

1901 4

マリ共和国 ケコロ・バオレーバニフイング地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成10年 3月

LIBRARY



J 1145192 (9)

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱時資

CR(2)

981074

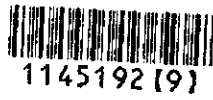
マリ共和国 ケコロ・バオレーバニフィング地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成10年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1145192 (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ケコロ・パオレーバニフイ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、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およ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9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10年1月19日から平成10年3月19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および関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成10年3月

国際協力事業団

総 裁 藤田 公郎

金属鉱業事業団

理事長 桧山 博昭

要 約

1997年度に開始されたケコロ・バオレーバニフイング地域 第1年次調査では、地化学探査、鉱微地調査、衛星画像解析等を実施した。

地化学探査ではケコロ地域から北西方向に伸びる3列の明瞭な Au 地化学異常を見いだした。

鉱微地調査では新たな鉱微地を発見したほか、ラテライト性皮殻中の多数のピット群からなる鉱微地は、砂鉱床ではなく、初生金鉱床がラテライト化作用によって金がラテライト断面中の複数の層準に移動・富化したものであると考えた。すなわち、現在我々は旧ピット群ではラテライト断面中の金が富化した表層部をみているものと判断した。

今回の調査結果から得られた地質・地化学的証拠をまとめ、地下深部に期待される鉱微地探査の優先順位をまとめた。結論として、最優先すべきと判断されるのは西部ケコロ地域の中北部 (Kékoro A,B,C)で、ついでケコロ地域北部(Kékoro F), さらにケコロ南部(Kékoro D,E), Sagala, Diamou South が挙げられる。

ラテライト断面中の Au 富化帯およびその初生鉱化帯を探査するためには、サブロライト中での Au 富化現象を確認することが必須であり、第2年次調査では深部地化学探査を主とする調査が最も有効であろうと提言された。

目 次

第 I 部 総 論.....	1
第 I-1 章 序 論.....	1
1-1 経緯・調査目的.....	1
1-2 調査地域.....	1
1-3 調査内容.....	3
1-4 現地調査期間.....	3
1-5 調査団の編成.....	3
第 I-2 章 調査地域の地理.....	5
2-1 位置・交通.....	5
2-2 地 勢.....	5
2-3 気候・植生.....	6
2-4 ラテライト.....	7
第 I-3 章 既往調査.....	15
3-1 マリ共和国南西部の地質と鉱床.....	15
3-2 調査地周辺の既往調査.....	20
第 I-4 章 第 1 年次調査結果の概要.....	25
4-1 Kékoro 地域.....	25
4-2 Baoulé-Banifing 地域.....	27
第 II 部 各 論.....	31
第 II-1 章 Kékoro 地域 鉱徴地調査.....	31
1-1 地質概要.....	31
1-2 鉱徴地概要.....	33
1-3 鉱徴地各説.....	41
1-4 考 察.....	97
第 II-2 章 バオレーパニフィンゲ地域 鉱徴地調査および地化学探査.....	100
2-1 地質概要.....	100
2-2 鉱徴地調査結果.....	106
2-3 地化学探査.....	127
2-4 考 察.....	169
第 II-3 章 衛星画像解析.....	177

3-1 衛星画像の概要.....	177
3-2 解析方法.....	177
3-3 解析結果.....	180
3-4 写真地質学的判読.....	180
第II-4章 地理情報システムの構築.....	195
4-1 目的.....	195
4-2 使用システム.....	195
4-3 地理情報の構成.....	195
第III部 結論と提言.....	197
第III-1章 結論.....	197
1-1 Kékoro 地域.....	197
1-2 Baoulé-Banifing 地域.....	198
第III-2章 第2年次調査への提言.....	200
参考文献.....	205
巻末資料	

本文内挿入図

Fig.I-1-1	Localisation des région faisant l'objet de la recherche	2
Fig.I-2-1	Climat et végétation	6
Fig.I-2-2	Exemples de profil d'altération schématique, profil de latérite, géochimie à la savane de l'Afrique occidental	12
Fig.I-3-1	Esquisse géologique du sud-ouest du Mali	16
Fig.I-3-2(1)	Recherches antérieures dans la région et les zones minéralisées	21
Fig.I-3-2(2)	Distribution des zones minéralisées dans la région de la présente et à son voisin	23
Fig. II-1-1	Plan et profile géologique de la région Kékoro	35
Fig. II-1-2	Disposition des piquets	37
Fig. II-1-3	Répartition des sites mineralisées dans la région Kékoro	39
Fig. II-1-4	Répartition des sites minéralisées de Kékoro A	53
Fig. II-1-5(1)	Excavations d'orpaillage de Kékoro A-1 (1/2)	55
Fig. II-1-5(2)	Excavations d'orpaillage de Kékoro A-1 (2/2)	57
Fig. II-1-6(1)	Excavations d'orpaillage de Kékoro A-2 (1/3)	59
Fig. II-1-6(2)	Excavations d'orpaillage de Kékoro A-2 (2/3)	61
Fig. II-1-6(3)	Excavations d'orpaillage de Kékoro A-2 (3/3)	63
Fig. II-1-7(1)	Excavations d'orpaillage de Kékoro B-1 (1/4)	65
Fig. II-1-7(2)	Excavations d'orpaillage de Kékoro B-1 (2/4)	67
Fig. II-1-7(3)	Excavations d'orpaillage de Kékoro B-1 (3/4)	69
Fig. II-1-7(4)	Excavations d'orpaillage de Kékoro B-1 (4/4)	71
Fig. II-1-8(1)	Excavations d'orpaillage de Kékoro B-2 (1/3)	73
Fig. II-1-8(2)	Excavations d'orpaillage de Kékoro B-2 (2/3)	75
Fig. II-1-8(3)	Excavations d'orpaillage de Kékoro B-2 (3/3)	77
Fig. II-1-9	Répartition des sites minéralisées de Kékoro C	79
Fig. II-1-10(1)	Excavations d'orpaillage de Kékoro C-1 (1/2)	81
Fig. II-1-10(2)	Excavations d'orpaillage de Kékoro C-1 (2/2)	83
Fig. II-1-11(1)	Répartition des sites minéralisées de Kékoro D (1/2)	85
Fig. II-1-11(2)	Répartition des sites minéralisées de Kékoro D (2/2)	87

Fig. II-1-12	Excavations d'orpaillage de Kékoro D-1	89
Fig. II-1-13	Excavations d'orpaillage de Kékoro D-2	91
Fig. II-1-14	Esquisse géologique de Kékoro E	93
Fig. II-1-15	Excavations d'orpaillage de Kékoro F	94
Fig. II-1-16	Points du prélèvement d'échantillons des roches minéralisées dans la région de Kékoro	95
Fig. II-1-17	Profils de sols et coupe schématique de l'occurrence aurifère de Kékoro	99
Fig. II-2-1	Plan et profile géologiques de la région de Baoulé-Banifing	103
Fig. II-2-2	Profil stratigraphique idéalisé	105
Fig. II-2-3	Répartition des zones minéralisées de Soba	111
Fig. II-2-4	Excavations d'orpaillage de B.B.(Banifing-Baoulé)	113
Fig. II-2-5	Excavations d'orpaillage de Siriba Sobala	115
Fig. II-2-6(1)	Excavations d'orpaillage de Kouloukoro (1/2)	117
Fig. II-2-6(2)	Excavations d'orpaillage de Kouloukoro (2/2)	119
Fig. II-2-7(1)	Excavations d'orpaillage de Diamou (1/2)	121
Fig. II-2-7(2)	Excavations d'orpaillage de Diamou (2/2)	123
Fig. II-2-8	Points de prélèvement d'échantillon de roches minéralisées dans la région de Baoulé-Banifing	125
Fig. II-2-9	Points de prélèvement d'échantillon de sols dans la région Baoulé-Banifing	133
Fig. II-2-10	La distribution et l'analyse des fréquences cumulées (Au,As,Cu,Pb)	135
Fig. II-2-11	La distribution et l'analyse des fréquences cumulées (Zn,Mo)	137
Fig. II-2-12	Résultat d'analyse géochimique (Au, Baoulé-Banifing et Kékoro)	139
Fig. II-2-13(1)	Distribution des anomalies géochimiques (Secteur Est, Au)	141
Fig. II-2-13(2)	Distribution des anomalies géochimiques (Secteur Est, As)	143
Fig. II-2-13(3)	Distribution des anomalies géochimiques (Secteur Est, Cu)	145
Fig. II-2-13(4)	Distribution des anomalies géochimiques (Secteur Est, Pb)	147
Fig. II-2-13(5)	Distribution des anomalies géochimiques (Secteur Est, Zn)	149
Fig. II-2-13(6)	Distribution des anomalies géochimiques (Secteur Est, PCI)	151
Fig. II-2-14(1)	Distribution des anomalies géochimiques (Secteur Ouest, Au)	153
Fig. II-2-14(2)	Distribution des anomalies géochimiques (Secteur Ouest, As)	155
Fig. II-2-14(3)	Distribution des anomalies géochimiques (Secteur Ouest, Cu)	157

