

1941

新編 日本書紀

卷之六

新編

JICA LIBRARY
J1164467[1]

新編

新編 日本書紀

519
66.1
MPN

519
66.1
MPN

マリ共和国 バオレ・バニフィング地域
資源開発協力基礎調査 報告書

第 1 年 次

平成 13 年 3 月

国 際 協 力 事 業 団
金 属 鉍 業 事 業 団



1164467[1]

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バオレ・バニフィング地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、物理探査、ボーリング調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12年度を第1年次とする第1年次に当たり、金属鉱業事業団は6名の調査団を編成して平成12年11月11日から平成13年2月24日まで現地に派遣した。

現地調査はマリ共和国政府機関及びマリ共和国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機関、並びに外務省、経済産業省、在セネガル共和国日本国大使館及び関係各機関の方々に心より感謝の意を表すものである。

平成13年3月

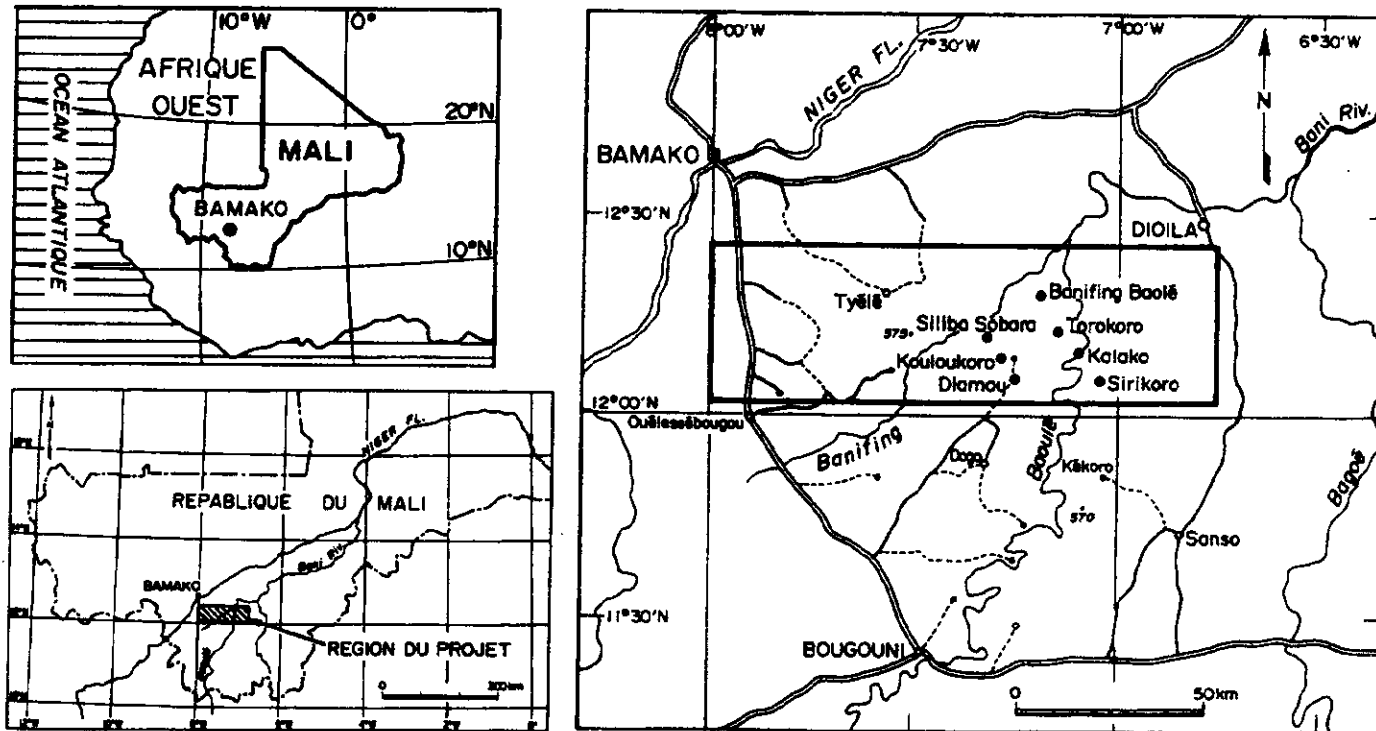
国際協力事業団

総 裁 齊 藤 邦 彦

金属鉱業事業団

理事長 田 代 直 弘

CADRE GEOGRAPHIQUE



Location Map of Survey Area

要 約

本報告書はマリ共和国バオレ・バニフィング地域における資源開発協力基礎調査の第1年次の結果をまとめたものである。

現地調査は平成12年11月11日から平成13年2月24日までの期間に、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1年次調査として、既調査により有望地区として抽出された Diamou, Kouloukoro, Siriba Sobala, Torokoro, Kalako, Sirikoro 及び Banifing Baoulé の7地区を対象に空中写真判読、地質調査、地化学探査、ピット調査及びボーリング調査と併せて地域全域を対象として空中磁気・放射能探査を実施した。

本地域はマリ共和国南部にあたり、この地域近傍に多くの金鉱床が賦存する。金鉱床は Birrimien 累層群及びそれらを貫く火成岩中に発達した断層帯などに規制されて胚胎していると考えられている。したがって本調査でも断裂と鉱化帯の関係を解明することに主眼を置いて各種の調査を実施した。本年度調査の結果以下の結論が得られた。

(1)広域調査地域：上述の7地区を包含する地域を対象に空中磁気・放射能探査結果から抽出した線構造、貫入岩体の分布並びに地化学異常との関連を検討し、NW-SE～WNW-ESE系断裂が地域の鉱床生成の場を大きく規制してしているものと推定した。

(2)Diamou 地区：地化学調査により延長4.5km幅1kmでNW-SE方向に伸張する大規模な地化学異常を抽出した。引き続いて実施したピット調査(140孔, 563m)及びRCボーリング(60m x 30孔)の結果、地化学異常帯内にNW-SE方向に伸張する約200m幅の鉱化帯賦存有望ゾーンを抽出した。さらにこの有望ゾーンをターゲットとしてコアボーリング(150m x 5孔)を行い、鉱化帯内の富鉱部を確認した。ボーリング調査により確認された鉱化作用は金-硫砒鉄鉱型と金-黄鉄鉱型が識別され、随伴硫化鉱物や変質鉱物の組み合わせも両者で異なっていることが判明した。前者では5.4g/t Au(1m区間), 1.1g/t Au(2m区間)の品位を確認し、後者のタイプからは1.7g/t Au(8m区間平均, 1m区間最高品位は5.1g/t Au)及び0.92g/t Au(13m区間平均, 1m区間最高品位は5.1g/t Au)などの品位が得られた。この地区のこれら金鉱化作用の成因としてWNW-ESE系断層の横ずれ運動が鉱化作用の場を規制したと推測した。

この地区の2年次調査としては今までに抽出された鉱化帯の規模や品位をさらに詳細に検討するとともに、WNW-ESE系断層沿いの鉱化作用の広がりについても確認する必要があるため、トレンチ、ピット調査及びボーリング調査およびの実施を提案する。

(3)Kouloukoro, Siriba Sobala, Torokoro, Kalako, Sirikoro 及び Banifing Baoulé 地区：これらの地区では地質精査と地化学探査を実施した。

Sirikoro, Kalako において、空中磁気探査から抽出された線構造上にまとまった地化学異常が抽出された。これらの地区では地化学異常に重複する放射能探査によるカリウム高濃度域も抽出され、鉱化の賦存を反映している可能性が高いと判断される。Kouloukoro, Siriba

Sobala 及び Torokoro 地区においても小規模ながら線構造付近に地化学異常が抽出された。

2年次調査では線構造と地化学異常の関係が特に明瞭である Sirikoro と Kalako 地区を最優先して鉍化帯の存在を確認するためにピット、トレンチ調査及びボーリング調査の実施を提案する。

