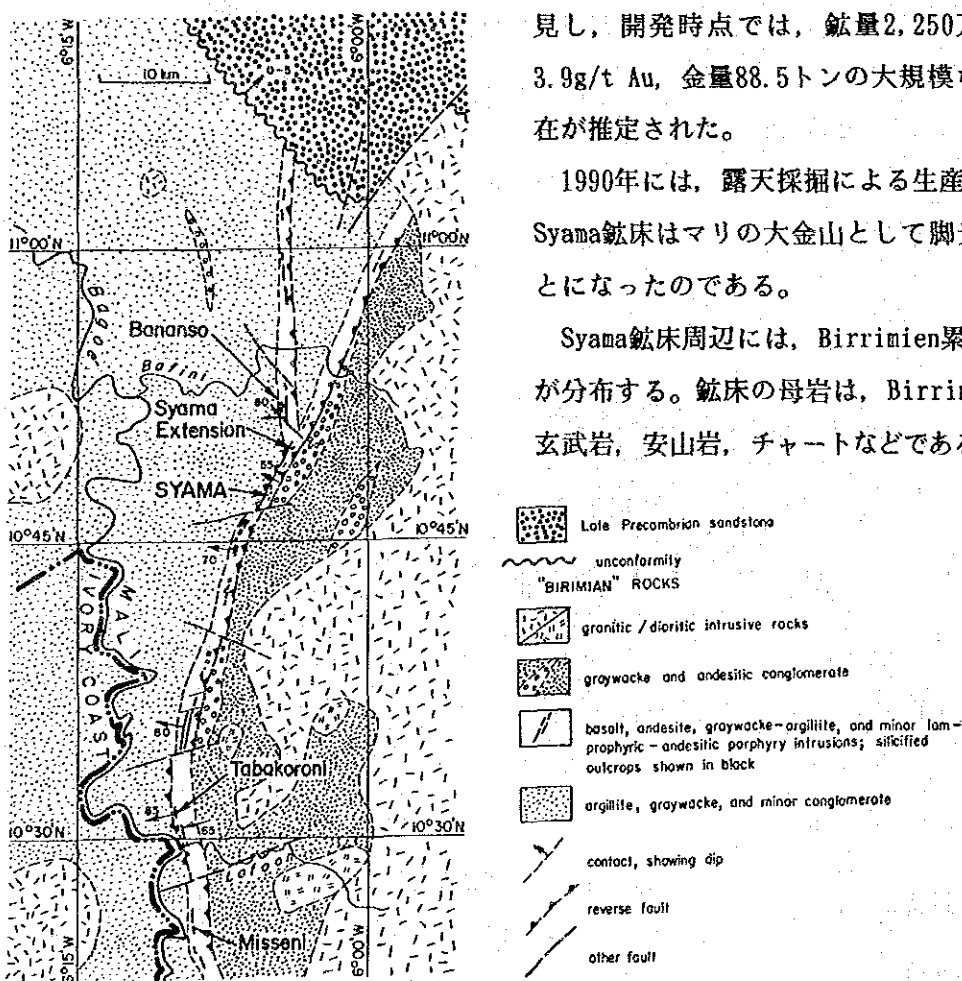


図7 Syama鉱床周辺の地質概略図 (Steven F. Olsonほか, 1992)

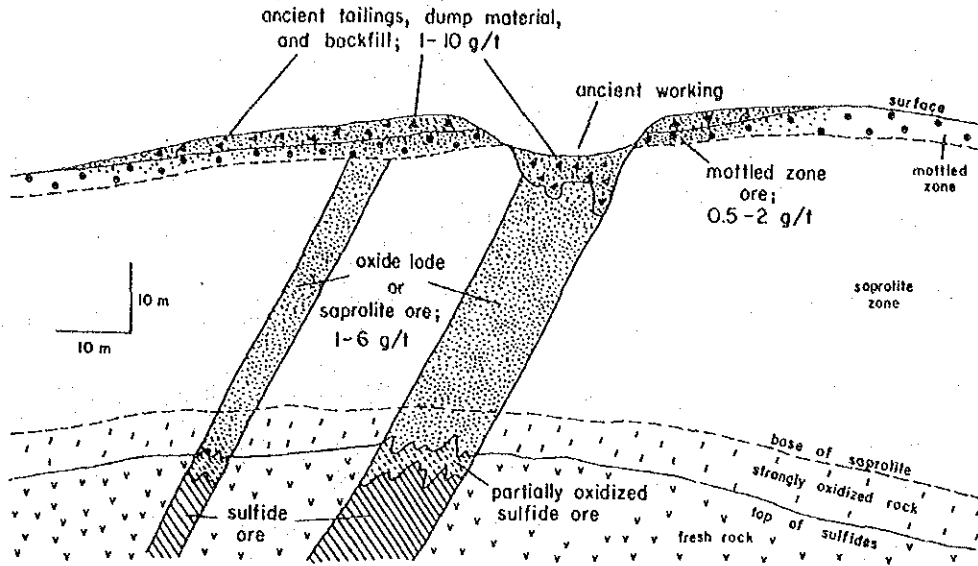


図 8 Syama 鉛床断面図 (Steven F. Olsonほか, 1992)

幅20-40mの剪断帯に鉛染一網状に見られ、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Ⅱ部 各 論