Fig. II-2-14(4) Distribution des anomalies géochimiques (Secteur Ouest, Pb)	159
Fig. II-2-14(5) Distribution des anomalies géochimiques (Secteur Ouest, Zn)	161
Fig. II-2-14(6) Distribution des anomalies géochimiques (Secteur Ouest, PC1)	163
Fig. II-2-15 Cart d'interprétation de la Région étudiée	165
Fig. II-2-16 Distribution des sols, partie Est de la Région Baoulé-Banifing	167
Fig. II-2-17 Profils de sols et coupe schématique de l'occurrence aurifère de B.B.(Banifing-Baoulé)	173
Fig. II-2-18 Profils de sols et coupe schématique de l'occurrence aurifère de Kouloukoro et de Siriba Sobala	174
Fig. II-2-19 Profils de sols et coupe schématique de l'occurrence aurifère de Diamou et de zone sud	175
Fig. II-3-1 Le concept de l'Analyse des Composantes Principales dirigées (DPCA)	179
Fig. II-3-2 L'image fausses couleurs	185
Fig. II-3-3 L'image de Rapport composite	187
Fig. II-3-4 L'image d'Analyse des Composantes Principales dirigées(DPCA)	189
Fig. II-3-5 La carte interprétative de "Lincament" de la zone d'exploration	191
Fig. I I-3-6 La carte d'interprétation géologique de la zone d'exploration	193
Fig. III-2-1 Proposition pour l'étude à venir dans les régions de Kékoro et Baoulé-Banifing.....	203

本文内挿入表

Tableau I-1-1	Rubriques d'études réalisées	4
Tableau I-1-2	Liste des membres de l'équipe au terrain	4
Tableau I-2-1	Température, humidité et précipitation à Bamako	6
Tableau I-2-2	Nomenclature de profil de latérite	7
Tableau I-2-3	Corrélation de profondeurs entre la simulation et le profil général de latérite	8
Tableau I-3-1	Corrélation de stratigraphie	15
Tableau II-1-1	Coordonnées des piquets	42
Tableau II-1-2	Résultat d'analyse chimique des échantillons de Kékoro	43
Tableau II-1-3(1)	Liste des zones minéralisées du secteur Kékoro(1/2)	44
Tableau II-1-3(2)	Liste des zones minéralisées du secteur Kékoro(2/2)	45
Tableau II-2-1	Liste des zones minéralisée du secteur Baoulé-Banifing	106
Tableau II-2-2(1)	Valeurs statistiques pour chaque éléments (Secteur Est)	128
Tableau II-2-2(2)	Valeurs statistiques pour chaque éléments (Secteur Ouest)	128
Tableau II-2-3	Valeurs de seuil de classement des anomalies	130
Tableau II-2-4	La matrice de corrélation	132
Tableau II-2-5	Analyse des composantes principales	132
Tableau II-2-6	Liste des zones d'anomalie géochimique	176
Tableau II-3-1	Références des Images utilisées	177
Tableau II-3-2	Le diagramme d'interprétation photo- géologique	182
Tableau II-3-3	Tableau synoptique des unités d'images fausses couleurs	183
Tableau II-4-1	Constitutions des Equipement et Systèmes	195
Tableau III-2-1	Proposition pour l'étude à venir dans la région de Kékoro et Baoulé-Banifing	201

卷末資料 APENDICE

Apc.1	Résultat d'observation microscopique en lames minces (1/2-2/2) a-01
Apc.2	Résultat d'observation microscopique en lames polies (1/4-4/4) a-33
Apc.3	Résultat de diffraction des Rayons X a-47
Apc.4	Résultat des mesures de la température d'homogénéisation et de congélation	a-49
Apc.5	Résultat d'analyse chimique des roches minerais (1/4-1/4) a-59
Apc.6	Résultat d'analyse géochimique, Secteur Est, Baoulé-Banifing (1/6-6/6) a-65
Apc.7	Résultat d'analyse géochimique, Secteur Ouest, Baoulé-Banifing (1/6-6/6)	... a-79
Apc.8	Résultat d'analyse chimique des sols (1/83-83/83) a-87

Cl. 1 PLAN ET PROFIL GEOLOGIQUE DE LA REGION DE KEKORO
ET BAOULE-BANIFING



第 I 部 総 論

第 I-1 章 序 論

1-1 経緯・調査目的

現在マリ共和国では産業部門の拡張を進めており鉱業は同国の経済活動の中でますます重要な位置を占めつつある。そのような状況の下、民間企業による鉱山開発を促進させるために 1991 年にマリ共和国政府は鉱業法の改正を実施した。

同国には金銅鉛亜鉛等の賦存が確認されているがその中でも金は輸出高の最上位を占め主要な外貨収入源の 1 つであることからマリ共和国政府は金の賦存状況調査を積極的に押し進めている。

金の産出量は 1995 年に 5.3t を占め、昨年(1997 年)のマリ共和国の金輸出量は 18.5 トンに達し 1996 年の 6.85 トンに対し 3 倍弱と大幅に増加したことが明らかとなった(1998 年 3 月 20 日付け Mining Journal 紙)。これは 1997 年 1 月に生産を開始したサジオリ(Sadiora)金山(IAM Gold 社および AngloAmerican 社等が所有)によるもので 1997 年の金生産量は 12.2 トンに達した。また Randgold 社などが所有しているシヤマ(Syama)金山は 4.1 トンの金を生産した。1998 年は Syama 金山の増産などにより 20 ～ 21 トンまで増加する見通しであるという。これにより金が綿花を抜きマリ共和国の輸出額のトップとなった。

マリ共和国地質鉱山局(DNGM, Direction Nationale de la Geologie et des Mines)は 1991～1993 年に国際協力事業団(JICA, Japan International Cooperation Agency)・金属鉱業事業団(MMAJ Metal Mining Agency of Japan)と協力して実施したブグニ(Bougouni)地域資源開発調査の北部に隣接するケコロ(Kékoro)北部地域を新規案件として 1995 年に提案した。これを受けて MMAJ は 1995 年 11 月～12 月に事前調査団を送り、Kékoro 北部地域の状況を視察した。これらの結果を踏まえ、MMAJ はマリ共和国外務省経済協力局(Le Directeur de la Cooperation Internationale) と 1997 年 12 月 9 日付けで Scope of Work を締結し Kékoro・Baoulé—Banifing 地域の資源開発調査を開始することとなった。

本調査は、マリ共和国 Kékoro 北部地域において地質状況およ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。また、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

調査位置を Fig.I-1-1 に示す。

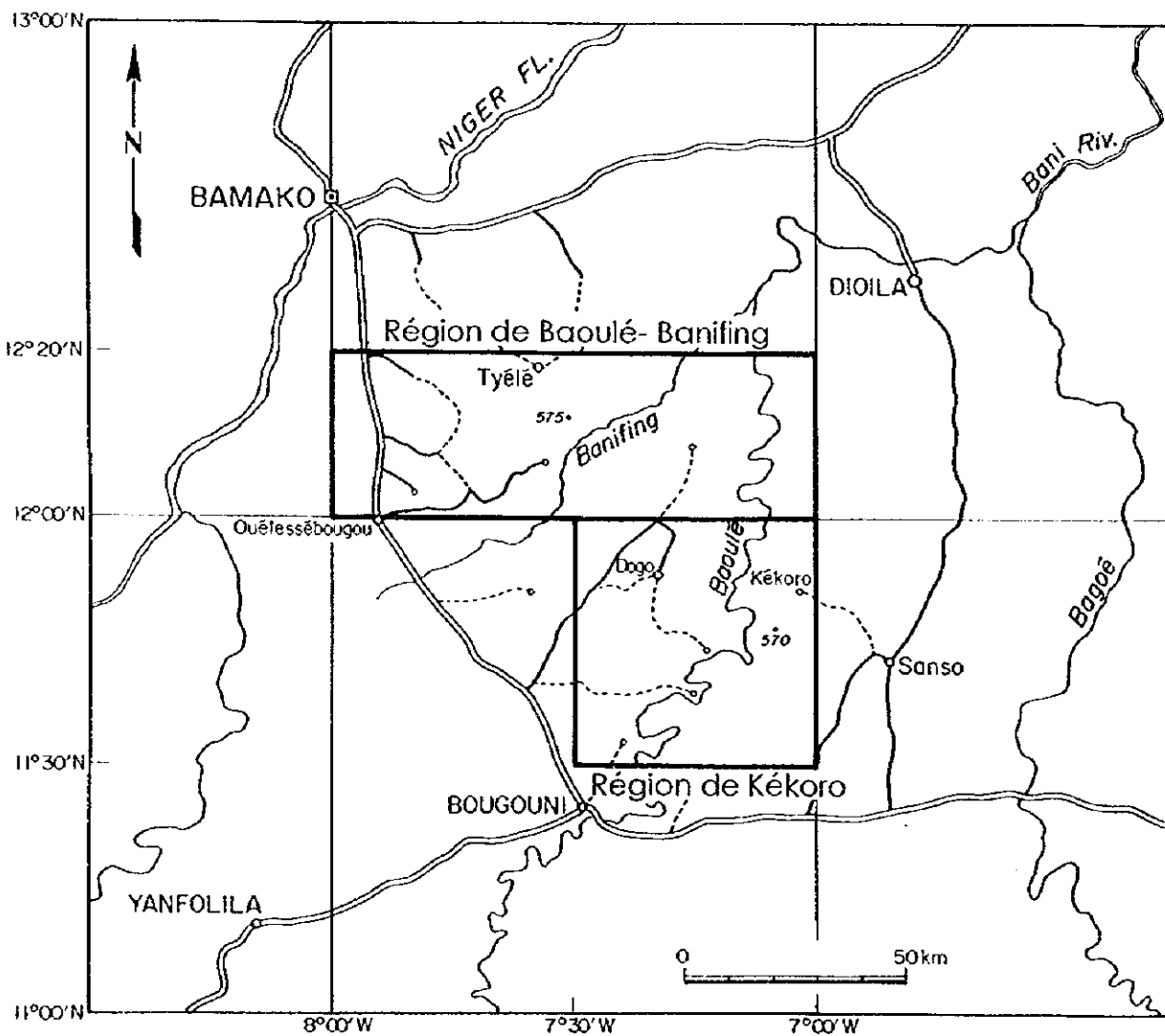
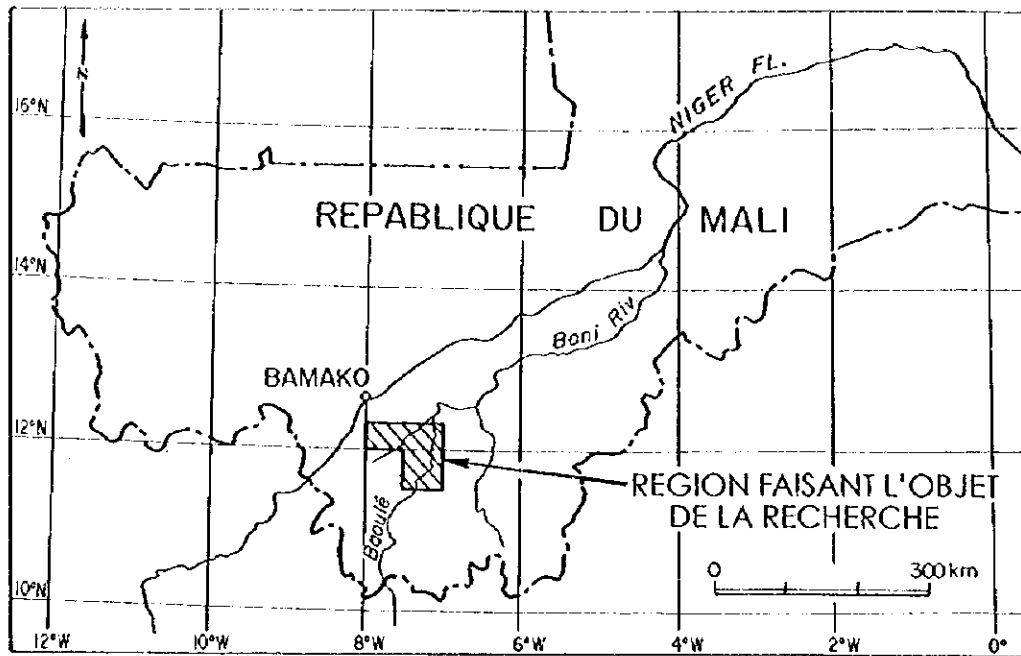