目 次

はしがき
要 約

第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要	1
1-1 調査目的	1
1-2 調査地域	1
1-3 調査内容	1
1-4 現地調査期間	2
1-5 調査団の編成	3
第 2 章 地 勢	4
2-1 位置・交通	4
2-2 気候・植生	4
2-3 地 形	4
2-4 ラテライトの産状	6
第 3 章 バオレ・バニフィング地域の地質の概要	8
3-1 調査地域周辺の広域地質	8
3-2 調査地域の地質	8
3-3 鉱徴地	8
第 4 章 調査地域の探鉱経緯	18
4-1 探査経緯	18
4-2 平成 9 年度～平成 11 年度の調査結果の概要	18

第Ⅱ部 各 論

第1章 空中写真解析	21
1-1 Diamou 地区	26
1-2 Kouloukoro 地区	26
1-3 Siriba Sobala 地区	26
1-4 Torokoro 地区	27
1-5 Kalako 地区	27
1-6 Sirikoro 地区	27
第2章 物理探査	28
2-1 調査概要	28
2-2 調査結果	53
2-3 広域地質構造と磁気・放射能異常	54
第3章 Diamou 地区	76
3-1 地質・グランドトランス	76
3-2 地化学探査結果	84
3-3 ピット調査結果	99
3-4 リバースサーキュレーションボーリング調査	113
3-5 ダイヤモンドボーリング調査	123
3-6 ボーリング調査のまとめ	134
3-7 総合検討	138
第4章 Kouloukoro 地区	147
4-1 地質・グランドトランス	147
4-2 地化学探査結果	151
4-3 調査結果のまとめ	160
第5章 Siriba Sobala 地区	165
5-1 地質・グランドトランス	165
5-2 地化学探査結果	165
5-3 調査結果のまとめ	176
第6章 Torokoro 地区	183

6-1	地質・グラントルース	183
6-2	地化学探査結果	183
6-3	調査結果のまとめ	194
第7章	Kalako 地区	199
7-1	地質・グラントルース	199
7-2	地化学探査結果	199
7-3	調査結果のまとめ	211
第8章	Sirikoro 地区	217
8-1	地質・グラントルース	217
8-2	地化学探査結果	217
8-3	調査結果のまとめ	229
第9章	Banifing Baolé 地区	235
9-1	地質・グラントルース	235
9-2	地化学探査結果	235
9-3	まとめ	235

第Ⅲ部 結論と提言

第1章	結 論	239
第2章	第2年次調査への提言	242
参考文献		244
巻末資料		

本文内挿入図

- Fig. I -1-1 調査地域位置図
- Fig. I -2-1 マリの気候・植生図
- Fig. I -2-2 ラテライトの産状
- Fig. I -3-1 地質模式層序図
- Fig. I -3-2 調査地域の地質図
- Fig. I -3-3 マリ国南部の鉱床
- Fig. I -4-1 探鉱経緯説明図
- Fig. II -1-1 写真地質解析範囲位置図
- Fig. II -1-2 地質構造解析図
- Fig. II -2-1 飛行測線図（全域）
- Fig. II -2-2 岩石・鉱物の帯磁率
- Fig. II -2-3 地磁気の模式図と3成分
- Fig. II -2-4 世界の地磁気3成分
- Fig. II -2-5 磁氣的緯度による全磁力磁気異常の違い
- Fig. II -2-6 磁極と赤道における磁気異常の違い
- Fig. II -2-7 低緯度の各種地質構造による磁気異常
- Fig. II -2-8 全磁力図・カラーコンター（全域）
- Fig. II -2-9 全磁力陰影図（全域）
- Fig. II -2-10 全磁力 I G R F 残差図（全域）
- Fig. II -2-11 フィルター効果模式図
- Fig. II -2-12 極磁気変換図・カラーコンター（全域）
- Fig. II -2-13 極磁気変換陰影図（全域）
- Fig. II -2-14 アナリティカルシグナル図又は赤道磁気変換図（全域）
- Fig. II -2-15 鉛直一次微分図・白黒イメージ（全域）
- Fig. II -2-16 線スペクトル・ウィンドー
- Fig. II -2-17 放射能トータル計数図・カラーコンター（全域）
- Fig. II -2-18 K 計数図・カラーコンター（全域）

- Fig. II -2-19 U 計数図・カラーコンター (全域)
- Fig. II -2-20 Th 計数図・カラーコンター (全域)
- Fig. II -2-21 放射能三成分図・カラーイメージ (全域)
- Fig. II -2-22 全磁力 I G R F 残差図 (有望地域)
- Fig. II -2-23 鉛直一次微分図・白黒イメージ (有望地域)
- Fig. II -2-24 K 計数図・カラーコンター (有望地域)
- Fig. II -2-25 U 計数図・カラーコンター (有望地域)
- Fig. II -2-26 総合解析図
- Fig. II -3-1 Diamou 地区地質概略図及び同断面図
- Fig. II -3-2 中央鉍化帯地質図及び同断面図
- Fig. II -3-3 中央鉍化帯鉍徴地
- Fig. II -3-4 地化学探査試料採取位置及び鉍徴地位置図
- Fig. II -3-5 分析方法
- Fig. II -3-6 Diamou 地区 Au 地化学異常図
- Fig. II -3-7 Diamou 地区多変量解析図
- Fig. II -3-8 Diamou 地区ピット調査位置図
- Fig. II -3-9 ピットにおける Au 濃集模式柱状図
- Fig. II -3-10 シュミットネット及びローズダイアグラム (中央鉍化帯)
- Fig. II -3-11 中央鉍化帯ピット調査結果図
- Fig. II -3-12 Diamou 西部地区ピット調査結果図
- Fig. II -3-13 Diamou 地区 RC ボーリング調査位置図
- Fig. II -3-14 RC ボーリング調査結果図 (断面図)
- Fig. II -3-15 Au-As 相関図
- Fig. II -3-16 Diamou 地区 DD ボーリング調査位置図
- Fig. II -3-17 Diamou 地区ボーリング地質断面図
- Fig. II -3-18 Diamou 地区総合解析図
- Fig. II -3-19 Diamou 地区 K 計数図・カラーコンター
- Fig. II -3-20 中央鉍化帯総合解析図
- Fig. II -4-1 Kouloukoro 地区地質概略図及び同断面図
- Fig. II -4-2 Kouloukoro 地区 Au 地化学異常図

- Fig. II -4-3 Kouloukoro 地区多変量解析図
- Fig. II -4-4 Kouloukoro 地区総合解析図
- Fig. II -4-5 Kouloukoro 地区 K 計数図・カラーコンター
- Fig. II -5-1 Siriba Sobala 地区地質概略図及び同断面図
- Fig. II -5-2 Siriba Sobala 地区 Au 地化学異常図
- Fig. II -5-3 Siriba Sobala 地区多変量解析図
- Fig. II -5-4 Siriba Sobala 地区総合解析図
- Fig. II -5-5 Siriba Sobala 地区 K 計数図・カラーコンター
- Fig. II -6-1 Torokoro 地区地質概略図及び同断面図
- Fig. II -6-2 Torokoro 地区 Au 地化学異常図
- Fig. II -6-3 Torokoro 地区多変量解析図
- Fig. II -6-4 Torokoro 地区総合解析図
- Fig. II -6-5 Torokoro 地区 K 計数図・カラーコンター
- Fig. II -7-1 Kalako 地区地質概略図及び同断面図
- Fig. II -7-2 Kalako 地区 Au 地化学異常図
- Fig. II -7-3 Kalako 地区多変量解析図
- Fig. II -7-4 Kalako 地区総合解析図
- Fig. II -7-5 Kalako 地区 K 計数図・カラーコンター
- Fig. II -8-1 Sirikoro 地区地質概略図及び同断面図
- Fig. II -8-2 Sirikoro 地区 Au 地化学異常図
- Fig. II -8-3 Sirikoro 地区多変量解析図
- Fig. II -8-4 Sirikoro 地区総合解析図
- Fig. II -8-5 Sirikoro 地区 K 計数図・カラーコンター
- Fig. II -9-1 Banifing Baolé 地区地質図及び Au 地化学異常図