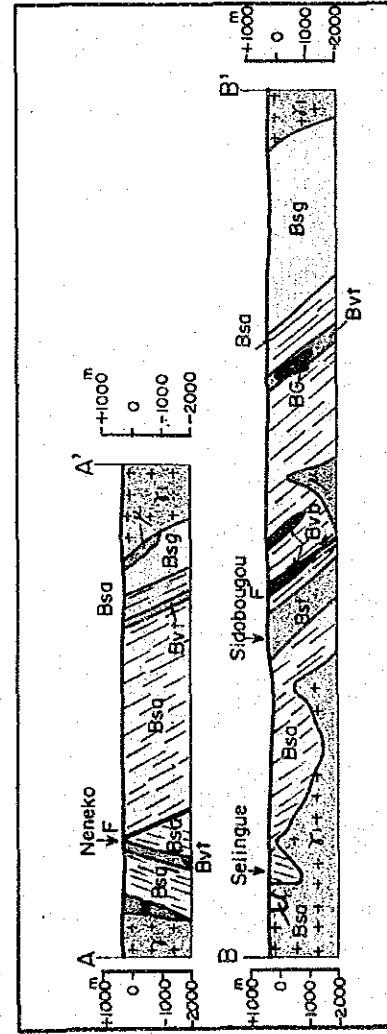
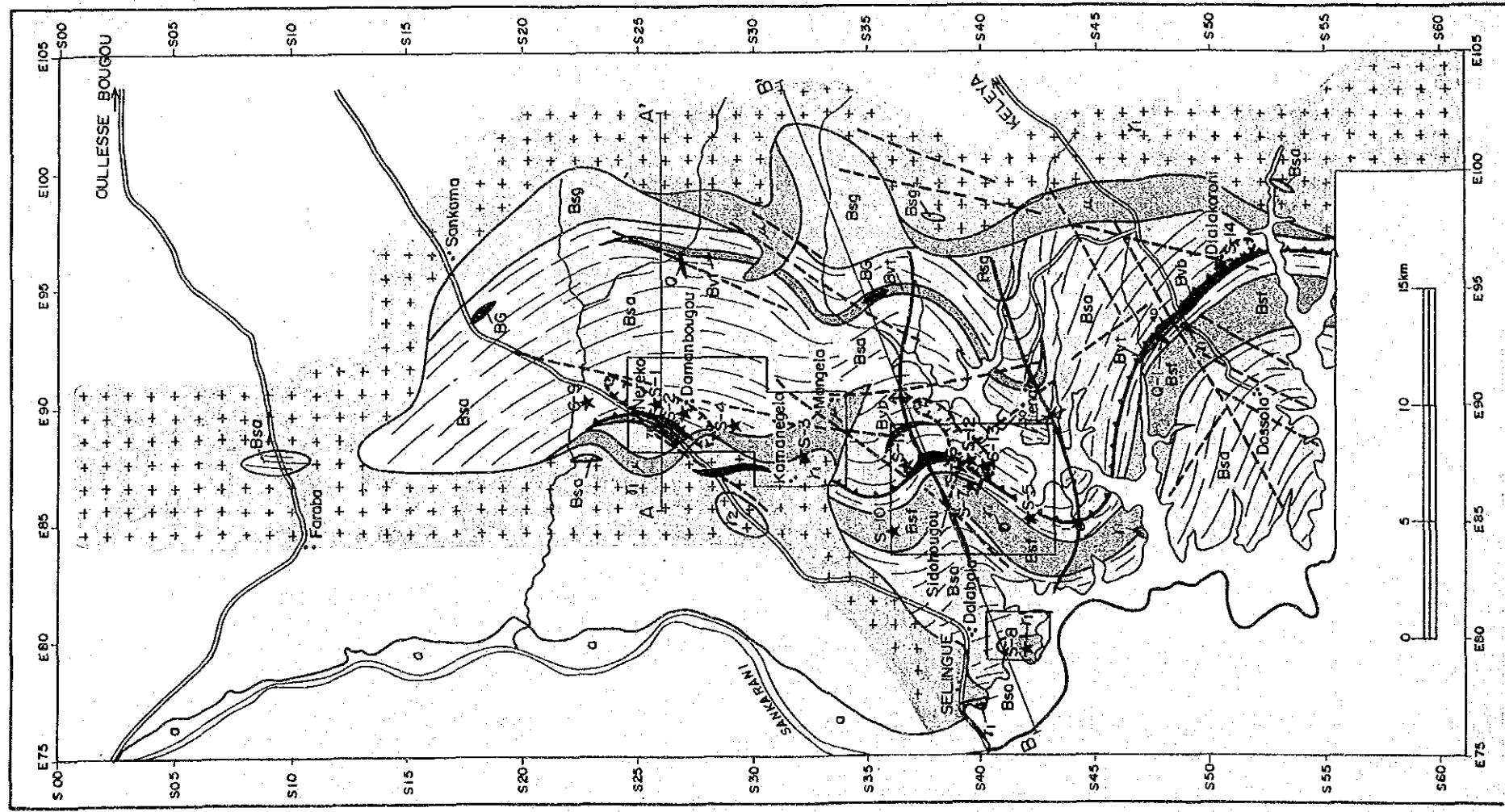
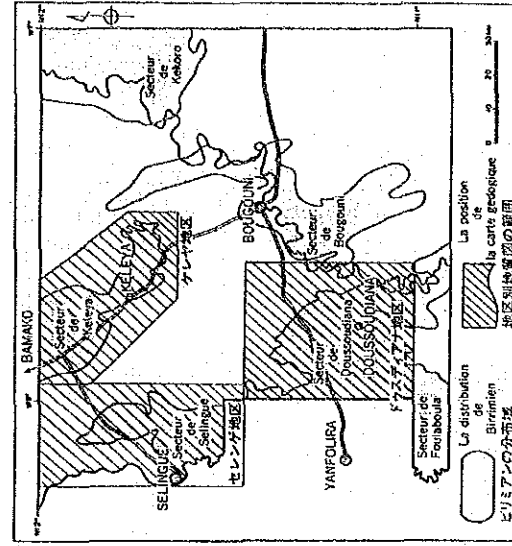
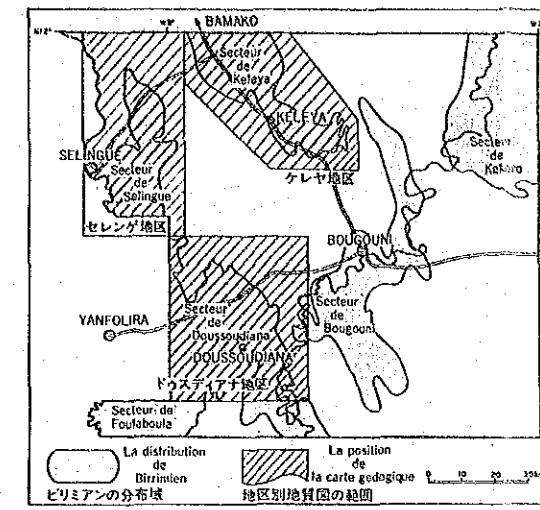
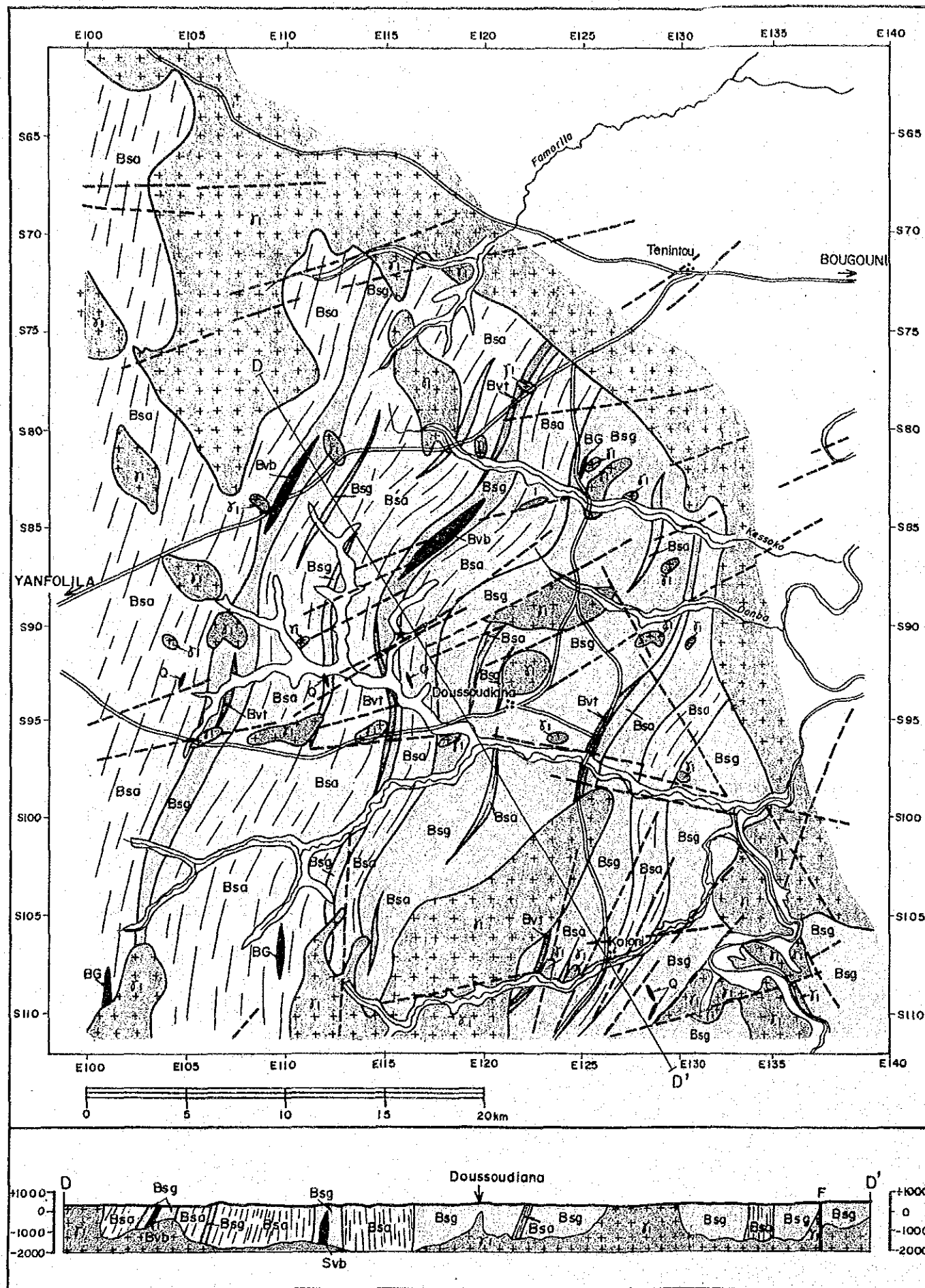


図9 セレンゲ地区地質図及び地質断面図



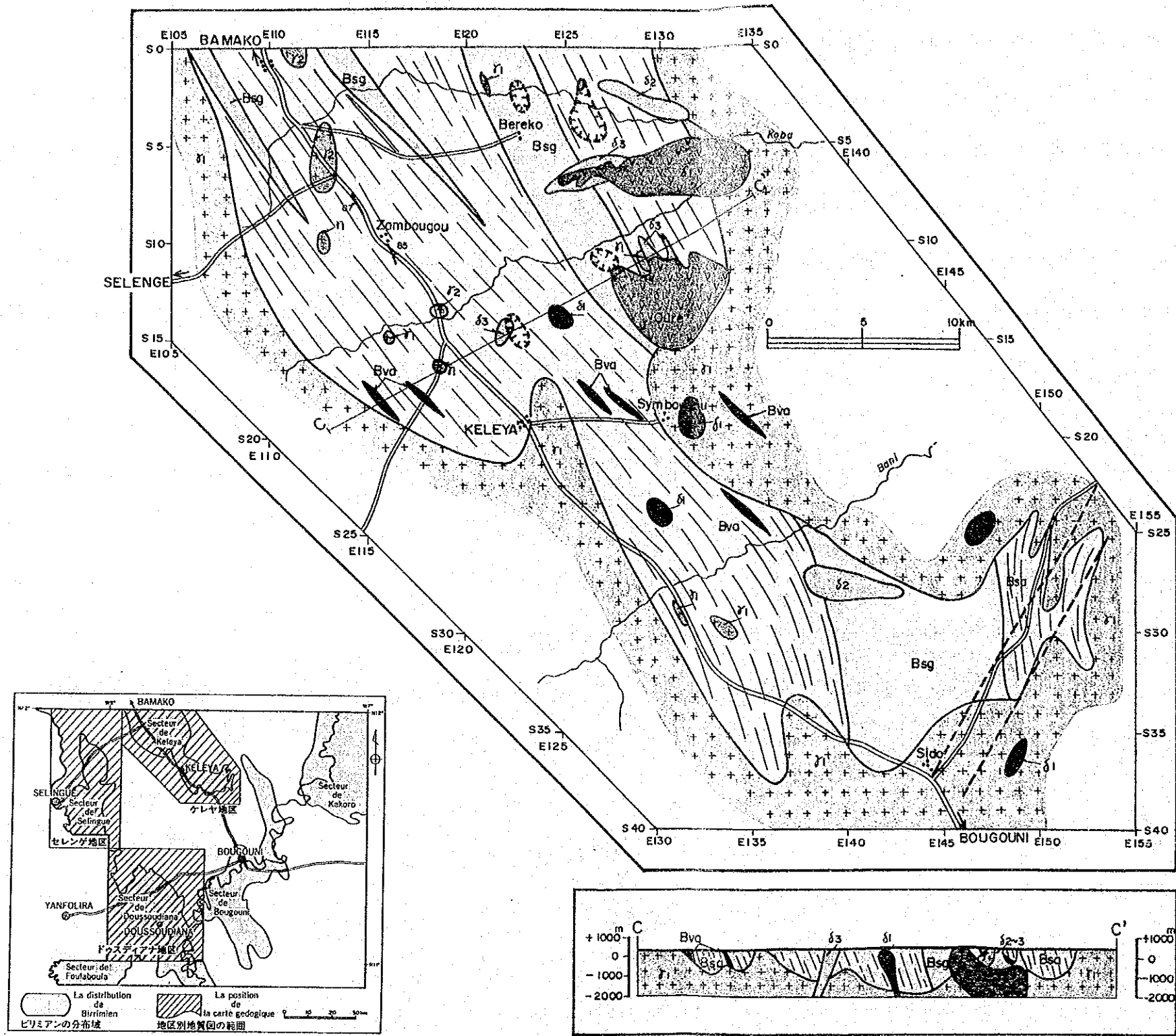
凡例/Legende

- 沖積層/Alluvions recentes
 シルト、砂/Argiles, sables siliceux
 中生代貫入岩/Intrusives Mésozoïque
 ドレライト, ガブロ/Dolerites, Gabro
 角閃石-黒雲母閃石岩/Diorites à amphibole et/ou biotite
 角閃石-黒雲母閃石岩/Granites à biotite et/ou amphibole
 角閃石-黒雲母閃石岩/Granitoïdes abumeens
 後造山期花崗岩/Granites posttectonique
 白雲母-黒雲母花崗岩/Granites à muscovite et/ou biotite
 黒雲母-黒雲母花崗岩/Granites à biotite et/ou amphibole
 閃石岩/Diorites
 糸区花崗岩/Granites non différenciés
 アプタイト/Aplite granitique
 原産代ペリマメタン層群/Birimien sédimentaire, volcano-sédimentaire et volcanique
 砂岩-砂岩片岩/Gres arenique ou arkosique, schistes psammite
 泥岩片岩-泥岩片岩/Argilites, phyllites, schistes argileux
 フリッシュ五層/Flysch, alternance des argilites et grauwacke
 緑泥岩片岩-セリタイト片岩/Tufs felsique, schistes à sericites
 斑岩片岩-斑岩片岩/ metabasaltites, schistes vert
 角閃岩、電岩片岩/Amphibolites, tourmalinites
 突ハントレイ岩/Metagabbro
 推上断層/Chevauchement
 断層/Faule
 リニアメント/Lineament
 向斜/Synclinal
 背斜/Anticlinal
 急峻傾斜/Pendage
 磁位地/indices mineralis
 石英脈/Dispersé des quartz
 全岩化学分析試料/L'échantillon de roche pour analyses chimiques
 Pb-Sr年代測定試料/L'échantillon pour détermination d'âge
 地化学探査調査範囲/Le domaine de étude géochimique détaillé