Fig.I-1-1 Localisation des région faisant l'objet de la recherche

調査地域は首都 Bamako の南東 100km を中心とする北緯 11° 30'N から 12° 20'N, 西経 7° 0'W から 8° 00'W を結ぶ区域の内, 南西部の北緯 11° 30'N から 12° 00'N, 西経 7° 30'W から 8° 00'W を結ぶ範囲を除いた地域である。

この区域の内, 主として地化学探査・地質調査を実施した北緯 12° 00'N 以北の範囲をバオレーバニフィンク地域, 主として鉱微地調査を実施した北緯 12° 00'N 以南の範囲を Kékoro 北部地域と呼称する。

1-3 調査内容

調査内容を Tableau I-1-1 に示す。

1-4 現地調査期間

1998 年 1 月 19 日～3 月 13 日 (54 日間)

1-5 調査団の編成

調査団の編成を Tableau I-1-2 に示す。

Tableau I-1-1 Rubriques d'études réalisées

Rubriques	Quantité
1 Durée de travaux sur le terrain	du 21 janvier au 10 mars 1998
2 Analyse d'images LANDSAT	7,000km ²
3 Architecture d'un G.I.S.	à forfait
4 Etude géologique et géochimique (Secteur Baoulé-Banifing)	1,500km ² (distance:1,500km)
5 Etude géologique et géochimique (Secteur Kékoro)	60km ²
6 Etude au laboratoire	
Lame mince	40
Section polie	20
analyse par rayon X	10 (bulk)
Inclusion fluid	15 (homogénéisation et congélation)
analyse chimique des roches minerais	210 (Au, Ag)
analyse chimique des sols	6000 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb)

Tableau I-1-2 Liste des membres de l'équipe au terrain

Contrepartie Japonaise	Contrepartie Malienne
La mission pour négociation et planning	
Sasaki, Takafumi (MMAJ)	Ibrahim Abba Kantao (DNGM)
Uchida, Isao (MITI)	Ibrahima Sissoko (DNGM)
Nawata, Toru (JICA)	Fatiaga Kone (PDRM)
Fujii, Noboru (MMAJ)	Hachimi B. Sidibe (DNGM)
Nishikawa, Nobuyasu (MMAJ)	Emmanuel Thera (DNGM)
La équipe pour l'étude	
Shéf : Shibuya, Akitsura (SUMICON)	Shéf : Emmanuel Thera (DNGM)
Géologique : Hirokawa, Toru (SUMICON)	Géologique : Lassana Guindo (DNGM)
Géologique : Nagao, Takaaki (SUMICON)	Géologique : Baby Fofana (DNGM)
Géologique : Sawatsu, Toshihisa (SUMICON)	Géologique : Mohamed Coulibali (DNGM)
Géologique : Tamura, Masaharu (SUMICON)	
Géologique : Morimoto, Koji (SUMICON)	

MITI: Ministry of International Trade and Industry

MMAJ: Metal Mining Agency of Japan

DNGM: Direction Nationale de la Géologie et des Mines

PDRM: Programme pour le Développement des Ressources Minérales

SUMICON: Sumiko Consultants Co., Ltd.

第1-2章 調査地域の地理

2-1 位置・交通

主として地化学探査・地質調査を実施したバオレーバニフィング地域と主として鉱微地調査を実施した Kékoro 北部地域に分かれる。

調査地域には、北東から南に流れる Baoulé 川、およびその支流である北東から南西に流れる Banfing 川が存在する。これらの河川は雨季、乾季を通じて1年中水を湛え、地域内には橋梁が存在しないため東西方向への移動が不可能となる。そのため、バオレーバニフィング地域の調査には Bamako から南に延びる国道沿いの Ouelessebougou および Sido 北東の Dogo にキャンプを設置した。また、Kékoro 北部地域の調査には Bougouni 東の Koualé から北上した Sanso(Senso) にキャンプを設置した。Bamako から南に延びる国道はアスファルト舗装で、時速 80km で走行可能であるが、その他の道路は未舗装で時速 40km が最大である。

各地点間の距離は以下のとおりである。

Bamako-Bougouni	160 km
Bamako-Sido	128 km
Bamako-Ouelessebougou	77 km
Sido-Dogo	45 km
Bougouni-Kouale	60 km
Kouale-Kékoro	70 km
Dogo-Diamou	34 km
Dogo-Foret classée Banifing Baoulé	54 km

2-2 地 勢

マリ共和国は西アフリカの北緯 10°～25°、東経 5°～西経 12°の間に位置する内陸国であり、全面積の1/3は砂漠地帯である。一般に平地が広がり、北には砂地のなだらかな低地、南はサバンナ、北東部には岩の多い丘陵がある。

調査地域は標高 300 から 350m の緩い高原をなし、諸所に 400m 級の丘陵が散在する。Kékoro 地区には 500m 級の山塊(Kebekourou, Kouloubie, Kolobokourou, Seridjekourou)が特徴的に円形構造をなして配列する。

2-3 気候・植生

調査地域は乾燥・亜熱帯に属し、2月から6月は暑く乾燥している。6月から11月は高温多湿、11月から2月は涼しく乾燥し、3月にはハルマクタンという乾いて焼けつくような砂泥じりの風が吹く。乾季には霞がかかりやすい。また、北部では砂漠化の問題がある。

1月から3月の気温の幅は24~40°Cである。年平均降水量は1,400mmであるが、北部では127mm以下となる。参考として首都バマコの月別平均気温、平均湿度および降水量のデータをTableau I-2-1に示す。