本文内挿入表

Table I -1-1	調査内容及び調査量一覧表
Table I -1-2	室内試験数量一覧表
Table I -1-3	調査団員名簿
Table I -2-1	首都バマコの気象
Table I -3-1	マリ国南部の金鉱床
Table I -4-1	1998～2000年の調査結果概要
Table II -1-1	空中写真判読基準
Table II -2-1	調査範囲の頂点座標
Table II -2-2	データ記録間隔
Table II -2-3	使用機器一覧
Table II -3-1	基本統計量及び検出限界値一覧表(Diamou 地区)
Table II -3-2	Au 単一変量解析結果(Diamou 地区)
Table II -3-3	多変量解析解析結果(Diamou 地区)
Table II -3-4	多変量解析解析結果(地層別)
Table II -3-5	基本統計量一覧表 (ピット)
Table II -3-6	RC ボーリング掘削位置一覧表
Table II -3-7	基本統計量及び検出限界値一覧表(RC ボーリング)
Table II -3-8	Au 単一変量解析結果(RC ボーリング)
Table II -3-9	RC ボーリングにおける Au 濃集部一覧表
Table II -3-10	DDH ボーリング掘削位置一覧表
Table II -4-1	基本統計量及び検出限界値一覧表(Kouloukoro 地区)
Table II -4-2	Au 単一変量解析結果(Kouloukoro 地区)
Table II -4-3	多変量解析解析結果(Kouloukoro 地区)
Table II -5-1	基本統計量及び検出限界値一覧表(Siriba Sobala 地区)
Table II -5-2	Au 単一変量解析結果(Siriba Sobala 地区)
Table II -5-3	多変量解析解析結果(Siriba Sobala 地区)
Table II -6-1	基本統計量及び検出限界値一覧表(Torokoro 地区)

Table II -6-2	Au 単一変量解析結果(Torokoro 地区)
Table II -6-3	多変量解析解析結果(Torokoro 地区)
Table II -7-1	基本統計量及び検出限界値一覧表(Kalako 地区)
Table II -7-2	Au 単一変量解析結果(Kalako 地区)
Table II -7-3	多変量解析解析結果(Kalako 地区)
Table II -8-1	基本統計量及び検出限界値一覧表(Sirikoro 地区)
Table II -8-2	Au 単一変量解析結果(Sirikoro 地区)
Table II -8-3	多変量解析解析結果(Sirikoro 地区)
Table II -9-1	基本統計量及び検出限界値一覧表(Banifing Baolé 地区)
Table III -1-1	調査結果総括表

巻末資料

Ap.1	試料採取位置図
Ap.2	ピット柱状図
Ap.3	Au 濃集プロファイル (ピット)
Ap.4	RC 柱状図
Ap.5	Au 濃集プロファイル (RC)
Ap.6	DD 柱状図
Ap.7	Au, As 濃集プロファイル (DD)
Ap.8	RC ボーリング掘削実績表及び工程表
Ap.9	RC ボーリング使用機器, 消耗品及び数量一覧表
Ap.10	DD ボーリング掘削実績表及び工程表
Ap.11	DD ボーリング使用機器, 消耗品及び数量一覧表
Ap.12	検鏡結果一覧表 (岩石薄片, 研磨薄片)
Ap.13	化学分析結果一覧表
Ap.14	粉末 X 線回折試験結果一覧表
Ap.15	流体包有物試験結果
Ap.16	Au 累積頻度分布図

別添図

- Ct.1 Diamou 地区地質構造解析図，地質及び地質断面概略図
- Ct.2 Diamou 地区地質踏査図
- Ct.3 Diamou 西部地区地質踏査図
- Ct.4 Kouloukoro 地区地質構造解析図，地質及び地質断面概略図
- Ct.5 Siriba Sobara 地区地質構造解析図，地質及び地質断面概略図
- Ct.6 Torokoro 地区地質構造解析図，地質及び地質断面概略図
- Ct.7 Kalako 地区地質構造解析図，地質及び地質断面概略図
- Ct.8 Sirikoro 地区地質構造解析図，地質及び地質断面概略図

第I部 総論

第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要

1-1 調査目的

本調査はマリ共和国バオレ・バニフィング地域において地質状況及び鉱床賦存状況を解明することにより、新鉱床を発見することを目的とする。さらに調査期間中、相手国機関に対し、技術移転を図ることを目的とする。

1-2 調査地域

調査位置図を Fig.I-1-1 に示す。バオレ・バニフィング地域は首都 Bamako の南東約 50～100km の Baoulé 川と Banifing 川の流域に位置する。第 1 年次調査では、「平成 9 年度資源開発協力基礎調査 ケコロ・バオレ・バニフィング地域」によって抽出された 7 鉱床賦存有望地区 (Diamou 地区, Kouloukoro 地区, Siliba Sobara 地区, Torokoro 地区, Kalako 地区, Sirikoro 地区, Banifing Baoulé 地区) において調査を実施した。

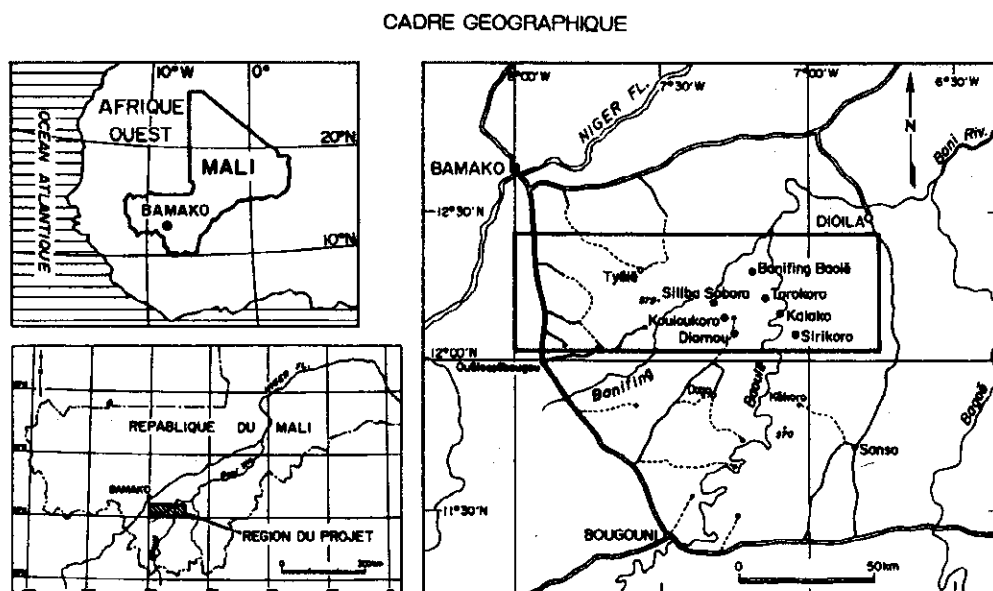


Fig.I-1-1 調査位置図

1-3 調査内容

Table I-1-1 に調査内容及び調査量を示す。第 1 年次調査では、調査範囲全域を対象に空中物理探査、上述の 7 鉱床賦存有望地区を対象に写真地質解析、グランドトールス、地質調査、地化学探査、Diamou 地区を対象にピット調査及びボーリング調査を実施した。

Table I-1-1 調査内容及び調査量一覧表

Survey method	Quantity
Satellite image analysis	900km ²
Geological survey, geochemical survey and groundtruth (Diamou, Kouloukoro, Siliba Sobara, Torokoro, Kalako and Sirikoro)	250km
Detail geochemical survey (Kouloukoro and Banifing Baoulé)	13.5km
Pits survey (Diamou)	140 pits 563.25m
Geophysical survey	5,800km ²
Airborne magnetic gradiometric and radiometric survey	24,300 line-km
Drilling survey	
Reverse circulation drilling (Diamou)	30 drill holes 1,800m
Diamond drilling (Diamou)	5 drillholes 750.65m

Table I-1-2 に室内試験数量一覧表を示す。

Table I-1-2 室内試験数量一覧表

Survey method	Content	Quantity
Geological survey and Geochemical survey	Chemical analysis (pits samples)	560
Geological survey	Polished section	40
	Thin section	20
	X-ray diffraction	10
	Chemical analysis (ore sample)	50
	Fluid inclusion analysis	10
Geochemical survey	Chemical analysis	6,500
Drilling survey	Chemical analysis (RC)	1,800
	Chemical analysis (core)	750