- ### 凡例/Legende
- 沖積層/Alluvions récentes
 - a シルト、砂/Argileux, sables silteux
 - 中生代貫入岩/Intrusives Mésozoïque
 - δ₁ ドレライト、ガプロ/Dolerites, Gabbro
 - δ₂ 角閃石土層雲母閃石岩/Dioites à amphibole et/ou biotite
 - δ₃ 黒雲母土角閃石カコウ岩/Granites à biotite et/ou amphibole
 - 原生代カコウ岩類/Granitoides eburneens
 - γ₄ 後造山期カコウ岩/Granites posttectonique
 - γ₃ 白雲母土層雲母カコウ岩/Granites à muscovite et/ou biotite
 - γ₂ 黒雲母土角閃石カコウ岩/Granites à biotite et/ou amphibole
 - γ₁ 閃石岩/Dioites
 - γ 未区分カコウ岩/Granites non différenciés
 - μ アプライト/Aplite granitique
 - 原生代ビリミアン層群/Birimien sédimentaire, volcano-sédimentaire et volcanique
 - Bsg 砂岩-砂質片岩/Grès arenitique ou arkosique, schistes psammitique
 - Bsa 泥質砂岩-泥質片岩/Argillites, phyllites, schistes argileux
 - Bsf フリッシュ互層/Flysch, alternance des argillites et grauwacke
 - Bvt 柱状凝灰岩-セリサイト片岩/Tufs felsique, schistes à sericités
 - Bvb 変成玄武岩-緑色片岩/Metabasaltés, schistes vert
 - Bva 角閃岩、電気石岩/Amphibolites, tourmalinites
 - BG 雲ハンレイ岩/Metagabbro
 - 構造線
 - 断層/Chevauchement
 - 断層/Faïlle
 - - - リニアメント/Lineament
 - ~ 向斜/Synclinal
 - ~ 背斜/Anticlinal
 - 走向傾斜/Pendage
 - ★ 鉱産地/Indice minéralisé
 - 石英結晶帯/Disperse des quartz
 - 全岩化学分析試料/L'échantillon de roche pour analyse chimique
 - +
 - 地化学探査精査範囲/Le domaine de l'étude géochimique détail

図10 ドゥスディアナ地区地質図及び地質断面図



凡例/Legende

- 沖積層/Alluvions récentes
- a シルト、砂/Argileux, sables silteux
- 中生代貫入岩/Intrusives Mésozoïque
- δ1 ドレライト、ガブロ/Dolerites, Gabbro
 - δ2 角閃石土黒雲母閃緑岩/Diorites à amphibole et/ou biotite
 - δ3 黒雲母土角閃石カウ岩/Granites à biotite et/ou amphibole
- 原生代カウ岩類/Granitoides eburneens
- γ4 後造山期カウ岩/Granites posttectonique
 - γ3 白雲母土黒雲母カウ岩/Granites à muscovite et/ou biotite
 - γ2 黒雲母土角閃石カウ岩/Granites à biotite et/ou amphibole
 - γ1 閃緑岩/Diorites
 - γ 未区分カウ岩/Granites non différenciés
 - μ アプライト/Aplite granitique
- 原生代ビリミアン層群/Birimien sédimentaire, volcano-sédimentaire et volcanique
- Bsg 砂岩-砂質片岩/Grès arenitique ou arkosique, schistes psammitique
 - Bsa 泥質粘板岩-泥質片岩/Argilites, phyllites, schistes argileux
 - Bsf フリッシュ互層/Flysch, alternance des argilites et grauwacke
 - Bvt 堆積質凝灰岩-セリサイト片岩/Tufs felsique, schistes à sericites
 - Bvb 斑文武岩-緑色片岩/Metabasalts, schistes vert
 - Bva 角閃岩、電気石岩/Amphibolites, tourmalinites
 - BG 空ハンレイ岩/Metagabbro
- 構造線
- 衝上断層/Chevauchement
 - 断層/Faite
 - - - リニアメント/Lineament
 - ~ 向斜/Synclinal
 - ~ 背斜/Anticlinal
 - 走向傾斜/Pendage
 - ★ 鉱徴地/Indice mineralisé
 - 石英粘石帯/Disperse des quartz
 - 全岩化学分析試料/L'échantillon de roche pour analyse chimique
 - + Rb-Sr年代測定試料/L'échantillon pour détermination d'âge
 - 地化学探査精査範囲/Le domaine de l'étude géochimique détaillé

図11 ケレヤ地区地質図及び地質断面図

第1章 地質・構造

1.1 地 質

1.1.1 地質概要

ブグニ地域は、西アフリカクラトンの基盤岩地帯に属し、原生代前期のBirrimien累層群と花崗岩類が分布する。Birrimien累層群は、一般的にはN-S系の走向で、急傾斜した帯状構造をなして分布し、等斜褶曲又は覆瓦構造によって層序の反復をしている。本累層群は、主として砂屑性堆積岩を原岩とする低～中変成度の片岩からなり、少量の苦鉄質・珪長質火山岩及び火山砕屑岩を伴う。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区分される。これらはいずれも原生代前期にBirrimien累層群中に貫入したものである。以上のほか、粗粒玄武岩からなる貫入岩体が本地域の東北部に多数分布し、これらの貫入時期は中生代とされている。

1.1.2 Birrimien累層群

ブグニ地域では、概して露岩地帯が少ないため、地質構造を明確に決定することが難しいうえ、似たような岩相の変成岩が褶曲や覆瓦構造により反復しているので、その層序の詳細は明らかではない。

(1) 岩相

(a) セレンゲ地区

本地区のBirrimien累層群は、泥質片岩、砂質片岩、フリッシュ互層、珪長質凝灰岩、玄武岩質火山砕屑岩及び変はんれい岩から構成される。地質図を図9に、模式柱状を図12に示す。泥質片岩を主体とし、部分的には砂質片岩とフリッシュ互層が卓越する。局所的に珪長質凝灰岩、玄武岩質火山砕屑岩及び変はんれい岩を挟在する。

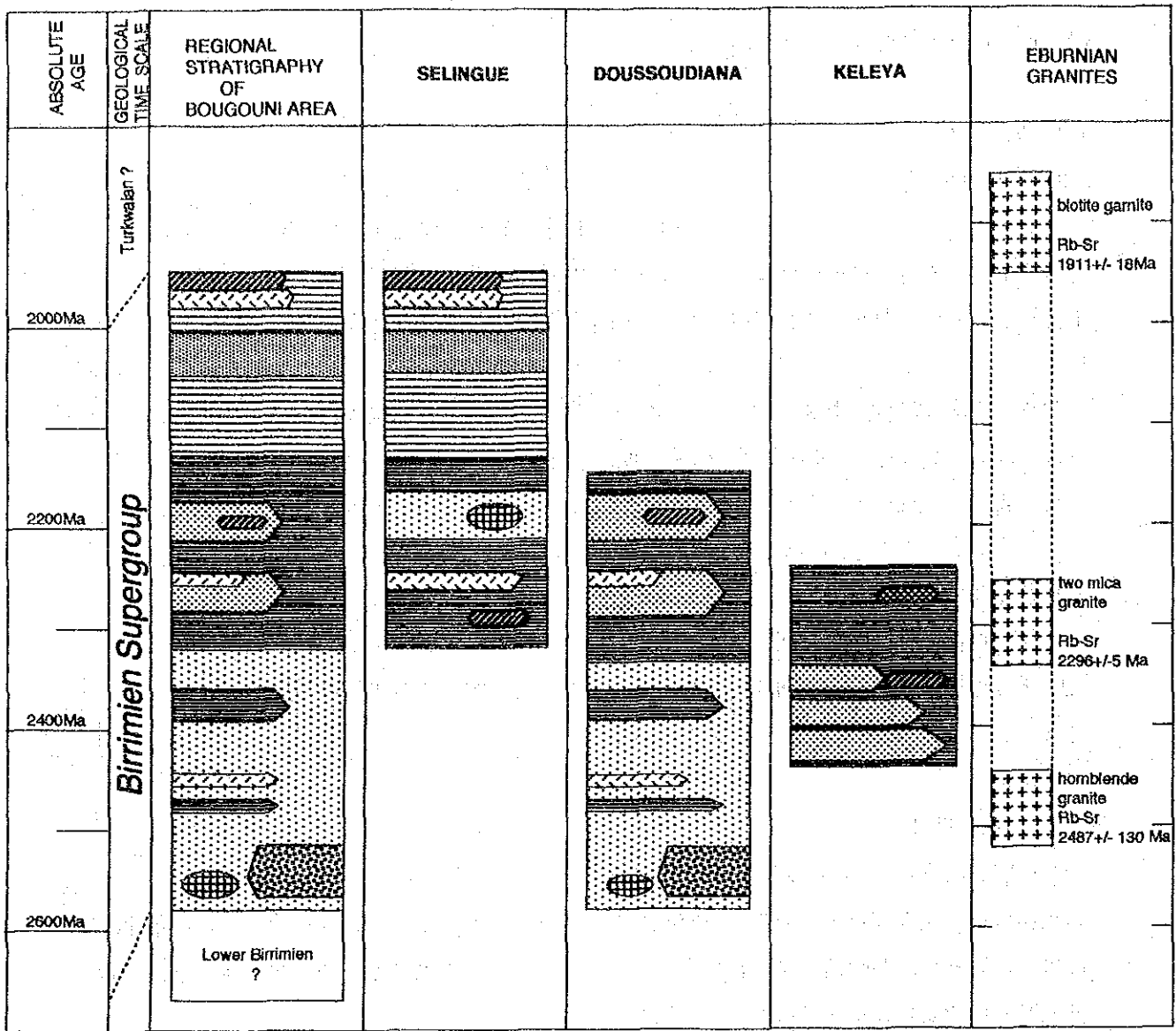
泥質片岩 (Bsa) 最も多く産出する。暗灰色～灰色を呈し、片理の発達が強く、部分的に珪質のところもある。岩質は変成度によって幅広く変化し、頁岩、千枚岩、灰色片岩（白雲母-黒雲母片岩）、黒色片岩（黒雲母片岩）などからなる。灰色片岩が最も卓越し、構成鉱物は石英・黒雲母・不透明鉱物である。