Tableau I-2-1 Température, humidité et précipitation à Bamako

	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

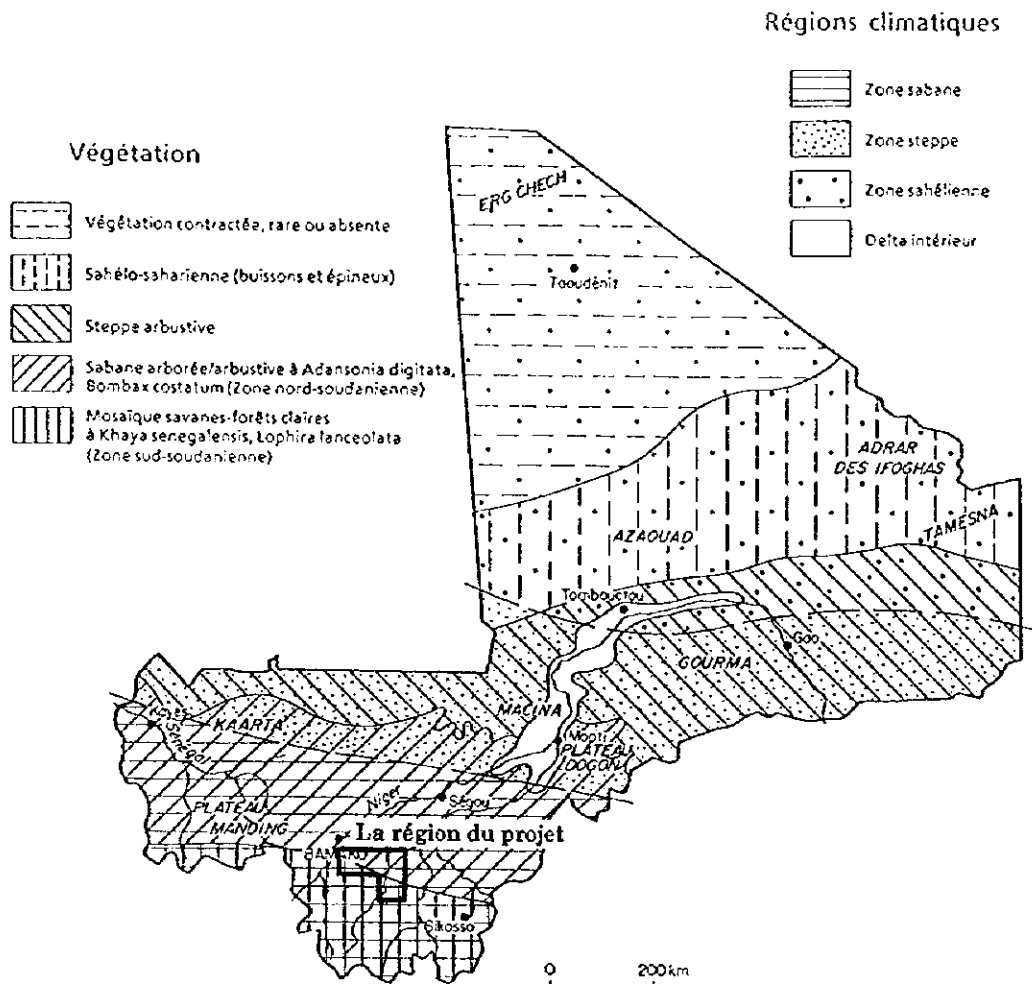


Fig.I-2-1 Climat et végétation

2-4 ラテライト

1980年オーストラリアで地化学探査によりラテライト中の金鉱床(laterite-hosted gold deposit)が発見され(Bodington 鉱床, Au 量:100t), 風化残留鉄床の新たなタイプとなった。この後, ラテライトと金鉱床との関係が重視されるようになるにつれて, 発表論文は1987年以降急激に増加している。

熱帯及びサバンナ地域のように土壌の発達ที่著しい場合において, 金とその指示元素の分布からその鉄床生成モデルを考えるには, 鉄床母岩の風化過程で水平的にも垂直的にもこれらの元素が移動するメカニズムに対する理解が必要となる。

また, ラテライト断面が断ち切られたり, あるいはラテライト性皮殻が極度に再移動した場所では, 偽の地化学異常というべきものができる可能性が指摘されている(Bowell and others, 1996)。従って熱帯地域での地化学探査では, 風化断面における地球化学的プロセスを理解することが, 探査効率を上げるために必要となるであろう。

(1) ラテライト地帯における風化作用の一般論

ラテライト地帯に発達する鉄に富む硬盤(laterite crust, duricrust, ferricrete)は, 鉄に富む土壌が酸化により硬化したものであり, ラテライト化作用(lateritization)という用語はこの硬化作用に対して限定して用いられるようになってきている。ラテライト地帯において, ラテライト断面は, 岩石の深層風化作用と剝削作用, および地下水からの水酸化鉄の沈殿という二つの作用で形成される。

すなわち, 高温・多湿の熱帯地方で, 岩石は数mから10m以上の深さまで風化し, 造岩鉄物は急速に分解して, Fe, Alの含水酸化物になり, 塩基や珪酸は溶脱するため, Fe, Alの含水酸化物が残留風化する。特に明瞭な乾季の存在するサバンナ気候下では, 含水酸化物の結晶化が進み, ゲーサイト(針鉄鉱), 赤鉄鉱, ギブサイトなどができやすい。この風化作用によって, Fe, Alの残留物以外は, その後の侵食によって, 地形的下方に移動し, 石英など風化に耐えたもののみの転石しか残らないことになる。

本報告書で用いたフランスの分類では, ラテライト地域において, 基盤岩より上位の風化断面はその下位から上位に向かってサプロライト(saprolite), 斑紋帯(mottled-clay zone), カラパス(carapace), キュイラス(cuirasse)に区分される。これに対して, 南アメリカ, オーストラリア, 日本での

Tableau I-2-2 Nomenclature de profil de latérite

French	English	Japanese
Cuirasse	Laterite crust, Iron crust,	ラテライト性皮殻, ラテライト皮殻, 鉄石, 鉄石殻, ラテライト
Carapace	Duricrust, Ferricrete	
Zone d'argile tacheté, Zone d'argile bigarée	Mottled clay-zone	斑紋帯
Lithomarge, Saprolite	Saprolite	サプロライト

分類はより大まかである。Tableau I-2-2 にラテライト断面の呼称の比較を示す。

サブロライトは、下部において原岩の組織が残存するが上部に向かって次第に消滅し、構成鉱物は主としてスメクタイトおよびカオリナイトからなる。サブロライトから漸移する斑紋帯では、粘土鉱物の一部が Fe および Al の酸化物および水酸化物で置換され、鉄に富むパッチが形成される。さらに上部になると、Fe および Al の酸化物がさらに濃集し、プリンサイト(plinthite, レングを意味するギリシャ語 *plinthos* に由来)と呼ばれる土壌が形成され、酸化により硬化してラテライト性皮殻となる。ラテライト性皮殻(カラパスおよびキュイラス)はノジュール状結核構造の形成で特徴づけられ、硬化の著しいものがキュイラスと呼ばれる。

地質学では化学的変質作用を考える場合、一次鉱物と水との反応として扱うが、土壌学においては土壌鉱物の生成を土壌溶液の構成成分から議論することが多い。例えば、純水とマイクロクリン(正長石)の反応により、溶液条件の相違により、モンモリロナイト、非晶質シリカ、雲母、カオリナイト、ギブサイトが生成し、その晶出順序は pH により支配されることが明らかにされている(Hatta, 1994)。

Tableau I-2-3 Corrélation de profondeurs entre la simulation et le profil général latérite

Profil latéritique	Assemblage minérale	Épaisseur par simulation	Épaisseur générale
Sol de surface		-	0 - 2 m
Cuirasse	goethite	0.75 m	0 - 5 m
Carapace	goethite+gibbsite+kaolinite	5.75 m	1 - 30 m
Zone d'argile tachetée et De saprolite (Kaolinite)	goethite + kaolinite + quartz + microcline	24.25 m	1 - 100 m
Saprolite (Smectite)	quartz + microcline + montmorillonite	75 m	

de Hatta(1994)

また、Hatta(1994)は地球化学的シミュレーターを用いて、岩石についての風化過程を計算した。すなわち、花崗岩中での加水分解による変質鉱物(ゲーサイト、ギブサイト、カオリナイト、およびモンモリロナイト)への反応を取り上げ、反応の進行に伴う溶液組成の変化、および各鉱物の生成・消失状況、力学的性質の変化を求めた。

まず、花崗岩を構成する各鉱物が生成系に固相を生成しない溶解(congluent solution)を行う。この場合、ある段階まで反応が進行すると、溶液はゲーサイト $[Fe(OH)_3]$ 成分に対して過飽和となり、ゲーサイトが沈殿する。次に、ギブサイト $[Al(OH)_3]$ が過飽和となる環境がつけられる。ギブサイトの生成にともない、溶液中の Al 成分の変化が起こる。さらに、カオリナイト $[Al_2Si_2O_5(OH)_4]$ の生成中にギブサイトが溶解、消失するため、Al 成分の変化は複雑となる。このときゲーサイトの生成は継

続して行われている。反応系の花崗岩成分に飽和し、各種生成二次鉱物も溶解する能力を失った段階で反応は終了する。なお、反応の過程において溶液中の H^+ 成分量は次第に減少する。すなわち pH が低くなる。これは各二次鉱物種の生成に H^+ が消費されるためである。これらの反応は溶液から出発しているため、実際の反応順序は上記の逆と考えればよい。

シミュレーション結果では花崗岩表面からの風化は微小断面でしか示されていないが、一般的なラテライト断面(層厚 100m) に置き換えると、Tableau 1-2-3 に示したようにほぼ実際の風化断面を再現しているようにみえる。

(2) 調査地域内のラテライト断面

Bamako から Bougouni に至るうち、Bamako-Ouelessebouougou 間では、地形の起伏が少ないため、ラテライト断面がほとんどみられない。Ouelessebouougou と Bougouni はそれぞれほぼ Banifing 川と Baule 川の本流境界に当り、両河川の間は標高 320 から 380m の緩い高原をなし、両水系に属する 3 から 10km 間隔の浅い河川(乾季には全て水位がない)が発達している。この間の国道切り割りには不完全なラテライト断面が諸所にみられ、特に Ouelessebouougou - Keleya 間ではラテライト断面が良く観察できる。この間の国道切り割りにみられるラテライト層序は上位から、キュイラス(cuirasse)、カラパス(carapace)、斑紋帯(argile tachetee, mottled clay zone)、サブロライト(lithomarge, saprolite)で構成され、下位の原岩(protolith)はみられない。

ここでのキュイラス(厚さ 4 m)は赤褐および黄褐の混合色を示すヘマタイト・ゲーサイトのノジュールを多く含み、その最上部の 30 から 50cm はいわゆる鉄石(iron crust, ferricrete, duricrust)と呼ばれ、極めて硬い。一般にラテライト台地の縁辺(斜面崩壊部)では直径数 10 cm 大のキュイラス転石がみられる。

カラパス(厚さ 2 m)はキュイラスから漸移し、カオリナイトを主とする粘土分がやや多く、ハンマーで容易に砕ける。斑紋帯(厚さ 1 m)は淡灰～黄灰色粘土中に赤色ヘマタイトのスポット(斑紋)が散在する。サブロライト(厚さ 5 m 以上)は灰～灰褐色を呈し、カオリナイトを主とする粘土からなり、原岩の組織が残存する場合がある。