1-4 現地調査期間

2000年11月11日～2000年11月12日	東京→パリ→ダカール→バマコ (移動)
2000年11月13日～2001年2月20日	現地調査
2001年2月21日～2001年2月24日	バマコ→ダカール→パリ→東京 (移動)

1-5 調査団の編成

調査団員名簿を Table I-1-3 に示す。

Table I-1-3 調査団員名簿

Contrepartie Japonaise	Contrepartie Malienne
La mission pour négociation	
YOKOYAMA, Shigeru (MMAJ)	Modibo COULIBALY (DNGM)
HIRAI, Koji (JICA)	Ibrahima SISSOKO (DNGM)
FUJII, Noboru (MMAJ)	Fatiaga KONE (PDRM)
NUIBE, Yasunori (MMAJ)	Hassimi B.SIDIBE (DNGM)
KAKUI, Koji (MMAJ)	Seydou KEITA (PAMPE)
L'équipe pour l'étude	
Chef géologue: SUZUKI, Mitsuru (SUMICON)	Chef géologue: Emanuel THERA (DNGM)
Géologue : TOMIZAWA, Naoaki (SUMICON)	Géologue : Lassana GUINDO (DNGM)
Géophysicien : KAWASAKI, Kiyoshi (SUMICON)	Géologue : Ousmane TRAOLE (DNGM)
Géologue : YAMAMOTO, Kazuhiro (SUMICON)	Géologue : Yaya DJERE (DNGM)
Géologue : TAMURA, Masaharu (SUMICON)	Géologue : Naby FOFANA (DNGM)
Géologue : SETO, Takayuki (SUMICON)	Géophysicien : Moussa Holla MAIGA (DNGM)
MMAJ : Metal Mining Agency of Japan	DNGM : Direction Nationale de la Geologie et des Mines
JICA : Japan International Cooperation Agency	PDRM : Programme pour le Developpement des Ressources Minerales
SUMICON : Sumiko Consultants, Co., Ltd.	PAMPE : National Projet PAMPE

第2章 地 勢

2-1 位置・交通

調査対象のパオレ・バニフィング地域はマリ共和国南西部、首都バマコの南東に位置し、東西約132km、南北約44km、面積5,800km²の範囲である。

調査のベースキャンプは調査地区に応じて、Dogo 集落と Kékoro 集落に置いた。Dogo へは首都 Bamako から車で約200km、約3時間を、Kékoro へは、同じく約310km、約5時間をそれぞれ要する。

それぞれのベースキャンプから地質調査・地化学探査地区までは、四輪駆動車両で1時間から1時間半で到達する。

2-2 気候・植生

本地域はサバンナ気候帯に属し、雨季と乾季が明瞭である。5月中旬～10月が雨季で、11月～5月中旬までは乾季である。年間降雨量は1,400mm程度で、雨季に集中し、乾季はほとんど降雨がない。年間平均気温は25～32℃程度であるが、最高気温は50℃に達する。

植生は疎らな森林と背の高い草が覆うが、ラテライトクラストの発達する部分は植生に乏しい。集落近くの平坦地は綿花・粟などの耕作地となっている。

首都バマコの気象資料(Table I -2-1)とマリの気候・植生図(Fig. I -2-1)を示す。

Table I -2-1 首都バマコの気象

	Jan.	Feb.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Temp. (°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
Humid.(%)	28	23	23	35	52	67	77	83	80	68	50	36
Préc.(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

2-3 地 形

本地域は標高350m前後のゆるやかな高原状台地と、その中に標高400m以上に達する丘陵～山岳地帯からなる。河川はBaolé川とBanifing川が本地域中央部を蛇行しながら北流して合流する。その支流が調査地域内に発達するがそのほとんどは乾季には枯れる。

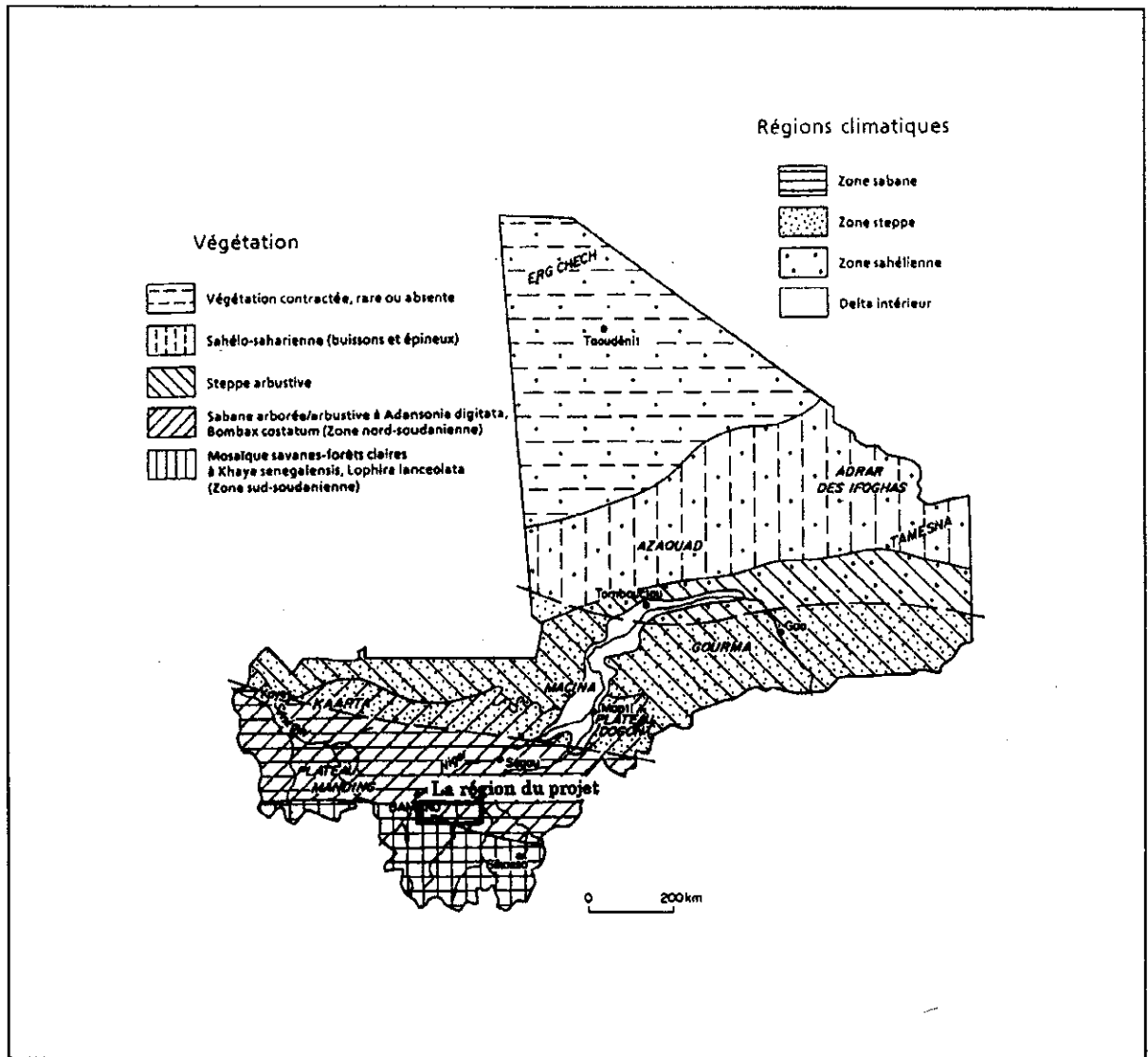


Fig. I -2-1 マリの気候・植生図

2-4 ラテライトの産状

ラテライトは熱帯地方のラテライト化作用で生じる特徴的な土壌である。ラテライト化作用は岩石の風化作用と鉄・アルミナ富化作用、さらにこれに伴う化学成分の溶脱・移動・濃集の全過程を指し、岩石の選択性はほとんどない。ラテライトは地表から岩盤に向かって、キュイラス(cuirasse)、カラパス(carapace)、斑紋帯(mottled zone)、サプロライト(saprolite)の順に成層し(Fig. I-2-2)、それぞれ漸移するが、風化断面ですべてが揃うわけではない。