砂質片岩 (Bsg) 細～中粒で灰白色を呈し、アレナイト砂岩を原岩とする。泥質片岩に比べ片理の発達が弱く、再結晶の進んだものは細粒花崗岩との区別が困難である。主要構成鉱物は、石英・カリ長石・斜長石・黒雲母・白雲母である。

フリッシュ互層 (Bsf) 泥質片岩とグレイワッケの薄い級化互層からなり、本地区南西部に幅約3kmの帯状分布を示す。

珪長質凝灰岩 (Bvt) 白色を呈し、微細な石英・長石・セリサイトからなる。酸化マンガンのフィルムや鉄石英を含むことがある。

玄武岩質火山砕屑岩 (Bvb) 転石の多くは酸化されて黒色を呈するが、部分的に緑色片岩が残



LEGEND

Birimien metasediments

- Bsa micaschist, phyllite, schale
- biotite schist
- Bsg psammitic schist, arenite
- greywacke
- Bsf flysh facies

Birimien metavolcanics

- Bvt felsic tuff, sericite schist
- Bvb basaltic volcanoclastic rock, greenschist
- Bva amphiblite
tourmalinite

Birimien intrusion

- BG metagabbro

图 12 地質模式層序圖

存していることがある。Dialakoroni北西4kmの露出では、ピロープレッチャ状の岩相が観察される。この付近の標本では、斑晶鉱物はすべて電気石に置換されている。

(b) ドスディアナ地区

本地区のBirrimien累層群は、泥質片岩、砂質片岩、珪長質凝灰岩及び変玄武岩から構成される。地質図を図10に、模式柱状を図12に示す。本地区西部では泥質片岩が卓越し、東部では砂質片岩が卓越する。珪長質凝灰岩と変玄武岩は、砂質片岩中に挟在する。変はんれい岩の貫入岩も散在する。

泥質片岩 (Bsa) 黒雲母片岩を主体とする。斑状変晶がしばしば認められる。全般に接触変成を受けている。

砂質片岩 (Bsg) アレナイト砂岩を原岩とし、接触変成により再結晶が進んでおり、肉眼的には細粒花崗岩との区別が難しいことが多い。

珪長質凝灰岩 (Bvt) 微細な石英、長石及びセリサイトで構成される白色の岩石である。再結晶の進んだものは白色の珪岩に変化している。

変玄武岩 (Bvb) いわゆる緑色片岩であるが、片理は顕著ではない。鏡下では、玄武岩の組織が残存している。変成鉱物としてアクチノ閃石とエピドートを含み、緑色片岩相に相当する。

変はんれい岩 (BG) 角閃石はんれい岩である。角閃石は緑色角閃石で白雲母と黒雲母を伴う。緑色片岩相の変成作用を被っている。

(c) ケレヤ地区

本地区のBirrimien累層群は、泥質片岩、砂質片岩及び電気石岩から構成される。地質図を図11に、模式柱状を図12に示す。泥質片岩を主体とし、厚い砂質片岩を伴う。

泥質片岩 (Bsa) 80%を占め、主に暗灰色の黒雲母片岩からなる。広範囲に接触変成を受けており、紅柱石斑状変晶を生じているものもある。

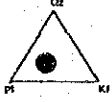
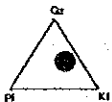
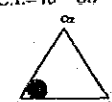
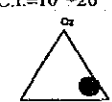
砂質片岩 (Bsg) アレナイト砂岩を原岩とする灰白色の珪質岩で再結晶化が進んでいる。

電気石岩 (Bva) 黒色塊状で、肉眼的には角閃岩に似ているが、鏡下での構成鉱物は全て褐色の電気石 (Dravite) である。長柱状結晶は平面的な定向性を有し、片理に類似した組織が認められる。花崗岩の近傍に分布が限られていることからみて、接触交代作用の産物と推定される。

1.1.3 花崗岩類

ブグニ地域には、Birrimien累層群を貫く花崗岩類が分布する。この花崗岩類は、黒雲母花崗岩、白雲母花崗岩及び角閃石花崗岩に3分することができる。そのほか、アプライトとペグマタイトが岩脈として貫入している。これらをまとめて表5に示す。これらの花崗岩類について今回実施したRb-Sr法絶対年代測定の結果、黒雲母花崗岩が $1,911 \pm 18\text{Ma}$ 、白雲母花崗岩が $2,299 \pm 6\text{Ma}$ 、角閃石花崗岩が $2,478 \pm 130\text{Ma}$ 、ペグマタイトが $2,246\text{Ma}$ をそれぞれ示した。

表5 花崗岩類の区分一覧表

SIGN	CATEGORY	COMPOSITION	FACIES	DISRIBUTION	DATING
γ_1	GARNITE-1 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±496Ma Rb-Sr Whole Rock 1911±18 Ma
γ_2	GARNITE-2 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
γ_3	GARNITE-3 Hornblende Diorite	C.I.=40~60  hornblende±biotite	Dark colored Orientation of hornblende crystal	Small body of isolated intrusion	
γ_0	GARNITE-0 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±130Ma
γ_4	GRANITE POSTECTONIC	Alkali granite, Syenite, Calc-alkali granite, Quartz diorite Spindler(1952) discripted in North-eastern part of Area.			
μ	Granitic Aplite	± muscovite ± garnet ± tourmaline	Zenolith of Birrimien rocks are abundant	Abundant in Selingue area	
π	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	

(1) 花崗岩類の産状と岩石記載

黒雲母花崗岩 (γ_1) ブグニ地域の全域に広く分布する。灰色を呈する細～中粒の花崗岩を主岩相とする。色指数10-25であり、黒雲母及びカリ長石を含むことを特徴とする。片麻状構造が発達するものとしなないものがある。セレンゲ周辺では花崗片麻岩に変化している。鏡下では、主成分鉱物は斜長石・石英・カリ長石からなり、有色鉱物として黒雲母とごく少量の角閃石を含む。

白雲母花崗岩 (γ_2) ブグニ地域の東部及び南部に分布する。細～中粒の花崗岩～アダメロ岩

で、白雲母及び淡桃色を呈するカリ長石を含むことを特徴とし、大部分が黒雲母を伴う。色指数5-15である。不均質で部分的にペグマタイトになっているところもある。鏡下では、主成分鉱物は斜長石、カリ長石・石英・黒雲母・白雲母からなり、全体にカタクラシック組織が発達し不均質である。石英は長石類に包有されミルメカイト組織を示す。

角閃石花崗岩 (γ0) プグニ周辺及び西部に小岩体として分布する。桃色を呈するカリ長石を含むことを特徴とする。鏡下では、主に石英・斜長石・カリ長石からなり、圧碎組織が発達する。変質して緑泥石及び緑れん石が生じている。

(2) 花崗岩類の化学組成

プグニ地域に分布する花崗岩類の各岩体から、代表的な試料を採集し全岩分析を行った。表6にこれらの岩石の化学組成、CIPWノルム組成、分化指数D.I. (Differentiation Index, Thornton & Tuttle, 1960)などを示す。花崗岩類の化学組成上の特徴を知るために、成分変化図、MFA図、ACF図、ノルムQ-An-(Or+Ab)図に分析値をプロットした。