一方、Kékoro など鉱徴地におけるピットの多くはカラパスおよびキュイラスの層準から掘削しており、石英大礫はこれらの層準にはみられず、その近傍の低地に転石としてみられる。これらの石英転石と後述の石英礫線(quartz stone line)との関係ははっきりしない。

Kékoro 地区の記載ではキュイラス-カラパスの層準を、野外名としての、ラテライトあるいはピソリスと呼称されている場合があるので注意されたい。

(3) ラテライトと金の富化作用

Bowell and others(1996)は、サバンナ地域の代表として Syama およびその南方 100km に位置する Senoufo 探鉱域を、熱帯湿潤地域の代表として Cote d'Ivoire 中部の Hire, および Ghana の Kubi 探鉱地を対象として、ラテライト性土壌断面と地化学異常との関係を詳細に示した。

すなわち、サバンナ地域と熱帯雨林気候地域での、金鉱床におけるラテライト性土壌断面では、金は特徴的にサブロイト下部(地表下 50-60 m 付近)で顕著に富化していることを明らかにした。これに次いでキュイラス直下の粘土帯の上部、地下水面付近にも金の富化作用を認めた(Fig.1-2-2)。また、熱帯雨林気候地域では顕著な金富化作用は石礫線(stone line)に沿ってみられ、金の溶脱帯は富化帯の下(上部サブロイト)および上(キュイラスの表層部あるいは石礫線)にみられることを明らかにした。

土壌断面における金の拡散は次の二つの機構で起こるものと考えられる。

1) 機械的拡散

風化とそれに引き続く古地表の浸食。これは鉱化作用中心部からの金の水平方向への移動をもたらす。機械的拡散はとくに季節的変化に富む長期にわたるの風化作用によって生じる。

2) 水理学的拡散

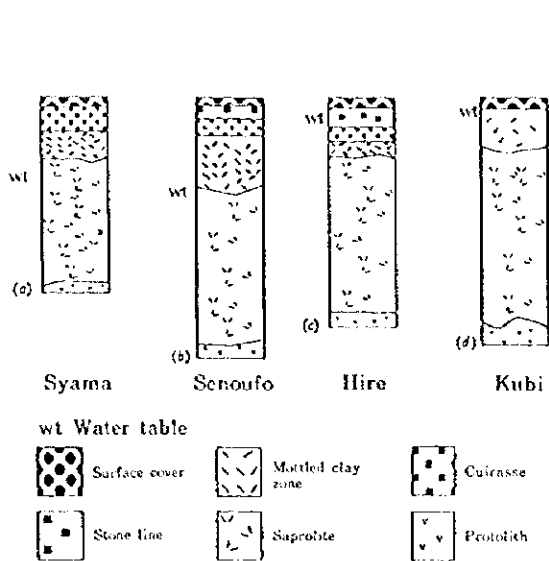
溶液中での金の溶解と移動。適当な条件下では多くの化学元素は地下水位面下の溶液中で水平的にも垂直的にも移動する。金は水溶液中を移動するために、錯塩を形成するための適当な配位子 (ligand, OH⁻, Cl⁻, I⁻, S₂O₃²⁻, CN⁻, NH₃, Fulvic acid フルベン酸など)を必要とする。

例えば、強い酸化環境で、酸性、かつ Cl 濃度が高い場所で Au は Cl 錯塩として溶解・可動し、また、おそらくヨウ素錯塩としても溶解できる。このメカニズムは多くのラテライト地域において重要で、ヒドロキシ塩としての Au が可動性を示唆すると考えられている。Gabon では壊変を受けていないラテライト断面中での金の可動性を説明するために、AuClOH, AuOH·H₂O の安定性を重視しており、また、土壌中では Au(OH)₂ FA⁻ (FA は Fulvic acid)の安定性を考えている。これに対して Ghana 南西の Ashanti 鉱山では AuOH·H₂O, Au(S₂O₃)₂⁻, Au(CN)₂⁻および Au(OH)₂FA が重要としている(Colin and Ambrossi, 1993)。

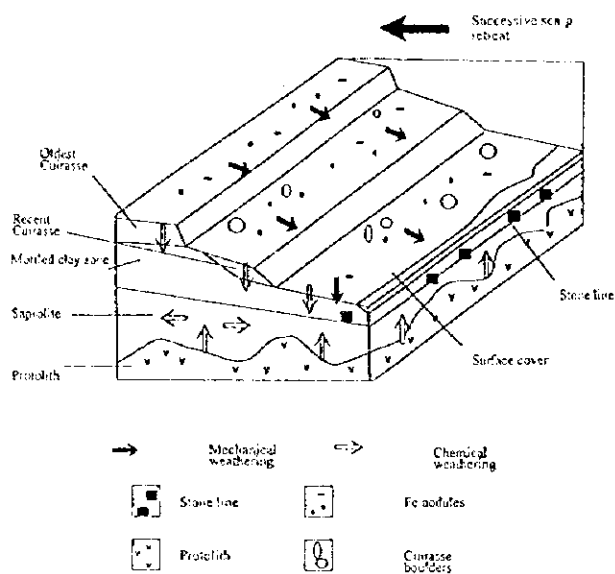
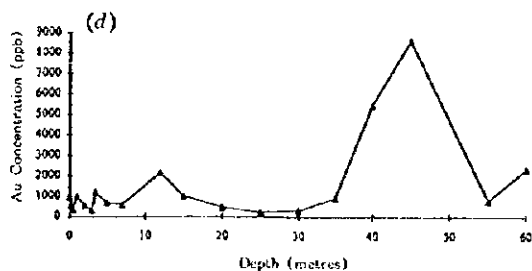
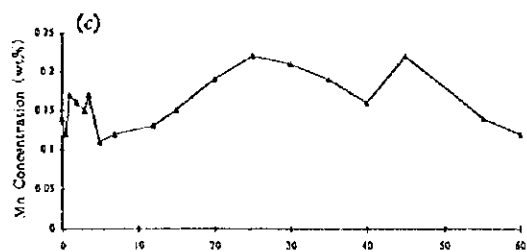
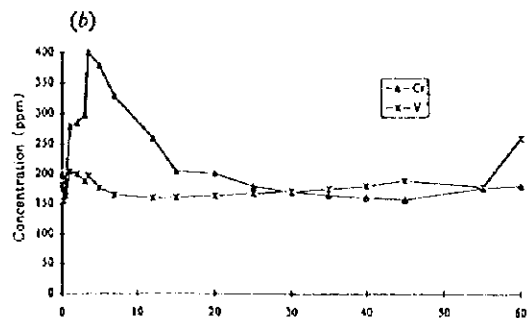
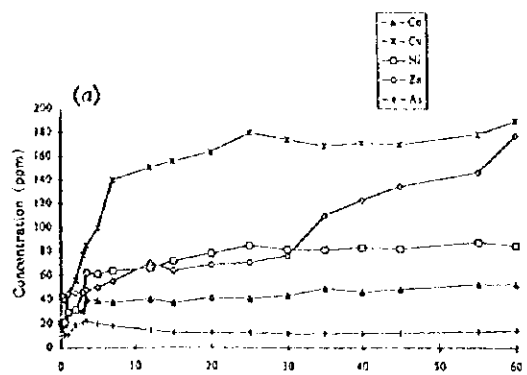
Bowell and others(1996)の結論を要約すれば、サバンナ地域における風化断面において、水平的な金の拡散をみるとサブロイト下部で富化し、弱くはあるが、鉄富化帯および斑紋帯にも濃集がみられる。これは地形の壊変に伴う残留集積作用と、微細な金粒の集積(illuviation), および水理学的な拡散によるものである。サバンナ地域では機械的な移動が大きく、これが見掛け上の二次的な異常をたくさんつくるものになるといわれる。

彼らのモデルでは言及されていないが、サブロイト下部で金が濃集するのは、この層準が主としてスメクタイトで構成され、スメクタイトの吸着能力が大きいことによる可能性がある。また、西アフリカのラテライト化作用は第三紀から始まったと言われており、金の富化作用があるとされる地下水位

が、いつの時代の地下水位に規制されるのかはっきりしないなどの問題点がある。



(A) Different horizons of tropical weathering profile.
 (a) Syama mine, Mali; (b) Yvette prospect, Senoufo concession, Côte d'Ivoire; (c) Agbaou prospect, Hire concession, Côte d'Ivoire; (d) Kubi prospect, Ghana (from Bowell and others, 1996)



(B) Schematic representation of laterite weathering profile typical of West African savanna (Butt and Zeegers;1992, Bowell and others, 1996)

(C) Trace element geochemistry versus depth at Syama mine.
 (a) Co, Cu, Ni and As; (b) Cr and V; (c) Mn; (d) Au soil log ornament as in (A) (Bowell and others, 1996)

Fig.I-2-2 Exemples de profil d'altération schématique, profil de latérite, géochimie à la savane de l'Afrique occidentale

用語集

カラパス(carapace): 地表または浅い部分にできる硬い Fe-Al 質の魚卵状結核からなるセメント層をラテライト性皮殻といい、硬化の程度により carapace(手で壊れる) cuirasse(つるはしでやっとなげける)に区別される。

キュイラス(cuirasse): 地表または浅い部分にできる硬い Fe-Al 質の魚卵状結核からなるセメント層をラテライト性皮殻といい、硬化の程度により carapace(手で壊れる) cuirasse(つるはしでやっとなげける)に区別される。

コロイド浸透(colloid-infiltration): コロイド分散の形で土壌物質が移動する過程。

サプロライト(saprolite): 軟らかく、土っぽく、特徴的に粘土分に富む。サプロライトは岩石が崩壊・壊変する過程のものであり、火成岩・堆積岩・変成岩が化学的風化を受けることによって形成される。特に、湿潤および熱帯性気候あるいは亜熱帯性気候下で、しばしば 100m 以上の厚さの層.bed)あるいは表層部(cover)を形成する。色は一般にやや赤みあるいは褐色みを帯びるが、白色・灰色を呈する場合も多い。Saprolite は風化前の岩石の組織・構造を保持していることが特徴である。(Bates and Jackson, 1980: Glossary of Geology. American Geological Institute)