キュイラスは一般に黒色から赤褐色の針鉄鉱と赤鉄鉱からなる魚卵状ノジュールを多量に含み、基質は鉄・アルミナ酸化物で完全にセメント化し、ツルハシでやっとなじくほどに硬い。このように非常に硬いので、ラテライト台地頂部を構成することが多い。層厚は2m程度が認められる。

カラパスはキュイラスと同様、針鉄鉱と赤鉄鉱からなる魚卵状ノジュールを含むが、一般にノジュール量は下位に向かって減少する。典型的な断面ではノジュール量により上位から下位に、カラパス A、カラパス B 及び粘土化帯に細分できる。カラパス基質は赤褐色の粘土物質からなり、セメント化は強くない。本地域の高原状台地を広く構成する。層厚はピット調査では3m程度である。

斑紋帯はカラパスとサプロライトの漸移帯に相当し、鉄・アルミナ水酸化物からなる直径1cm程度の褐色の斑紋が黄色・白色・褐色などの粘土中に散在する。層厚はピット調査で1m程度が認められる。

サプロライトは黄色・褐色・灰白色などを呈する塊状・均質かつ軟質の風化岩で、カオリナイト又はモンモリロナイトに富む。原岩組織・構造を残す場合がある。層厚はピット調査では10~30m程度、ボーリング調査では最大60mが確認された。

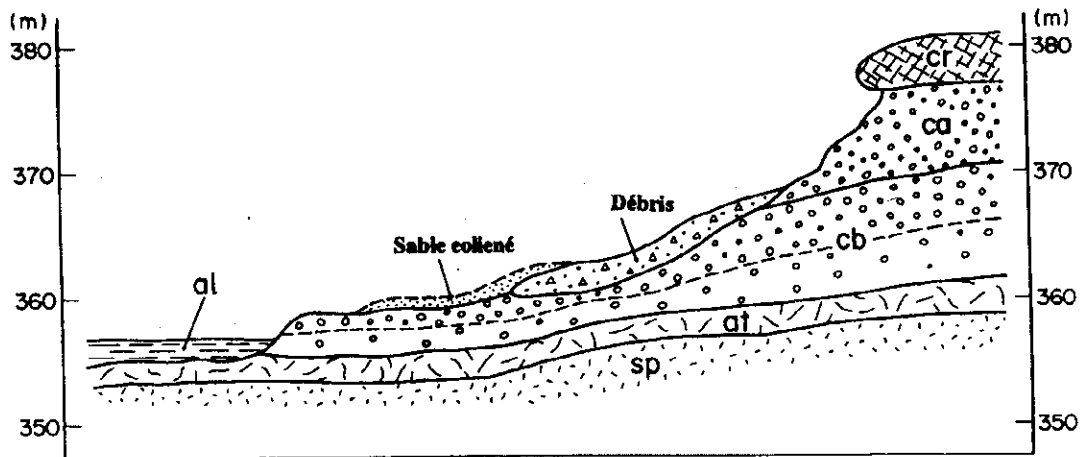
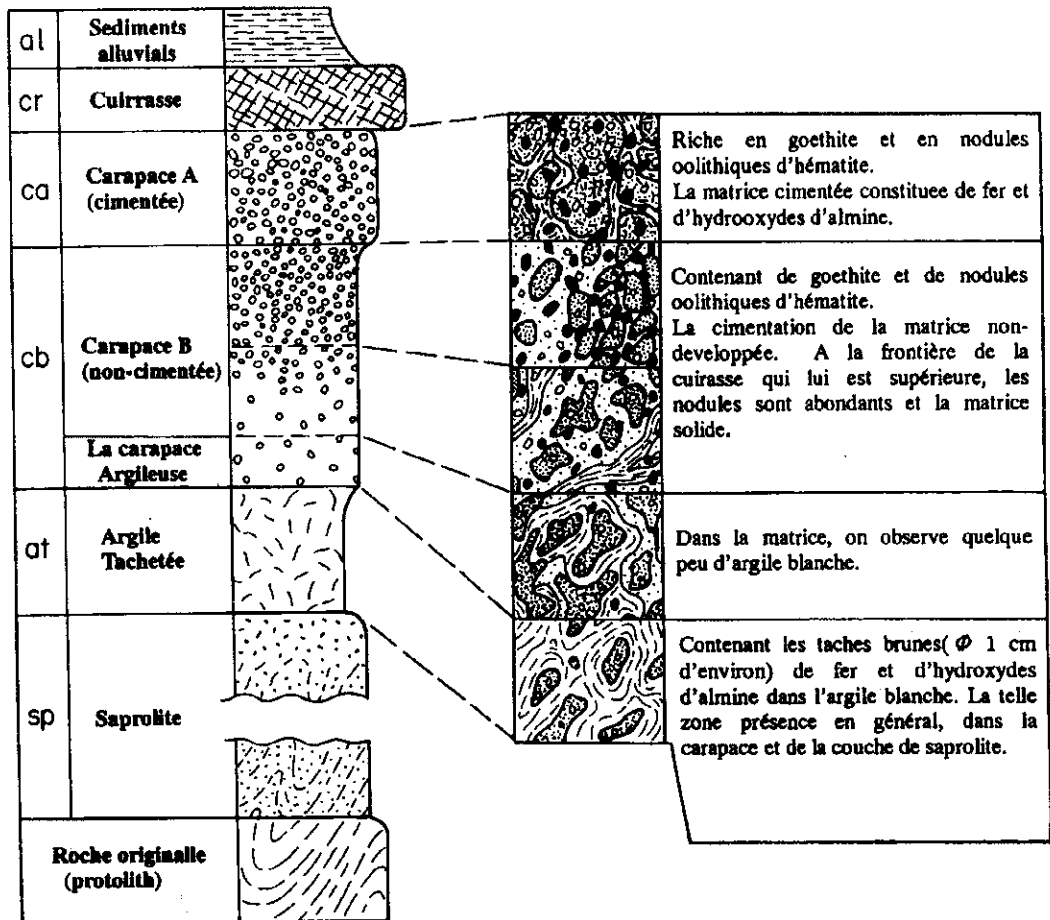


Fig. 1-2-2 ラテライトの産状

第3章 バオレ・バニフィング地域の地質概要

3-1 調査地域周辺の広域地質

バオレ・バニフィング地域はマリ南西部、西アフリカ・クラトン内に位置する。同クラトンの大西洋側は西アフリカ褶曲帯へ、内陸側は汎アフリカ造山帯へそれぞれ連なる。

西アフリカ・クラトンの地質は原生代前期(26-21.3億年前)に形成され、エブルニア造山運動(20±2億年前)で変成(緑色片岩相)・変形されたと考えられる Birrimien 累層群と、これを貫くバソリス状花崗岩類から主に構成される。Birrimien 累層群は火山岩類(変玄武岩、安山岩、凝灰岩など)に富む上部層と、堆積岩類(片岩、砂岩、泥質岩、グレーワッケなど)に富む下部層に区分される(Fig. I-3-1)。調査地域を含むマリ国南西部に分布する Birrimien 累層群は、同累層群下部に相当するものと考えられ、泥・砂質岩を主とし、火山岩類を伴う緑色片岩相の変成岩と考えられる(BRGM, 1989)。

3-2 調査地域の地質

調査地域の地質図を Fig. I-3-2 に示す。調査地域の地質は原生代初期の Birrimien 累層群とそれを貫く造山時花崗岩類と後造山時花崗岩類及びこれらを不整合に覆うインフラカンブリア紀の Sotuba 累層群により構成される。このほかジュラ紀貫入とされる小規模な塩基性火山岩類と河川沿いの第四紀砂礫層が分布する。

Birrimien 累層群は調査地域のほぼ中央部に NW-SE 方向に伸張して分布するほか、地域の西端部に小規模に分布する。それらは泥・砂質岩を主とし、少量の塩基性及び酸性の変火山岩類を伴う。