表 6 花崗岩類の化学組成

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BULK COMPOSITION		C160	D068	B257	F028	B116	D040	D029	A005	D036	B154
SiO ₂	wt%	47.35	55.79	68.00	67.00	70.00	70.50	73.00	74.00	74.50	74.50
TiO ₂	wt%	0.18	0.68	0.44	0.49	0.24	0.21	0.21	0.08	0.16	0.05
Al ₂ O ₃	wt%	16.24	18.23	16.00	15.50	16.16	15.00	14.58	15.05	14.50	15.00
Fe ₂ O ₃	wt%	7.09	6.43	3.94	4.73	2.28	2.51	1.84	1.72	1.50	1.08
FeO	wt%	5.45	3.21	2.19	2.67	0.98	1.29	0.59	0.61	0.71	0.37
MnO	wt%	0.12	0.09	0.05	0.05	0.03	0.02	0.03	0.05	0.03	0.01
MgO	wt%	11.62	3.16	1.87	1.43	0.86	0.78	0.47	0.32	0.47	0.21
CaO	wt%	9.14	4.88	3.24	3.15	2.25	2.81	1.07	0.33	0.82	0.47
Na ₂ O	wt%	1.35	4.00	4.22	4.03	4.75	7.00	4.09	3.28	3.95	4.43
K ₂ O	wt%	1.74	4.87	3.82	2.85	3.54	1.43	4.57	3.40	4.86	4.00
P ₂ O ₅	wt%	0.06	0.29	0.23	0.24	0.17	0.17	0.14	0.22	0.14	0.18
BaO	wt%	0.02	0.15	0.11	0.09	0.15	0.05	0.09	0.01	0.07	0.01
L.O.I	wt%	4.23	1.75	0.59	0.77	0.83	0.55	0.60	2.29	0.54	0.73
TOTAL	wt%	99.13	100.30	100.50	100.30	101.25	101.05	100.70	100.75	101.55	100.65
+H ₂ O	wt%	5.02	2.24	0.74	0.97	0.89	0.30	0.33	1.77	0.53	0.80
-H ₂ O	wt%	0.46	0.29	0.06	0.09	0.07	0.06	0.13	0.87	0.09	0.08
FeO*		11.83	9.00	5.74	6.93	3.01	3.55	2.25	2.16	2.06	1.34
Fe ₂ O ₃ /FeO		1.30	2.00	1.80	1.77	2.38	1.95	3.12	2.82	2.11	2.92
Na ₂ O+K ₂ O		3.09	8.87	8.04	6.88	8.29	8.43	8.66	6.66	8.81	8.43
(K ₂ O+Na ₂ O+CaO)/Al ₂ O ₃		0.75	0.75	0.71	0.65	0.65	0.75	0.67	0.46	0.66	0.59
A-F-M ratio											
A		11.6%	42.2%	51.4%	45.2%	68.2%	66.1%	76.1%	72.9%	77.7%	84.5%
F		44.6%	42.8%	36.7%	45.5%	24.8%	27.8%	19.7%	23.6%	18.2%	13.4%
M		43.8%	15.0%	12.0%	9.4%	7.1%	6.1%	4.1%	3.5%	4.1%	2.1%
NORMATIVE COMPOSITION											
qz		0	0	16.98	23.13	22.89	18.68	29.05	41.35	30.58	32.58
c		0	0	0	0.57	0.73	0	1.23	5.93	1.54	2.95
or		10.28	5.61	22.57	16.84	20.92	8.45	27.01	20.09	28.72	23.64
ab		11.42	15.74	35.71	34.1	40.19	59.23	34.61	27.59	33.42	37.49
an		33.11	24.32	13.43	14.22	10.32	5.28	4.56	0.22	3.28	1.17
ac		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ns		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ks		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
wo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
di		9.74	12.17	1.1	0	0	6.26	0	0	0	0
hy		14.76	28.52	6.48	6.29	2.75	0.09	1.31	1.08	1.74	0.64
ol		14.97	6.37	0	0	0	0	0	0	0	0
mt		1.5	1.98	2.18	2.56	1.76	1.56	1.39	1.51	1.03	0.97
hm		0	0	0	0	0	0	0.23	0	0	0
il		0.34	1.18	0.84	0.93	0.46	0.4	0.4	0.15	0.3	0.09
tn		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ru		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ap		0.14	0.23	0.53	0.56	0.39	0.39	0.32	0.51	0.32	0.42
total		96.27	96.12	99.82	99.21	100.41	100.35	100.1	98.43	100.94	99.94
q-an-kf ratio											
q		0.0%	0.0%	19.1%	26.2%	24.3%	20.4%	30.5%	46.3%	31.9%	34.3%
an		60.4%	53.3%	15.1%	16.1%	10.9%	5.8%	4.8%	0.2%	3.4%	1.2%
ab+or		39.6%	46.7%	65.7%	57.7%	64.8%	73.9%	64.7%	53.4%	64.7%	64.4%
D.I.	qt+or+ab	21.7	21.4	75.3	74.1	84.0	86.4	90.7	89.0	92.7	93.7

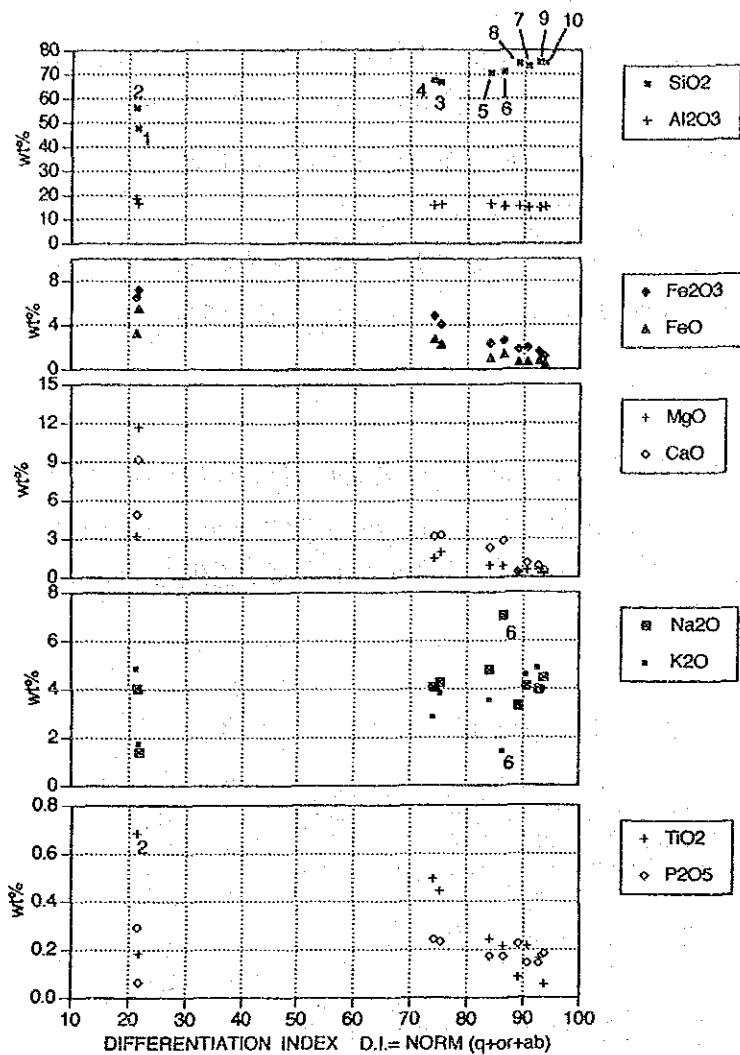


図 13 D. I. - 酸化物図

成分変化図 (図13) から明らかなように、それぞれの成分はなめらかな曲線により、あるまとまった範囲におさまり、分化指数の増加に伴い SiO_2 は増加するが、 FeO 、 Fe_2O_3 が直線的に減少するカルクアルカリ岩系列の特徴を示している。この傾向は MFA 図でも同様で、カルクアルカリ岩系列のトレンドにのる。ACF 図では S タイプの領域にプロットされる。 $\gamma 2$ がやや頂点に近いところにプロットされるのは SiO_2 が高い分化の進んだ花崗岩類であるからであろう。ノルム Q-An-(Or+Ab) 図では、 $\gamma 1$ ・ $\gamma 0$ はアルカリ長石花崗岩の領域に、 $\gamma 2$ は花崗岩の領域にそれぞれプロットされる。

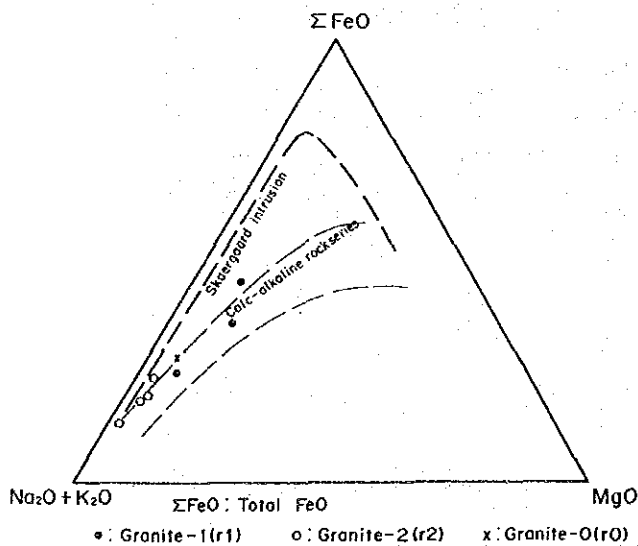


図 14 M F A 図

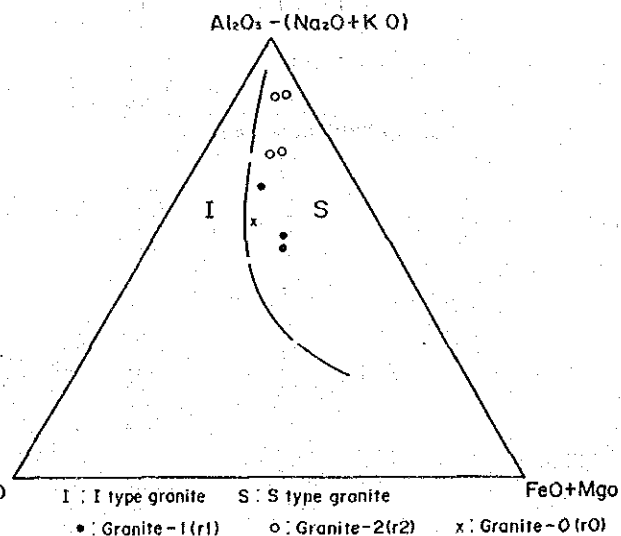


図 15 A C F 図

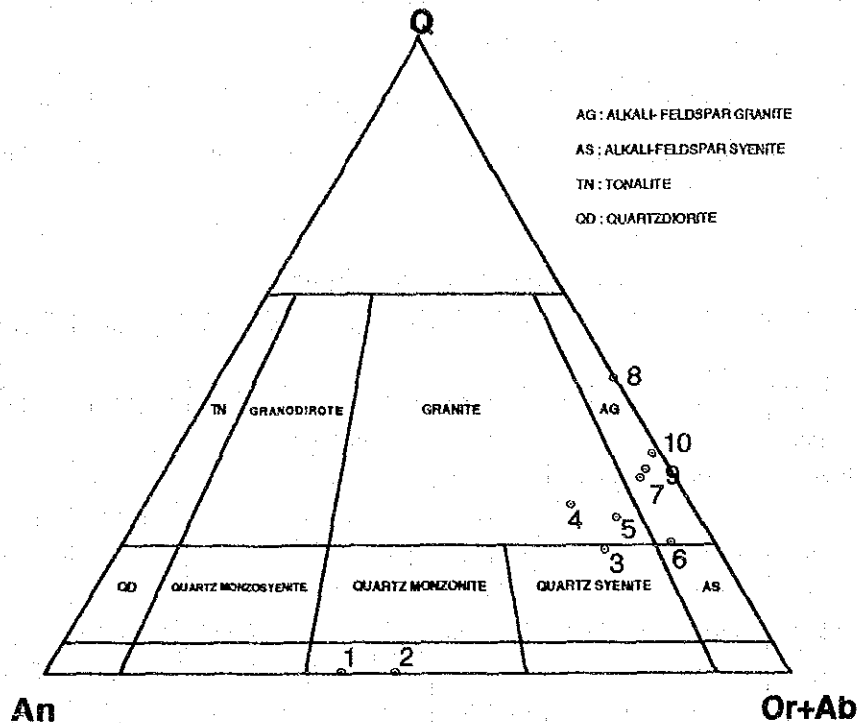


図 16 ノルムQ-An-(Or+Ab) 図

(3) 花崗岩類のRb-Sr年代

ブグニ地域の花崗岩類についてRb-Sr年代測定を行った。これらの試料の採取位置を20万分の1地質図に、以下に岩石名とその特徴を示す。

- 測定試料** B116 黒雲母花崗岩($\gamma 1$): C. I. = 10%。径1 cm程度の白色のカリ長石が目立つ。非等粒状で中深相を示す。黒雲母は弱い定向性をもつ。変質は受けていない。
- D036 両雲母花崗岩($\gamma 2$): C. I. = 5%。淡色中粒でカリ長石は淡桃色を示す。鉍物の定向性は認められない。変質は受けていない。
- D040 角閃石細粒花崗岩($\gamma 0$): C. I. = 5%。灰色細粒で不均質、全体に圧砕組織が見られ、変質し緑れん石が生じている。
- F028 片麻状黒雲母花崗岩($\gamma 1$): C. I. = 25%。定向性の顕著な黒雲母を多く含む。圧砕組織は認められない。変質は受けていない。
- D715 含電気石ペグマタイト(π): 黒雲母花崗岩を母岩とする岩脈として産する。