デューリクラスト(duricrust): 半乾燥気候帯における、土壌の表層あるいは上部層位にみられる硬盤(hard crust), cuirasse および carapace に相当。

フェリクリート(ferricrete): 礫・砂が鉄酸化物で膠結された礫岩。 cuirasse に相当。

プリンサイト(plinthite, レンガを意味するギリシヤ語 plinthos に由来): 三二酸化物に富み、腐植が少なく、粘土と石英およびその他の希釈物との高度に風化した混合物で、一般に赤色斑紋、通常は板状・多角形状または網状パターンとして生じるもので、硬化していない。酸化すると硬化し、いわゆるラテライト(ラテライト性皮殻)となる。

ラテライト化作用(lateritization): 今日では、土壌生成作用を表す用語としては用いられず、プリンサイトが硬化してラテライト性皮殻が形成される過程に限定して用いられるようになってきている。これに対して土壌生成作用を表す用語としてラテライト化作用のかわりに鉄アルミナ富化作用(ferrallitization)という述語が一般的に使用されるようになってきている。

ラテライト(laterite): 古くは三二酸化物に富み、腐植が少なく、粘土と石英およびその他の希釈物との高度に風化した混合物で、ラテライト性土壌およびその硬化物と同義であるが、現在ではラテライト性皮殻に限定する場合が多い。

ラテライト性皮殻(lateritic crust): 地表または浅い部分にできる硬い Fe-Al 質の魚卵状結核からなるセメント層をラテライト性皮殻という。硬化の程度により carapace(手で壊れる) cuirasse(つるはしでやっとなげける)に区別される。

レゴリス(regolith): 砕屑性あるいは未固結物質の表層あるいは皮殻の総称。岩屑、火山灰、氷河堆積物、沖積層、レス、風成堆積物、腐植堆積物、土壌を含む。

解膠浸透(peptization-infiltration): 土壌中で粘土が解膠されて、粘土粒子が分解されることがなく浸透されて移動する過程。粘土粒子の解膠剤としては、分子状あるいはコロイド状に分散した遊離珪酸や有機物などが考えられている。この過程はレシベ化作用(lessivage)や粘土の機械的移動(illimerization)と同義である。

結核(concretion): ある成分が一部に濃縮,あるいは除去されることによってある成分が濃縮・硬化したものを結核という。酸化鉄からなる nodule および pisolite 等を形成する。

懸濁浸透(suspension-infiltration): 土壌物質が肉眼または光学顕微鏡でみえる程度の微粒子として土壌溶液中に分散し,懸濁液の状態で移動する過程。粗粒質な土壌で進行するが微粒質な土壌では停止する。

再食(rework): 一度定着した未固結あるいは半固結堆積物が機械的あるいは化学的に削られ,その後再び堆積する現象。普通は別の場所に運ばれ,若干の分級作用は生ずるが,円礫はほとんど生じない。この作用により生じた角礫が別の岩質の堆積物中に含まれる場合は偽礫と呼ばれる。土壌学でいう石礫線(stone line)も同様の過程で形成される。

石礫線(stone-line): 角礫あるいは亜角礫の岩片(あるいは石英)がほぼ線状に配列すること。斜面表層に平行し,地表下数メートル下にある土壌母材の直上に乗る。石礫線はこの土壌が異なる母材の層をもった多元土壌であることを示し,以前に存在した母材が動かされていることを示唆する。carpedolith ともいう。

斑紋(mottle): ある成分が一部に濃縮,あるいは除去されることによって土色が周囲と異なったものを斑紋という。

分子浸透(molecular infiltration): 鉄やアルミニウム(おそらく珪素も)が一次鉱物あるいは水酸化物の状態から,有機物の影響を受けて負に帯電した安定な分子状,キレート化合物の有機-無機錯化合物の状態に変わり,土壌断面内を移動する過程を言う。キレート洗脱(cheluviation)と同義である。

溶脱(leaching): 塩化物,硫酸塩,炭酸塩その他の簡単な塩類が土壌溶液中に溶解して除去される過程。

第 I-3 章 既往調査

3-1 マリ共和国南西部の地質と鉱床

3-1-1 地質背景(西アフリカの地質)

西アフリカは、西アフリカ・クラトンを中心とし、大西洋側の西アフリカ褶曲帯および内陸側の汎アフリカ造山帯によって特徴付けられる。

西アフリカにおける主要な変動は、先カンブリア紀の4回の造山運動からなる。これらはリンポポーリベリア造山(27±2億年前)、エブルニア造山(20±2億年前)、キバラ造山(11±2億年前)および汎アフリカ造山(6±2億年前)である。これらの変動を終了して古生代に入ると、西アフリカは広く安定化し、その後現在までの大地の緩慢な隆起・沈降はあっても激しい変動は受けていない。

西アフリカ・クラトンは、先カンブリア紀に起こった4回の造山運動のうち、末期の汎アフリカ造山運動の影響をほとんど受けなかった地域で、先カンブリア紀の基盤岩類と先カンブリア紀後期以降の卓状地堆積物で構成される。

Tableau I-3-1 Corrélation de stratigraphie

	Ghana	Côte d'Ivoire	Liptako, NE Haute Volta, and W Niger	
c. 2030 Ma	Tarkwaian { Huni formation (quartzites and phyllites) Tarkwa formation (phyllites) Bankel formation (quartzites and conglomerates) Kewese formation (conglomerates)	Windéné granite and Boudoukou type granites	Epizonal sediments of the Amarasinde and Bellekoiné formations	
		Kinkéné series	— the Liptekoian	
c. 2130 Ma		~~~~~	Eburnian II ~~~~~ ?	~~~~~
		Upper Birrimian { Syntectonic and intrusive granitoids Basic volcanic formation Acid volcanic formation Volcanic arenaceous formation	Baoulé type granites Volcano-clastic formation de Louga = Séries de Inahiri	Granitoids Mesozonal metamorphites of the Dibirshi and Tambao formations
c. 2270 Ma	~~~~~	Eburnian I ~~~~~		
	Lower Birrimian { Upper arenaceous formation (sandy flysch) Upper argillaceous formation (pelitic flysch) Middle arenaceous formation (sandy-pelitic flysch) Lower argillaceous formation Lower arenaceous formation	Orthogneissified granitoids Flyschoid formation de Kounoukou and Doulayeko paragneiss		
+2600 Ma	?	~~~~~ ? Niéga-Pauli Plage gneissified granite Monogaga paragneiss	~~~~~ ? Pre-Birrimian crystalline basement	

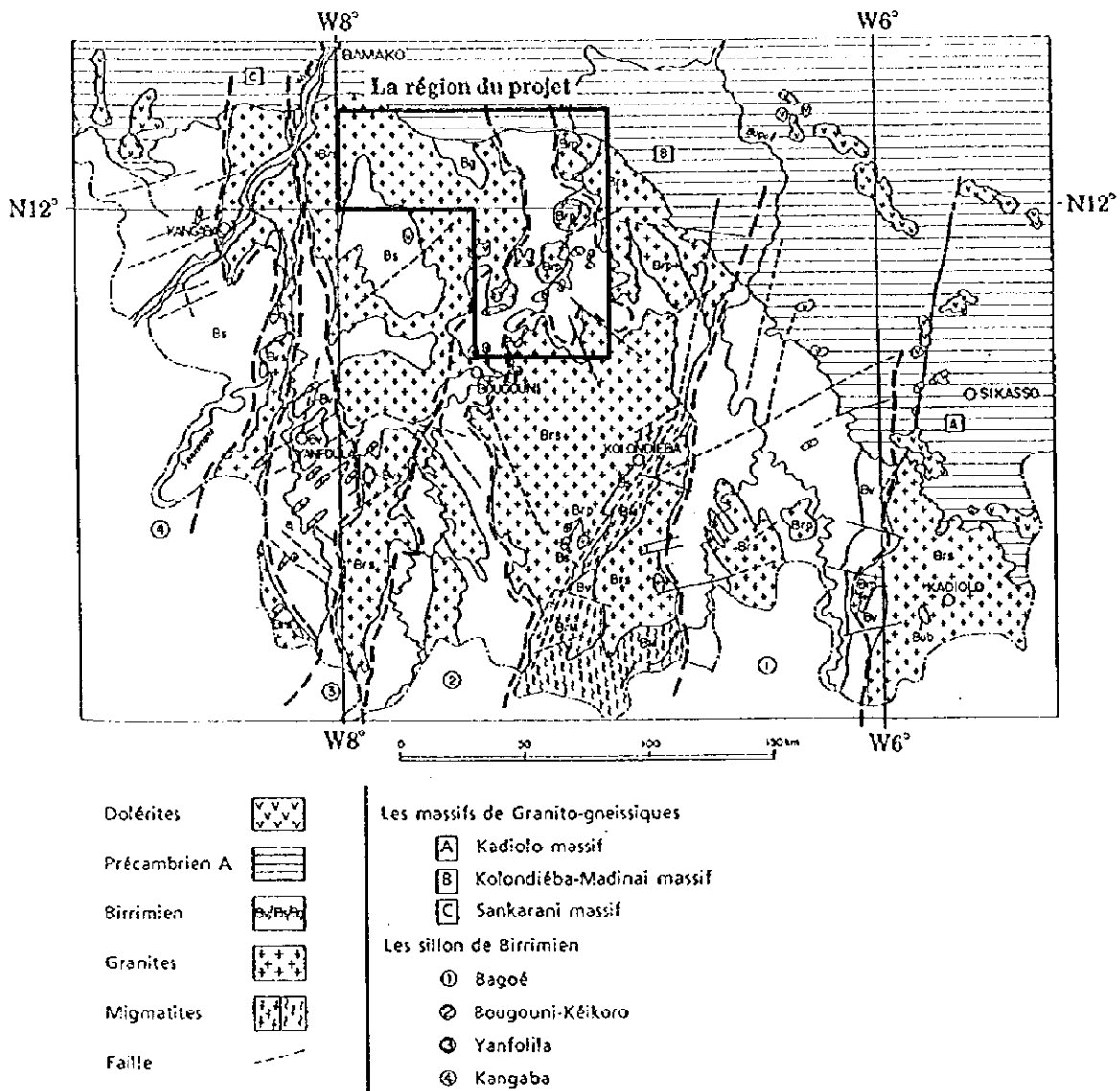


Fig.I-3-1 Esquisse géologique du sud-ouest du Mali

西アフリカ褶曲帯は、前～中期古生代の卓状地堆積物からなり、パリスカン造山に相当する古生代後期の造山帯である。褶曲帯は東側の変形を主とした地帯と、西側の変形・変成作用や火成岩の貫入を受けた地帯に分けられる。