造山時花崗岩類は黒雲母角閃石花崗岩～花崗閃緑岩を主とし、Birrimien 累層群を取り囲んで、調査地域の西部と東部に広く分布する。

後造山時花崗岩類は優白質のアルカリ花崗岩で、調査地域の東部に直径 10～15km の円形 2 岩体が分布する。

Sotuba 累層群は細粒砂岩を主とし、地域の北部に広く分布する。

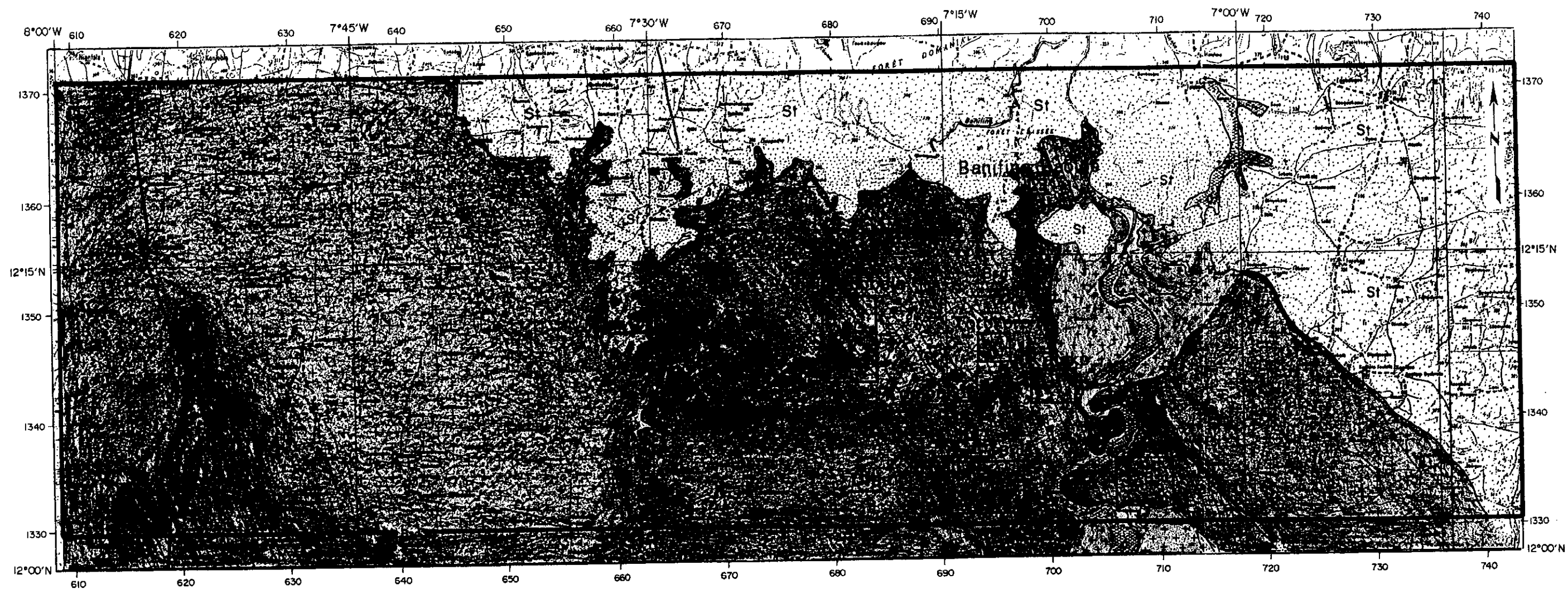
塩基性火山岩類はガブロ及び粗粒玄武岩からなり、Birrimien 累層群中に貫入する。その貫入時期はジュラ紀(国際協力事業団・金属鉱業事業団,2000)であるため Birrimien 累層群中の塩基性火山岩類との識別は容易である。

3-3 鉱徴地


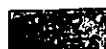





バオレ・バニフィング地域は、1998年度から2000年度に実施された資源開発協力基礎調査ケコロ・バオレ・バニフィング地域の対象地域と重複する部分が多く、既知金鉱徴のほとんどは、1998年度に実施された広域地化学探査で認められた地区である。すなわち、Diamou,

Age (Ma)		Formation	Lithology	Igneous activity	Alteration and Mineralization
	..... ..... .....	Tarkwaian System Kaware Grpoup	Quartzites, grits, phyllites, conglomerates (250-700m thickness)		
1800	xxxx xxxx xxxx		Granitoids and syenites	Eburnian Cycle	Metamorphism HTS Au sulphide
2130	oo oo oo oo oo	Upper Birri- mien	Basic Volcanic Subseries	Bulk of the Up. Birrimien normal greenstones and green schist	
	VVVV VVVV VVVV		Acid Volcanic Subsries	Meta-rhyolites, qtz-felds porphyry, felsites and quartz-chlorite schist	
	..v.. ..v.. ..v..		Sedimentary- Volcanic Subs.	Meta-tuffaceous greywacke	
	..... ..... .....	Lower Birri- mien	Upper Arenaceous Subsries	Massive meta-sandstones, meta-graywacke and minor thin metasiltstone	
	-v- -v- -v-		Upper Argillaceous Subsries	Predominantly rock assemblage of phyllite, siltstone, and their tuffaceous varieties	
	..... ..... -v-		Middle Arenaceous Subsries	Meta-graywacke, meta-siltstone phyllite, Typically tuffaceous and manganeseiferous in the middle parts Rhythmically bedded in the lower parts,	
	----- ----- -----		Lower Argillaceous Subsries	Predominantly phyllite, interbedded with tuffa- ceous phyllite	
	............v... -v-		Lower Arenaceous Subsries	Lithic assemblage of meta-graywacke, meta-sandstone, meta- siltstone, phyllite and tuffaceous varieties of these rock types	
2600+	+++ +++ +++		Granitoids, migmatites, ultramafic rocks and granulites	Liberian Sycle ?	

Fig. I -3-1 地質模式層序圖



LEGENDE

- | | |
|--|--|
| <p>Alluvions récentes</p> <p> Argile, sables silteux</p> <p>Roches intrusives (âge inconnu)</p> <p> Dolérite, Gabbro</p> <p> Diorite à amphibole et/ou biotite</p> <p>Groupe de Sotuba</p> <p> Grès fins, souvent glauconieux et micacés</p> | <p>Granitoides éburnéens</p> <p>Granites post-tectoniques</p> <p> Granites alcalins, Syénites, Diorites quartziques</p> <p>Granites syn-tectoniques</p> <p> Granite et Granodiorite à biotite et/ou amphibole</p> <p>Groupe Birrimien</p> <p> Schistes psammitiques et schistes argileux (Méta-grauwackes, Grès arenitiques, phyllites, micaschistes, Quartzites)</p> |
|--|--|

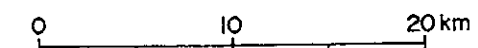


Fig. I -3-2 調査地域の地質図

Kouloukoro, Siriba-Sobala, Torokoro, Kalako, Sirikoro 及び Banifing Baoulé 地区などである (Fig. I -3-2)。

調査地域近傍には多数の金鉱床が賦存する (Fig. I-3-3)。それらは緑色岩中の金鉱床であり Birrimien 累層群及びその近傍の火成岩類中に発達した構造的弱線、層理面・裂隙帯などに胚胎すると考えられている。

以下に、マリの代表的な金鉱床である Sadiola 鉱山、Loulo 鉱床、Medinand 鉱床、Kalana 鉱床、Syama 鉱山及び Morila 鉱山の概要を示す。これらの鉱床は、いずれも Birrimien 累層群中に胚胎する。なお、Table I -3-1 には各鉱床の特徴をまとめた。

Sadiola 鉱山: バマコの西方約 350km のマリ・セネガル国境付近に位置する。可採鉱量 43.0Mt, 平均品位 3.06g/t Au, 金量約 131.6t と言われ (Iamgold, 31/Dec./1998), 1996 年 12 月から露天掘りによる出鉱を開始した。1998 年の処理鉱量は 4.96Mt, 金生産量は 15.7t, 平均品位は 3.3g/t Au, cash operating cost は 104 US\$/oz で、マリ最大の金鉱山として、さらに世界有数の低コスト金鉱山として注目されている。1999 年の金生産量は 14t と計画されている (Iamgold, 20/Jan./1999)。開発は SEMOS 社 (Anglo-American 社が 38%, Iamgold 社が 38%, マリ政府が 18%, IFC (国際金融公社) が 6% を出資) によって行われている。採掘対象は金を含むサブロライトである。地表付近のサブロライト酸化帯の鉱量は 24.1Mt, 下部のサブロライト還元帯 (硫化鉱物鉱染帯) の鉱量は 18.9Mt である。ボーリング結果によれば、地下深部の金鉱化帯は「Sadiola フラクチャー帯」と呼ばれる変質を受けた破碎帯に沿って分布し、地下 400~500m まで連続することが確認されている。