測定結果と考察 Rb-Sr年代測定結果を表7に示す。

B116: 同位体組成比の幅が狭く、誤差が大きい。初生Sr同位体比は試料F028に近いことから、年代最大値1,833Maが適当な値と推定した。

D036: 全岩法による測定では、同位体組成比の幅が狭く、誤差は非常に大きい。黒雲母の鉍物分離による測定値を加えて、全岩-鉍物法で再計算を行い信頼性の高い結果が得られた。

D040 : 弱い変質を受けているのにもかかわらず、以外に少ない誤差であった。

F028 : 3個の試料によるアイソクロン年代 $1.911 \pm 18\text{Ma}$ を得た。

D715 : 分析値は異常なRb含有量と初生Sr同位体比を示し、アイソクロンは設定できなかった。
おそらく閉鎖系は成立していないものと思われる。推定値として $2,246\text{Ma}$, $3,322\text{Ma}$, $4,744\text{Ma}$ を得た。

表7 花崗岩類のRb-Sr測定結果

Sample No.	Sr (ppm)	Rb (ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Erreur \pm	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(i)$	Erreur \pm	Result M.A.	Erreur \pm M.A.
B116-1	770	108	0.406	0.71659	0.00007	0.70872	0.00307	1337	496
-2	660	98.4	0.431	0.71689	0.00009				
-3	695	107	0.445	0.71733	0.00013				
D036-1	154	238	4.47	0.83995	0.00016	0.75370	0.07700	1312	1238
-2	155	237	4.42	0.83076	0.00011				
-3	166	229	3.99	0.83116	0.00023				
-4	20.6	676	94.9	3.84020	0.00280	0.69137	0.00440	2299	6
D040-1	1118	15.6	0.0404	0.70290	0.00022	0.70148	0.00191	2487	130
-2	1107	14.7	0.0384	0.70292	0.00015				
-3	1252	31.1	0.0719	0.70407	0.00012				
F028-1	377	136	1.0040	0.73463	0.00009	0.70583	0.00031	1911	18
-2	393	208	1.5310	0.74794	0.00015				
-3	391	135	0.9990	0.73324	0.00017				
D715-1	58.6	3013	147.80	5.52620	0.00280			2246	
-2	28.2	1044	107.1	5.87390	0.00170			3322	
-3	22.8	728	92.8	7.14200	0.02200			4744	

1.2 地質構造

本調査地域のBirrimien累層群は、地区ごとに走向・傾斜の違いがあるが、全体としてはN-S又はNW-SE方向の同斜構造をなしている。

セレンゲ地区 Birrimien累層群は、北半部ではN-S方向の急傾斜な同斜構造を示すが、南半部では緩傾斜の同斜構造を示すと同時にENE-WSW方向の軸を持つアンチフォーム、シンフォームが存在し、地層の分布は波状の形態をなす。南部の露出では、玄武岩と泥質片岩が低角の衝上断層で接している状態が確認された。地層の分布からみてこの衝上断層は北方へ連続しているものと思われる。

ドゥスディアナ地区 Birrimien累層群は、NNE-SSW走向で急傾斜した同斜構造を示す。詳細な構造は不明であるが、本地区西部では、類似の岩相が反復しているのが観察され、翼間の狭い等斜褶曲又は覆瓦構造が推定される。

ケレヤ地区 Birrimien累層群は、露出が極めて限定されているため、地質構造の詳細は不明である。転石の分布からNW方向の急傾斜の同斜構造が推定される。

1.3 考 察

(1) Birrimien累層群の層序

Cahen (1984) は、マリ南西部に分布するBirrimien累層群を下部Birrimien累層群と上部Birrimien累層群に区分した。前者は主に玄武岩質又は安山岩質の火山岩と火山砕屑岩からなり、後者は主に砕屑性堆積岩源の低度変成岩からなる。

本調査地域のBirrimien累層群は、岩相から上部Birrimien累層群に対比され、下部Birrimien累層群とされた火山岩類が卓越する岩相は分布しない。

また、周辺地域の既往調査によれば、泥質岩が上部に、砂質岩が下部に分布する傾向が知られている。本地域のBirrimien累層群は原岩の堆積構造に乏しく、地層の上下関係は確認されていないが、大局的な地質分布は、南東から北西にかけて帯状に配列し、3ゾーンに分けられる。それらは、ドゥスディアナ地区東部に分布し、アレナイト、グレイワッケなどの砂質岩が卓越するゾーン、ドゥスディアナ地区西部及びケレヤ地区に分布し、玄武岩質火山岩や変はんれい岩を伴い黒雲母片岩が卓越するゾーン、セレンゲ地区西部に分布し、雲母片岩、千枚岩、頁岩などの低変成度の泥質岩が卓越するゾーンである。したがって、主に砂質岩が分布するドゥスディアナ地区東部から、主に泥質岩が分布するセレンゲ地区西部にかけて、より上位の地層が露出しているものと推定される。

(2) Birrimien累層群と花崗岩類の関係

Birrimien累層群と花崗岩類が接する露頭は、セレンゲ地区とドゥスディアナ地区で各1箇所ずつ確認され、いずれも極めて明瞭な貫入関係にある。ドゥスディアナ地区では、花崗岩の周囲のBirrimien累層群は接触変成を受けている。セレンゲ地区では、花崗岩の周縁部にアプライトが発達しBirrimien累層群を多量に捕獲している。これらの証拠から、花崗岩類は、Birrimien累層群とその構造の形成後に貫入した大規模なバソリスであることに疑いようがない。また、花崗岩分布域にも、ルーフペンダントとして強くホルンフェルス化したBirrimien累層群の岩石が散在することから、バソリスの上面は比較的浅いものと考えられ、現在のBirrimien累層群分布域でも、地下浅所に花崗岩バソリスが潜在している可能性が大きい。

(3) 花崗岩類の貫入時期

本調査地域には、原生代前期(25-18億年頃)のBirrimien累層群と花崗岩類が分布している。この原生代前期はエブルニア造山期にあたる。エブルニア造山期には、更に小さい短い造山期(変形運動の時期)が3時期あったとされている(Jean-Pierre Miliesiほか, 1989)。

今回、岩相別に行ったRb-Sr年代測定の結果は、24億年頃、22億年頃、19億年頃であった。この3つの年代は3つの短い造山期に対応するものかも知れない。

第2章 鈹 徴

2.1 鈹徴地

ブグニ地域の地表は、その99%がラテライト性風化土壌で覆われている。そのため基盤岩中の鈹化帯を地表で直接観察できる可能性は極めて低い。また、基盤岩中に変質帯や鈹染帯があっても、風化作用によってそれらの痕跡は消失しているものと推定される。

本年次の調査で見いだされた鈹徴地は、砂金採掘地、石英脈露頭及び石英転石帯である。近年、西アフリカで発見された金鈹床は、現地人による砂金採掘地の直下又は近傍に位置していることが多いことから、本年次の調査では砂金採掘地の情報収集に特に配慮した。また、石英転石中には風化による溶脱を免れた含金硫化物又は自然金が残留している可能性があるため、石英転石はできるだけ採集し、金銀化学分析と反射顕微鏡観察を行った。

(1) 砂金採取地

現時点で明らかになっている砂金採掘地は15箇所、ドゥスディアナ地区の1箇所のほかはすべてセレンゲ地区に分布する(図9・10)。いずれも砂金の採掘は原住民によるもので、組織だった探鈹は行われておらず、採掘の歴史、産金量などの詳細は不明である。

セレンゲ地区の鈹徴地をまとめて表8に示し、代表的なものについて以下に記す。

表8 鈹徴地一覧表(セレンゲ地区)

鈹徴地番号	位 置	鈹化状況	規 模	現 況	歴 史・実 績	鈹石鈹物
S-1	Neneko 南東1km	砂 金	200m×200m ピット群	水没 ・休止	不明	
S-2	Damanbougou 北西0.2km	砂 金	20m×40m ピット群	水没 ・休止	50年前～現在	
S-3	Kamanekelo 東1km	砂 金	300m×300m ピット群	不明 ・休止	不明	
S-4	Kamanekelo 北東3.5km	砂 金	200m×300m	採掘中	最高50～70g/週 5年前20g/週	
S-5	Sidobougou 南西3km	砂 金	ピット 露天掘り	試掘段階	不明	黄鉄鈹
S-6	Lena 北西3.5km	砂 金	300m×300m ピット群	不明	不明	針鉄鈹, 磁鉄鈹 硫砒鉄鈹, 黄鉄鈹
S-7	Lena 北西4.5km	砂 金	ピット	再開開始	過去最高 500g/2ピット	
S-8	Dalabala 南3.0km	砂 金	ピット	放棄	産金を認めず	針鉄鈹, 磁鉄鈹 黄鉄鈹
S-9	Neneko 北方3km	砂 金	ピット	水没 ・放棄	不明	
S-10	Sidobougou 北西4km	砂 金	10m×20m ピット群	放棄	不明	
S-11	Sidobougou 北4km	砂 金	ピット	放棄	不明	
S-12	Sidobougou 東1km	砂 金	ピット群	放棄	不明	
S-13	Sidobougou 南東2km	砂 金	200m×300m ピット群	休止	不明	
S-14	Diarakoroni 南西0.2km	砂 金	30m×50m ピット群	休止	4年前採掘 最高100-150g/day	