汎アフリカ造山帯は、先カンブリア紀末期の汎アフリカ造山の変動を受けた地帯で、先カンブリア紀の基盤岩類と古生代以降の卓状地堆積物で構成される。

このように、西アフリカの地質は、西アフリカ・クラトンを中心とするクラトンの形成と成長、クラトンの縁での地向斜の発達と造山運動(汎アフリカ造山)、安定なクラトン地域での卓状地堆積物の堆積などで特徴づけられる。先カンブリア盾状地には、古生代以降少なくとも3回の性質を異にする火成活動がみられる。

西アフリカ・クラトンは地域的に多少の違いはあるが、Birrimien 累層群とこれを貫くパリス状花崗岩類からなる。

Birrimien 累層群は褶曲し、やや変成した火山岩および堆積岩を含んだ地層群であり、主に原生代のグリーンストーン帯からなる。時には数 100km にわたって延長する幅の狭い(数 10km)地帯を構成する。23～19 億年前に堆積したと推定される Birrimien 累層群は、特に火山性(変玄武岩、安山岩、凝灰岩)の下部 Birrimien と、主として堆積性(片岩、アルコーズ砂岩、グレーワッケ)の上部 Birrimien に分けられる。

これらの岩体で構成される西アフリカ・クラトン(基盤岩)は白亜紀に貫入したといわれるドレライト等の小岩体(ダイク、シル)で切られる。

3-1-2 調査地域周辺の地質

Kékoro 北部地域および周辺地域は、西アフリカ・クラトン南側の基盤岩地帯に属し、花崗岩類と Birrimien 累層群が分布する。

花崗岩類はアンチフォームをなして広く分布し、東から西へ Kadiolo 岩体、Kolondieba-Madinani 岩体および Sankarani 岩体に分けられる。一方、Birrimien 累層群は花崗岩中に幅数 10km で北北東-南南西方向に数 100km にわたって延長する複数のシンフォームを形成している。Birrimien 累層群は、東から西へ向かって Bagoé 帯、Bougouni-Kékoro 帯、Yanfolila 帯および Kangaba 帯の4つに分けられる。

Bagoé 帯は Bagoé 川沿いに延びる複向斜構造を形成する。その中央部は陸成堆積物(片岩、グレーワッケ)によって占められる。一方周縁部は、変火山岩類(安山岩、玄武岩、石英安山岩、凝灰岩)からなり、稀に礫岩およびグレーワッケが分布する。

本調査地域の属する Bougouni-Kékoro 帯は泥質片岩および変砂岩で構成され、一部に黒

裏母に富んだホルンフェルスを伴う。また、変火山岩類を伴うこともある。

Yanfolila 帯はフリッシュ型の堆積岩(片岩とグレーワック)で特徴付けられるが、そこには火山岩や珪岩が含まれる。

Kangaba 帯は大部分がギニアに分布する。そのため、あまりよく知られていないがおそらく Yanfolila 帯に類似していると考えられる。

3-1-3 調査地域近傍の金鉱床

金は主にマリ南西部の Birrimien 累層群中に分布する。マリ共和国における金の生産は、以前は自営の採掘者による生産のみであったが、現在は主に大手外国企業(BHP, Anglo American, Randgold 等)によって採鉱、開発が行われている。以下に代表的な鉱山、鉱床について記述する。

(1) Syama 鉱山

Bamako の南東 300km に位置する。1980～1986 年の UNDP の調査によって、カットオフ品位 3 g/t での鉱量 1,550 万 t, 金量 100 t 以上と予想された。1990～1997 年までに表層の酸化鉱の開発が行われ、約 24t の金を産出した。1997 年の生産量は 4.1 t であった。この間 Syama extension, Syama alpha 等の衛星鉱床の発見があり、金量で 2.3t, 鉱山寿命で約1年の増加があった。現在硫化鉱を採掘する第2フェーズに入り、鉱量は 2,100 万 t, 品位 4.02 g/t といわれる。開発は SOMISY 社(Randgold 社 65%, マリ共和国政府 20%, Societe Financiere Internationale (IFC)社 15%)によって行われている(MMAJ internal report, 1998)。

(2) Sadiola 鉱床

Kayes の南方 77km に位置する。可採鉱量 4,920 万 t, 品位は 2.86g/t Au, 金量にして約 140t が予想され、1996 年 2 月から年産 12 t の計画で生産を開始した。1997 年の金生産量は 12.2 t であった。現在 AAC(38%出資)によって、急速に開発が進んでいる。開発は AAC(38%)の他、Iamgold 社が 38%, マリ政府が 18%, そして国際金融公社(IFC)が 6%を出資している。また、インフラストラクチャーとして、Sadiola と Kayes 間の 76km の道路整備および、セネガル川からの 56km の水パイプラインを設置している。

(3) Loulo 鉱床

Kenieba の北西約 30km に位置する。1983 年に発見された鉱床で、品位 5 g/t, 金量 120 t と推定されている。1992 年にすでに第1フェーズの試錐 6000m を実施し、1993 年に第2フェーズの試錐前期 3000m, 後期 4000m を実施している。現在 SOMILO(Societe Minere de Loulo)社によって F/S が行われている。SOMILO 社の資本構成は、Randgold Resources 51%, La Source 29%, マリ共和国政府 20%である(MMAJ internal report, 1998)。

(4) Kalana 鉱床

本地域はギニアとの国境に近いYanfolilaの南約42kmに位置している。確認金量50～57t、平均品位13～15g/t Au。旧ソ連の技術支援を受け、1985～1991年に2～3tの金を生産。旧ソ連崩壊後、操業を休止した。現在マリ政府(100%)が所有しているが、現在世銀は民営化を進めている。

(5) その他の金鉱床

Morila および Donba 探鉱地: Kékoro 地域周辺で最も探鉱が進んでいるのは、Kékoro の南東約30kmに位置するMorila および Donba 鉱徴地で、1992年にBHPが鉱区を取得し、現在Randgold社に売却されている。この鉱徴は、Birrimienの変砂岩中の含自然金、黄銅鉱-硫砒鉄鉱鉱染鉱床である。ここは、地域住民による砂金採取などの地表兆候のなかった箇所、地表およびピット・トレンチによる地化学探査、物理探査、試錐探査により発見に至ったものである。1998年3月現在で27トンの金量を把握しているという(現地Randgold社地質技師談話)。

本調査域における既知鉱徴の分布とMorila および Donba 探鉱地の位置関係をFig.I-3-2(2)に示す。Randgold社のDonba および Morilaはこの図の南東部に位置し、本調査域内の既知鉱徴であるKékoro, Diamou, Kouloukoro, およびBanifing-Baoulé(今回の調査で発見)は、それらの北西延長に当たる。この方向はBirrimien累層群Bougouni-Kékoro帯の片理が示す主構造NNW-SSE方向にほぼ一致し、NW-SE方向のリニアメントの方向に一致するとみることができる。特に、既に鉱量が確認されている鉱徴地(Donba および Morila)の近傍(北西20km)に位置するKékoro 鉱徴地のポテンシャルが注目される。

(6) 生産実績

1997年のマリ共和国の金輸出力は18.5トンに達し、前年の6.85トンに対し3倍弱と大幅に増加した。これは、1997年1月に生産を開始したSadiola金山(IAM GOLD社およびAnglo American社等が所有)によるもので、1997年の金生産量は12.2トンに達した。また、Randgold社などが所有しているSyama金山は4.1トンの金を生産した。1998年はSyama金山の増産などにより20～21トンまで増加する見通しであるという。

マリでの最近の金生産量を以下に示す。

1991年 4.6トン

1992年	6.0
1993年	6.4
1994年	6.3
1995年	不明
1996年	6.85
1997年	18.5

3-2 調査地周辺の既往調査

(1) 探査実績

Kékoro 地域内では、1972～1974 年に BRGM によって Kékoro 周辺の 30,000km² で Cu, Ni, Pb, Zn, Sn, Li, Nb, Ta を主目的とした広域地質調査(一部地化学探査を含む)が実施された。

また、1991～1993 年に、JICA-MMAJ によるマリ共和国ブグニ地域の資源開発協力基礎調査が実施され、1994 年には同地域内でのフォローアップ調査が実施されている。なお、この調査結果から、本地域内の Kékoro 周辺で金鉱床の賦存可能性が高いという結果が得られている。