Loulo 鉱床: バマコの北西約 300km, Sadiola 鉱山の南約 80km に位置する。1983 年に発見された鉱床で、現在、SOMILO 社 (Randgold 社が 51%, La Source 社が 29%, マリ政府が 20% を出資) によって F/S が実施されている。金鉱床は強い電気石化を受けた砂岩中に胚胎する。金は砂岩基質中の鉱染状自然金として産し、多量の鉱染状硫化鉱物を伴う。F/S 前の旧資料によれば、「Loulo 0 鉱体」は 10m 幅で南北 800m に連続し、地表から地下 150m までの資源量は金量 28.2t (平均品位 4.38g/t Au) と算出されている (Dommanget et al., 1985)。

Medinandi 鉱床: マリ・セネガル国境付近に位置する。1960 年に SONAREM が探査活動を行い、Au 11.14g/t, 金量 4 トンを確認した。鉱床の母岩は Birrimien 累層群の変成グレイワッケ、安山岩などである。鉱化作用は Birrimien 累層群の破碎帯中

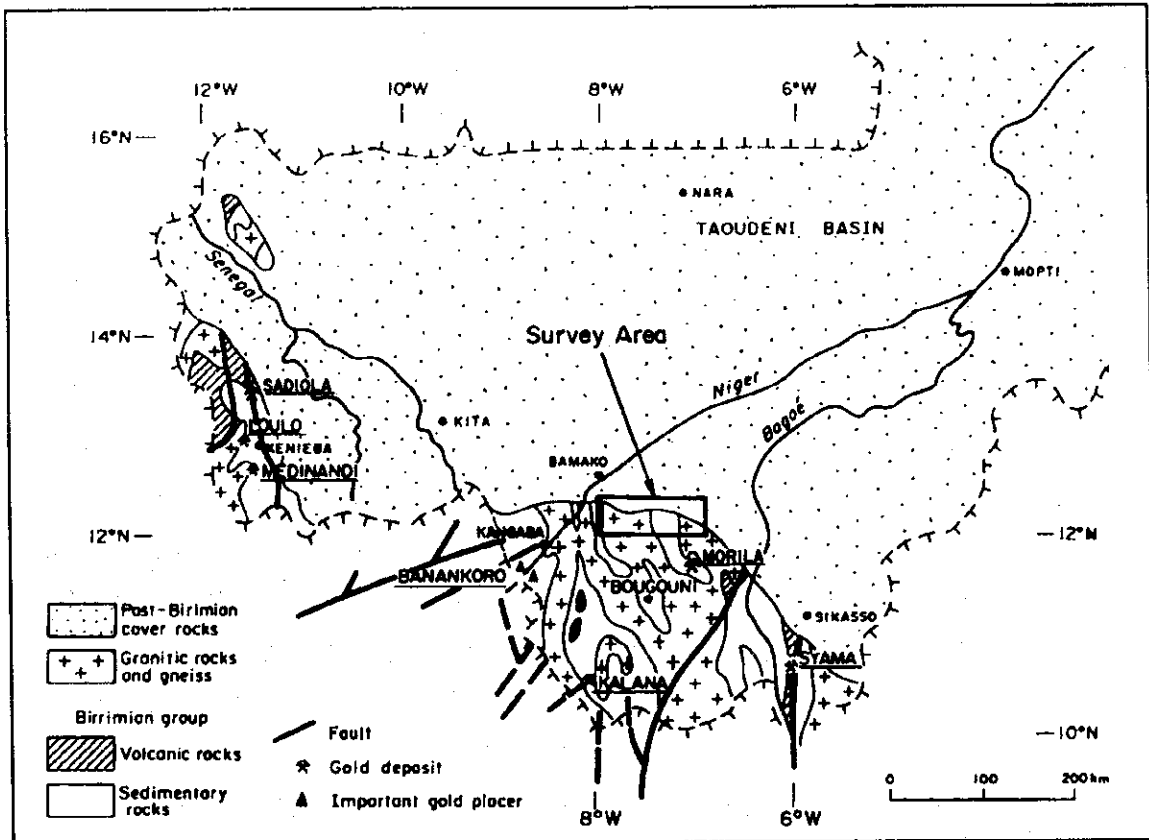


Fig. I-3-3 マリ国南部の鉱床

Table I -3-1 マリ国南部の金鉱床

	Sadiola	Loulo	Medinandi	Kalana	Syama	Morila
金量(品位)	131.6t (3.06g/t)	28.2t(4.38g/t)	4t (11.14g/t)	30.2t 28g/t)	88.5t (3.9g/t)	169t (4.1g/t)
鉱床胚胎構造	左横ずれ断層	左横ずれ断層	断層破碎帯	節理	左横ずれ断層	断層？, 層準規制？
鉱化構造方向	NS	NNE	NS	NS,NNW-SSE,NW-SE	NNE-SSW	-
母岩	Birimien 塩基性火山岩類	Birimien 砂岩	Birimien 変成グレーワック, 安山岩	Birimien 砂岩, 泥質片岩	Birimien 変火山岩類	Birimien 変堆積岩類
石英脈 注1	○	○	○	○	△	×
産状	サブロライト帯	鉱染状	鉱染状	石英脈	鉱染状	鉱染状
貫入岩	ランプロファイ ヤー質岩/花崗閃緑	-	-	閃緑岩	ランプロファイヤー質岩	トータル岩？
主随伴鉱物	硫砒鉄鉱, 黄鉄 鉱, 磁硫鉄鉱	黄鉄鉱	黄鉄鉱, 磁硫鉄 鉱, 方鉛鉱, 閃亜 鉛鉱	硫砒鉄鉱>黄鉄 鉱, 黄銅鉱, 磁硫 鉄鉱	硫砒鉄鉱>黄鉄鉱	硫砒鉄鉱, 磁硫鉄鉱
変質	炭酸塩鉱物	電気石, 炭酸塩鉱 物, セリサイト	-	緑泥石, 緑レン石	プロピライト	黒雲母
均質化温度				340-420°		400°以上？

注1 ○:多量に伴う, △:伴う, ×:伴わない
注2 -:不明

に認められ、不規則脈状又は鉍染状である。鉍化帯は幅 0.4~2.0m で走向延長 4~6km である。金は石英細脈や硫化鉍物を伴って産する。硫化鉍物としては黄鉄鉍が最も多く、少量の磁硫鉄鉍、黄銅鉍、方鉛鉍、閃亜鉛鉍などを伴う。

Kalana 鉍床：ギニアとの国境に近い Yanfolila の南約 42km に位置する。1966 年に旧ソ連の技術支援を受けて SONAREM によって発見されたもので、1985 年から 1991 年にかけて 2~3t の金を生産した。旧ソ連崩壊後に操業を休止し、1995 年以降は Ashanti Goldfield 社グループが権益を取得し、現在 F/S を実施中である。金は Birrimien 累層群の変堆積岩と閃緑岩を母岩とする石英脈中に自然金として産する。石英脈中には硫砒鉄鉍と黄鉄鉍が多量に認められ、流体包有物充填温度は 340~420℃を示す。F/S 前の旧資料によれば、採掘対象となった「Kalana 1 鉍体」の資源量は金量 30.2t(平均品位 28g/t Au)と算出されている (Bassot et al., 1980)。