鉱徴地 S-2 Damanbougouの北西0.2Kmに位置する。

西方から伸びる小さな谷の河床部に、約20m×40mの範囲でピットが数箇所掘られている。ピットの深さは5m以上であり、現在は水没している。ピットから掘り出された約0.01立方メートルの黄褐色土をパンニングした結果、63.5mg (6.35g/立方メートルに相当)の砂金を得た。この谷は上流約1kmに先端があり、ラテライト台地を深く侵食している。谷頭付近のラテライト中に含まれる岩片からみて、基盤の地質は珪質凝灰岩であると思われる。激しく崩壊している侵食崖の比高は約15mあり、崖面にはラテライトの断面が露出している。侵食の深さはサブプロライト層に及んでいる。このような深い侵食谷はこの周辺では特異である。石英転石の分析結果はAu 7 ppbであった。

鉱徴地 S-4 Kamanekeloの北東3.5kmに位置する。

約200m×300mの範囲で、原住民十数名による砂金の採掘が行われている。ここでは、ピットから採掘された土砂のパンニングを行った。その結果、径約35cmのパンによる1回のパンニングで極少量(砂金量1-2粒、径0.1mm以下)の金が認められた。なお、本鉱徴地では、過去最高50-70g/week・2-3人の産金があり、5年前には、20g/week・2-3人の金を得たとのことである。石英転石の分析結果は低品位であった。

鉱徴地 S-5 Sidobougouの南西3kmに位置する。ラテライト台地から河床部にわたって、深さ10m+から5m+のピットが南北方向に1-2m間隔で掘られている。ピット周辺には掘り出された黄色土と石英塊が散在している。台地部分では比高約10mの侵食崖にラテライトの断面が露出している。上部は厚さ2-3mのクラスト層、中部は赤色プリンサイト層、下部は白色～青灰色のサブプロライト層で構成されている。ここでは現地人が砂金の採掘を開始したばかりであり、調査当時はサブプロライト層を掘削していた。砂金胚胎層はサブプロライト層の下部に位置するらしい。サブプロライト層のX線回折試験結果による変質鉱物は、カオリナイトであった。石英転石の分析結果は低品位であった。また、石英転石の流体包有物の均質化温度は140-190℃である。

鉱徴地 S-6 Lenaの北西3.5kmに位置する。

約300m×300mの範囲に深さ5-15mのピットが東西方向に3m間隔で並ぶ。ピットから掘り出された石英転石の研磨片観察によれば、鉱石鉱物は針鉄鉱、磁鉄鉱、硫砒鉄鉱及び黄鉄鉱である。石英転石の分析結果は低品位であった。また、石英転石の流体包有物の均質化温度は200-230℃である。

鉱徴地 S-8 Dalabalaの南3kmに位置する。

30-40年前の砂金の採掘跡があるが、産金は認められなかったとのこと、現在は放置されている。地表で少量の石英転石が認められた。この石英転石の研磨片観察によれば、鉱石鉱物は針鉄鉱、磁鉄鉱及び黄鉄鉱である。石英転石の分析結果は低品位であった。また、石英転石の流体包有物の均質化温度は160-190℃である。

鉱徴地 S-14 Diarakoroniの南西0.2kmに位置する。

採掘地はラテライト台地と河川の間の段丘平坦部にある。広さ約30m×50mの範囲に深さ約10m

のピットが15個×5列掘られている。ピット列の方向は正確に南北をさしている。ここでは4年前に全ピット合計で100-150g/日の産金があった。現在は砂金胚胎層を突き抜けてしまったらしく、ここ2年間は金の産出をみていない。砂金胚胎層は砂礫層であるという。ピットの周囲には掘り出された多量の亜角礫が散在している。礫種は多様な石英を主体とし、Birrimien累層群起源の泥質片岩と緑色片岩を伴う。この石英礫の研磨片観察によれば、鉱石鉱物は黄鉄鉱、磁硫鉄鉱及び針鉄鉱である。石英礫の分析結果はAu 3 ppbであった。

(2) 石英脈露頭

小規模な石英脈がセレンゲ地区に2箇所、ドゥスディアナ地区に5箇所存在する。このうち金分析値を得たセレンゲ地区の1箇所について記述する。

鉱徴地 0-1 Diarakoroni北西4kmに位置し、標高約420mの山上に露出する。石英脈は幅30cmの白色半透明石英からなる。脈は走向N36°Eで、傾斜70°Wである。脈の延長は約30m確認できた。上盤は泥質片岩で、脈沿いの約20cmは破碎されている。下盤は網状石英の発達する赤色酸化物からなる。白色石英細脈の金分析値は89ppbであり、地表で採取された石英では最も高い値を示した。

(3) 石英転石帯

セレンゲ地区では、Neneko周辺、Sidobougou周辺及びDialakoroni周辺に石英転石が集中して分布する。

Neneko周辺 白色半透明石英と煙状石英 (smoky quartz) の2種類がある。煙状石英の分析結果は最高Au 3 ppbであった(表9)。この煙状石英の研磨片観察によれば、鉱石鉱物は黄鉄鉱、磁硫鉄鉱及び閃亜鉛鉱である。サプロライト層のX線回折試験結果による変質鉱物の組合せは、石英-カオリナイト-ギブサイト-赤鉄鉱であった。

Sidobougou周辺 白色半透明石英と煙状石英があり、Fe-Mg酸化物フィルムを伴うものがある。2試料の金分析値は最高5ppbであった(表9)。

Dialakoroni周辺 砂金採取地周辺に石英転石帯が分布する。白色半透明石英、煙状石英、白雲母-石英、電気石-石英など多様である。

表9 鉱石分析結果(セレンゲ地区)

	試料番号	Au (ppb)	Ag (ppm)
Neneko周辺	B-333	3	<0.2
	D-165	<1	<0.2
	D-182	<1	<0.2
	D-186	<1	<0.2
Sidobougou周辺	B-426	5	<0.2
	F-198	2	<0.2

ケレヤ地区では、地区北部に石英の転石が散在し、4箇所集中した分布が認められた。また、

Koba川沿いにも石英転石が散在し、金分析値25ppbを示す1試料が認められたが、そのほかは低品位であった(表10)。石英の大部分は白色半透明で無構造のものであるが、一部にはFe-Mn酸化物の黒色フィルムを伴うものがある。

表10 鉍石分析結果(ケレヤ地区)

試料番号	Au (ppb)	Ag (ppm)	試料番号	Au (ppb)	Ag (ppm)
B- 46	3	<0.2	B-130	1	<0.2
B- 52	<1	<0.2	B-132	1	<0.2
B- 58	2	<0.2	B-184	<1	<0.2
B- 62	25	<0.2	C-129	<1	<0.2
B- 69	2	<0.2	C-140	<1	<0.2
B- 71	<1	<0.2	D- 48	<1	<0.2
B- 80	<1	<0.2	D- 63	<1	<0.2
B-103	<1	<0.2	F-113	<1	<0.2
B-127	<1	<0.2			

ドゥスディアナ地区では、石英の転石は分散しており、大きな転石帯は見られない。7試料の分析結果では、酸化残留物を含む1試料でAu15ppbを得た(表11)。

表11 鉍石分析結果(ドゥスディアナ地区)

試料番号	Au (ppb)	Ag (ppm)
C- 484	<1	<0.2
C- 870	15	<0.2
F-1023	2	<0.2
H- 623	5	<0.2
H- 830	<1	<0.2
H-1445	2	<0.2
K- 1	<1	<0.2

(4) 流体包有物の均質化温度

セレンゲ地区(3試料)及びドゥスディアナ地区(2試料)から石英の転石を採取し、均質化温度測定を行った。流体包有物のトラップされた深度が不明のため、この均質化温度には圧力補正が加えられていないので、実際に流体包有物がトラップされた温度は、推定された均質化温度よりも若干高いものと考えられる。

各試料の概要は次のとおりである。

F-2 一次包有物の均質化温度は、266-319°C(平均284°C)である。

気液2相の量比のバラツキは少なく、均質化温度も280-290°Cの範囲にシャープなピークを有するユニモーダル分布を示す。平均均質化温度及び流体包有物を含む結晶毎の均質化温度の傾向から判断して、一次流体包有物の均質化温度は285°C前後と推定される(表12・図17)。

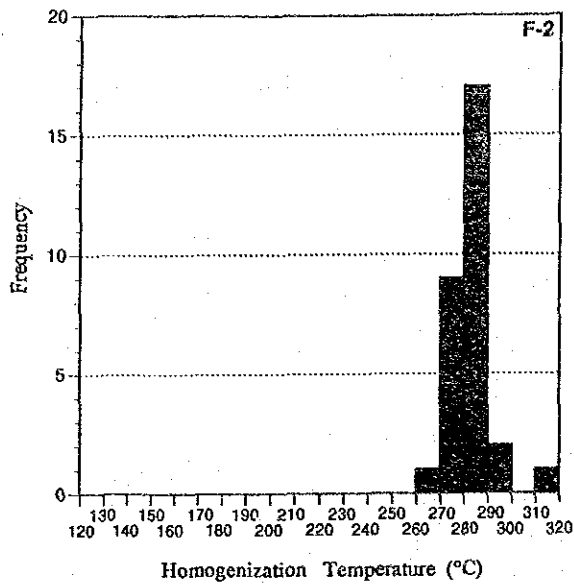
F-17 一次包有物の均質化温度は、165-195℃（平均182℃）である。

気液2相の量比のバラツキは少なく、流体包有物が密集している部分が多い。均質化温度も180-190℃の範囲にシャープなピークを有するユニモーダル分布を示す。平均均質化温度及び流体包有物を含む結晶毎の均質化温度の傾向から判断して、一次流体包有物の均質化温度は185℃前後と推定される（表12・図17）。

表12 均質化温度測定結果（ドゥスディアナ地区）

粒番号	鉱物種	温度	大きさ	位置	産状	備考	粒番号	鉱物種	温度	大きさ	位置	産状	備考
Sample: F-2													
1	Qu	277	5×5	I	P	—	7	Qu	275	5×10	I	P	—
1	Qu	285	3×5	I	P	—	7	Qu	288	5×5	I	P	—
2	Qu	280	3×3	I	P	—	7	Qu	290	5×5	I	P	—
2	Qu	286	5×5	I	P	—	8	Qu	266	3×3	I	P	—
2	Qu	288	5×5	I	P	—	8	Qu	289	3×3	I	P	—
3	Qu	275	10×10	I	P	—	9	Qu	282	3×5	I	P	—
3	Qu	279	5×10	I	P	—	9	Qu	286	3×10	I	P	—
3	Qu	280	5×5	I	P	—	9	Qu	286	3×5	I	P	—
4	Qu	286	3×3	I	P	—	9	Qu	293	3×3	I	P	—
4	Qu	319	3×3	I	P	—	10	Qu	285	3×3	I	P	—
5	Qu	285	5×10	I	P	—	10	Qu	288	3×3	I	P	—
6	Qu	280	5×5	I	P	—	11	Qu	280	10×10	I	P	—
6	Qu	286	5×10	I	P	—	11	Qu	285	5×10	I	P	—
6	Qu	286	10×10	I	P	—	11	Qu	278	5×5	I	P	—
6	Qu	291	5×5	I	P	—	11	Qu	285	5×5	I	P	—
Sample: F-17													
1	Qu	165	3×3	I	P	—	5	Qu	180	10×10	I	P	—
1	Qu	179	3×5	I	P	—	5	Qu	184	5×10	I	P	—
1	Qu	180	5×5	I	P	—	5	Qu	185	5×10	I	P	—
1	Qu	185	5×5	I	P	—	6	Qu	175	3×3	I	P	—
2	Qu	181	5×10	I	P	—	6	Qu	181	3×3	I	P	—
2	Qu	184	5×5	I	P	—	6	Qu	184	3×5	I	P	—
2	Qu	184	3×3	I	P	—	6	Qu	186	3×10	I	P	—
3	Qu	180	3×3	I	P	—	7	Qu	183	5×5	I	P	—
3	Qu	182	5×5	I	P	—	7	Qu	195	5×5	I	P	—
3	Qu	188	5×10	I	P	—	8	Qu	180	5×10	I	P	—
3	Qu	188	3×5	I	P	—	8	Qu	180	5×5	I	P	—
4	Qu	172	3×3	I	P	—	8	Qu	185	3×3	I	P	—
4	Qu	178	3×3	I	P	—	8	Qu	187	3×3	I	P	—
4	Qu	183	3×3	I	P	—	9	Qu	183	10×10	I	P	—
4	Qu	186	3×3	I	P	—	9	Qu	186	5×10	I	P	—

鉱物種 (Qu: quartz) 大きさ (長さ μm × 幅 μm)
位置 (I: inner or older) 産状 (P: primary S: secondary)



同一粒子内でも、気液2相の量比のバラツキが大きく、ダブルピークを示す(表13・図17)。

G-7 一次包有物の均質化温度は167-181°C(平均174°C)で、二次包有物の均質化温度は135-154°C(平均144°C)である。

流体包有物が比較的少ない。二次包有物が多く、低温を示す。平均均質化温度及び流体包有物を含む結晶毎の均質化温度の傾向から判断して、一次流体包有物の均質化温度は、176°C前後と推定される(表13・図17)。

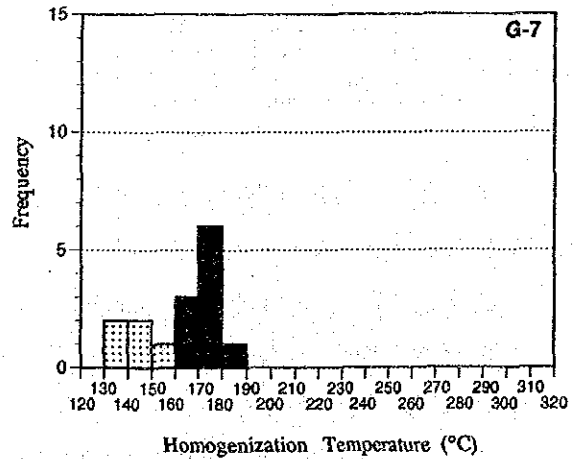
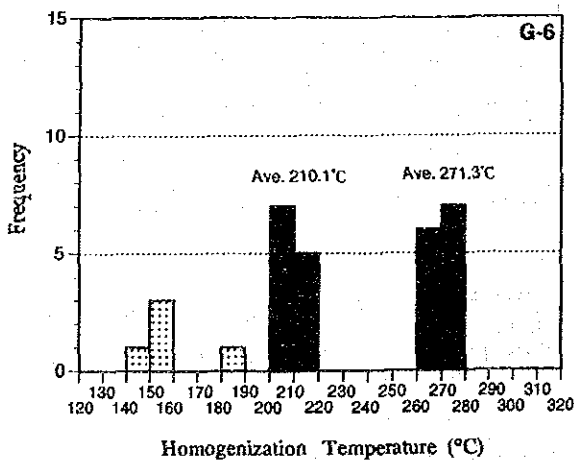
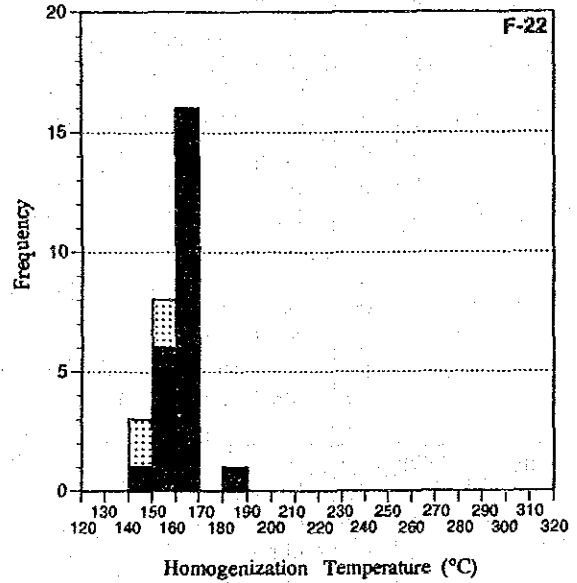
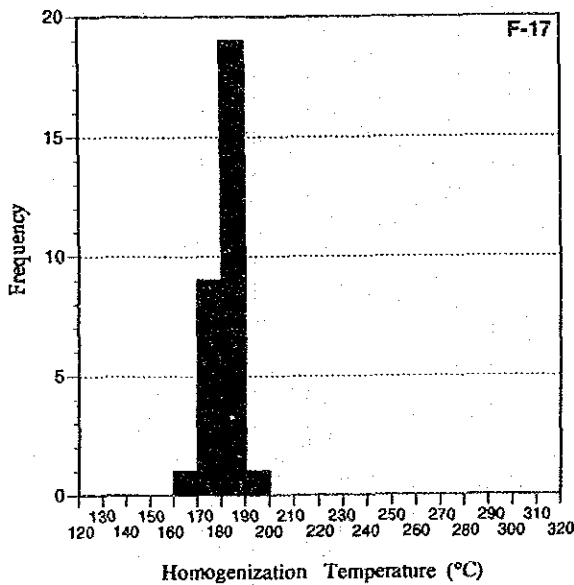
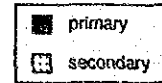


図17 均質化温度のヒストグラム

2.2 考 察

本年度の調査の結果、多数の砂金採掘地が確認された。砂金胚胎層準は地表下10-15mに位置し、その連続性は不明であるが、層厚は2m以下と推定される。砂金採掘地の地質状況と現地関係者の説明を総合すると、ブゲニ地域の砂金胚胎層は谷埋堆積物の基底礫岩層 (Type A)、サプロライト層 (Type B) 及び段丘礫層 (Type C) に分けられる (図18)。

Type A ラテライト台地を切り込む谷に位置する。砂金胚胎層は谷埋堆積物の基底にある礫層又は礫質土壌である。谷埋堆積物はラテライト土壌が開析を受けて再び堆積したもので、構成物がシルト分に富むことから、サプロライト層まで深く侵食しているものと考えられる。近傍の鉱化帯から解放された金が、その源の上又は直下の斜面に集まったものと思われ、原地砂鉱である。

Type B ラテライト台地上に位置する。硬いクラスト層が剥ぎとられた平坦な所で、深いピットを掘削し、サプロライト層を採掘している。掘り出されたズリには風化した基盤岩の破片が多く含まれることから、砂金の源の上に直接集積したもので、下方は風化した鉱化帯へ漸移するものと思われる。基盤まで採掘の対象となる残留砂鉱である。

Type C 大きな河川に沿う段丘上に位置する。堆積物の上部はシルト質土壌で、下部は礫層である。砂金胚胎層は礫層である。礫は円磨したものが多くことから、遠距離を運搬された堆積物であると思われる。

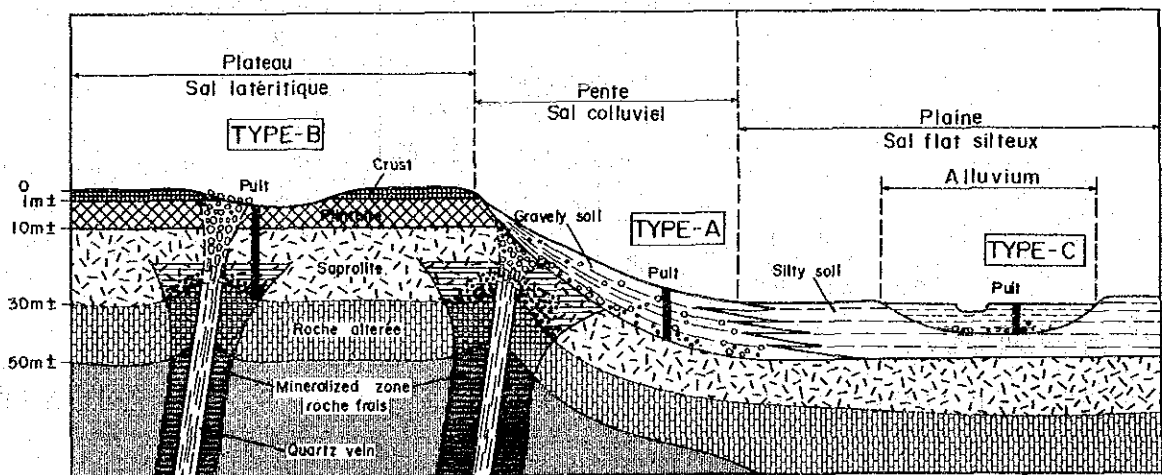


図 18 砂金鉱床の模式図

これらのうち、谷埋堆積物の基底礫岩層とサプロライト層は、重複することがある。したがって、本地域の砂金胚胎層は、含金サプロライト層と含金礫層である。