Syama 鉍山：バマコの南東約 300km に位置する。1960 年代に SONAREM による空中磁気探査とボーリング調査が行われ、1980~1986 年には DNGM と UNDP による土壌地化学探査とピット・トレンチ調査が行われた。1987 年、BHP 社はマリ政府とジョイント・ベンチャー契約を結び、当地区における積極的な探鉍を開始し、その結果、鉍量 22.5Mt、金量 88.5t、平均品位 3.9g/t Au の大規模金鉍床を発見した。その後、Syama Extension, Banaso などの衛星鉍床の発見もあり、鉍量はさらに増加した。1990 年から露天掘りによる採掘が開始され、1997 年までに 24t の金が生産されている。1996 年以降は SOMISY 社(Randgold 社が 65%, DNGM が 20%, IFC が 15%を出資)により操業されている。鉍床母岩は Birrimien 累層群の安山岩、玄武岩およびチャートからなり、金鉍化帯は走向南北、西傾斜 70 度、幅 20~40m の剪断破碎帯中に発達する。当破碎帯には、炭酸塩化、アルバイト化、セリサイト化及び黄鉄鉍の鉍染が広く認められ、このなかで、金は鉍染状の自然金として産出する。

Morila 鉍床：Kékoro 地域の南東約 30km に位置する。1950 年代にはフランスが、1970 年代にはフランスと SONAREM が、1984~1987 年にはマリ・ベルギーが土壌地化学探査と鉍徴地調査を実施し、数箇所の地化学異常と断裂帯を発見した。1992 年には BHP 社が Morila 鉍区を取得し、ボーリング調査、ピット調査、VLF 調査、IP 調査を実施した。その結果、数箇所の硫化物鉍染帯と IP 異常帯を抽出した。1996 年以降は Randgold 社が鉍区権益を受け継ぎ、1997 年に大規模な金

鉍床を発見するに至った。2000年4月のRandgold社の発表によれば、可採鉍量41.7Mt、金量169t(平均品位4.1g/t Au)である。金はBirrimien累層群のワッケ質砂岩中又は黒雲母片岩中の黄鉄鉍-硫砒鉄鉍鉍染帯に、細粒の鉍染状自然金として産する。母岩の片理面と平行な石英細脈が少量認められる。

第4章 調査地域の探鉱経緯

4-1 探査経緯

バオレ・バニフィング地域周辺における1970年以降の探査史の概略を以下に示し、Fig.I-4-1に探鉱経緯図を示す。

- 1970-1972年 SONAREM (Societe Nationale de Recherches et d'Exploitation miniere) が Bougouni 地域でペグマタイト中のリシア輝石を対象としたボーリング調査を実施。
- 1972-1974年 BRGM (Bureau de Recherches Geologiques et Minieres) が Bougouni-Sikaso 地域 (調査面積 30,000km²) で Cu, Ni, Pb, Zn, Sn, Li, Nb, Ta を主目的とした地質調査(一部地化学探査)を実施。
- 1980-1990年 UNDP(United Nations Development Program)がマリ共和国南部(調査面積 25,000km²) で金探鉱を主目的とした広域地化学探査を実施。
- 1991-1994年 国際協力事業団・金属鉱業事業団が Bougouni 地域(調査面積 14,000km²)で金探鉱を主目的とした地化学探査を実施。
- 1998-2000年 国際協力事業団・金属鉱業事業団が Kékoro-Baoulé-Banifing 地域(調査面積 7,000km²) で金探鉱を主目的とした地化学探査、ボーリング調査を実施。

4-2 1998年～2000年の調査結果の概要

Fig. I -4-1 に Kékoro-Baoulé-Banifing 地域における1998～2000年の調査概要図を示し、Table I -4-1 にその調査結果概要を示す。

Table I -4-1 1998～2000年の調査結果概要

	1998年	1999年	2000年
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> ・ Landsat 画像解析 ・ 地質調査 ・ 地化学探査 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地形図作成 ・ 地質調査 ・ 地化学探査 ・ ピット調査 ・ RC ボーリング調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電気探査 (IP 法) ・ RC ボーリング ・ コアボーリング
調査結果	<p>地化学探査の結果から Kékoro 地区から北西方向に伸びる3列の明瞭な Au 地化学異常が発見された。この中で Kékoro 地区、Sagala 地区及び Diamou 地区が最も有望であると結論付けられた。</p>	<p>調査の結果、Kékoro F、Kékoro A 北部、Sagala 南部及び Sagala 北部の Au 地化学異常帯が特に有望であると結論付けられた。</p>	<p>調査は Kékoro A 地区と Sagala 地区の2地区で実施され、両地区において 1g/t Au 以上の鉱化帯が認められた。金は鉱染状黄鉄鉱や硫砒鉄鉱を多量に伴う変堆積岩や、花崗閃緑岩岩体中の石英細脈中に産することが明らかとなった。</p>

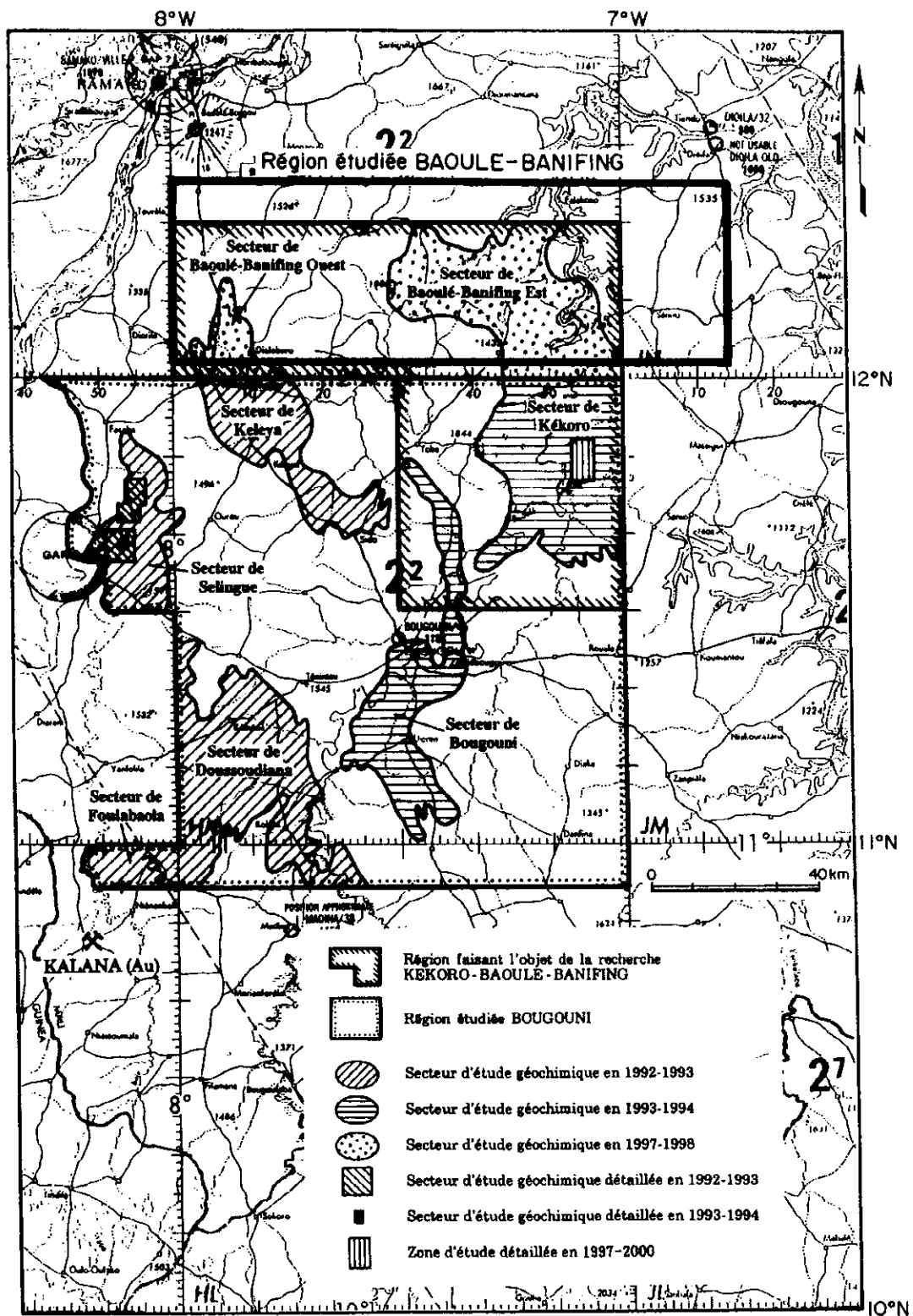


Fig. I -4-1 探鈳経緯説明図