(2) 鉱業権

Kékoro 北部地域の周囲では、BHP 社および Randgold 社によって鉱区が設定されている。Kékoro 北部地域では外国鉱山会社数社から探査免許申請が申告されているが、マリ共和国地質鉱山局(DNGM)は日本との協力調査のため、Kékoro 北部地域内での鉱区設定は許可していない。

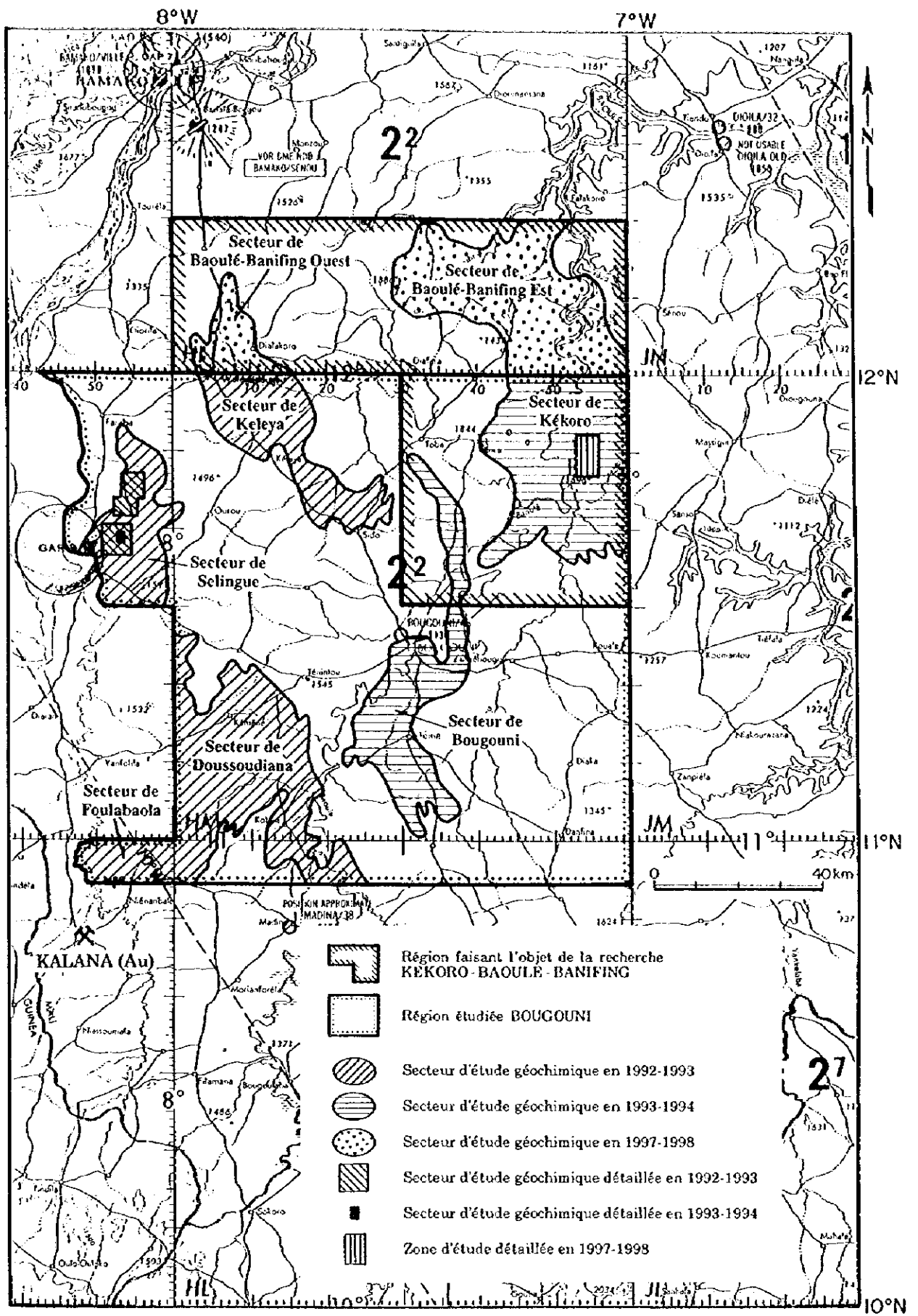


Fig.I-3-2(1) Recherches antérieures dans la Région et les zones minéralisées



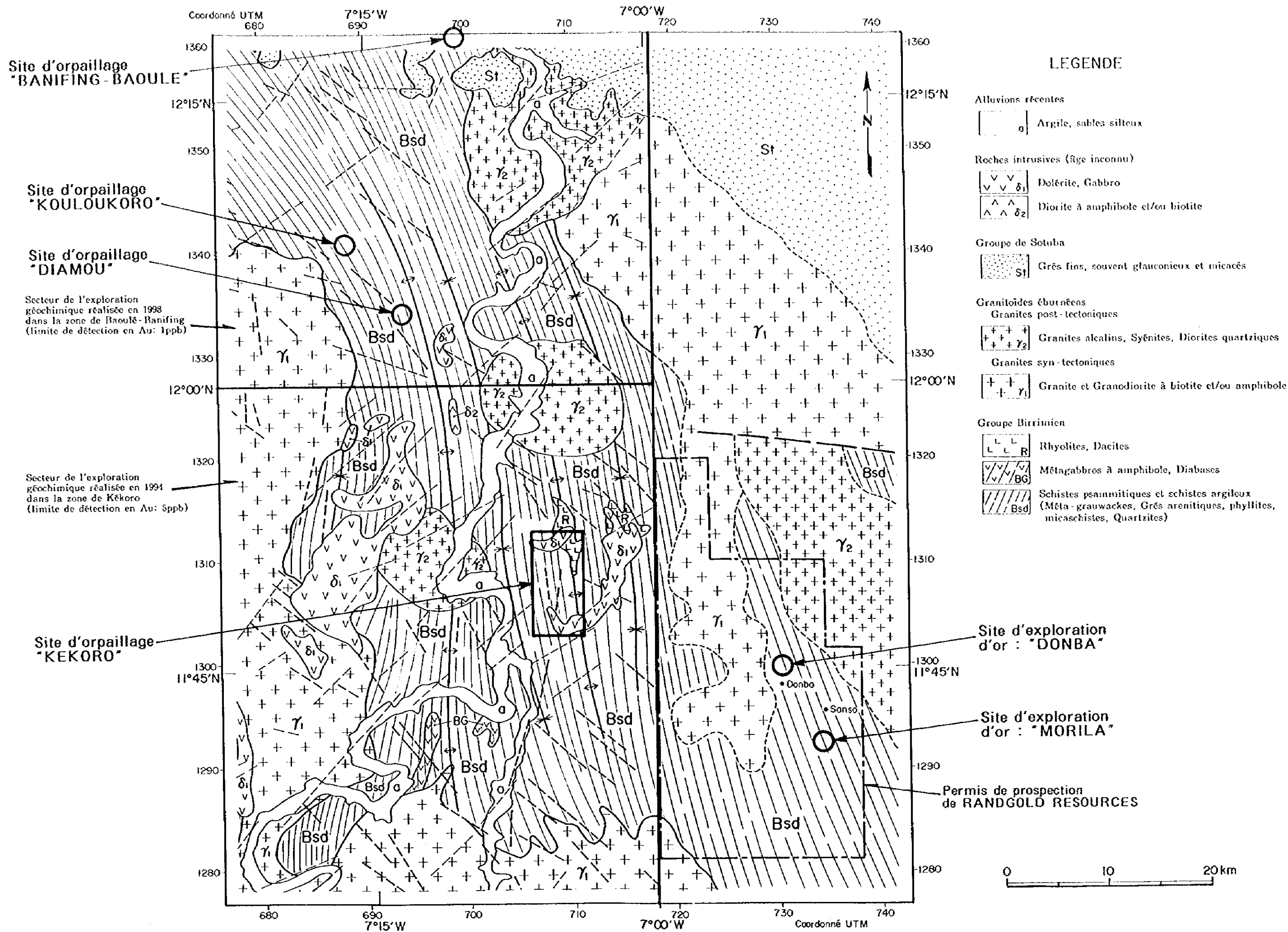


Fig.I-3-2(2) Distribution des zones minéralisées dans la région de la présente recherche et à son voisinage

第 I-4 章 第 1 年次調査結果の概要

4-1 Kékoro 地域

Kékoro 鉱徴地は、Kékoro 集落の南西約 2km に位置する (Fig.II-1-1)。鉱徴地周辺では、比高差 100m~200m の急峻な山地が環状に配列し (直径約 10km)、その内側に盆状の低地が発達する。急峻な山地には、ドレライトや流紋岩等の貫入岩類が分布し、内側の低地には、ラテライトに厚く被われた丘陵・台地や沖積低地が広く発達する。転石から判断して、ラテライトの下部には Birrimien 累層群の砂質岩が広く分布しているものと推定される。Kékoro 鉱徴地はその分布状況から、北から順番に、Kékoro F, Kékoro A, Kékoro B, Kékoro C, Kékoro D および Kékoro E の 6 地区に細分される (Fig.II-1-3)。

Kékoro 鉱徴地では、ラテライトとその二次堆積物中の金の採掘が 14 世紀から近年まで行われ、そのピット跡地は現在でも多数確認することができる。しかし、1970 年頃から綿花栽培による現金収入が可能になり、1998 年現在、組織的な採掘はほとんど行われていない。MMAJ/JICA(1994)は、当地区で大規模な地化学異常を発見し、この異常が Birrimien 累層群の熱水変質作用 (特に珪化および黄鉄鉱・硫砒鉄鉱・硫砒鉄鉱・硫砒鉄鉱) に伴う金の鉱化作用に起因する可能性が高いことを指摘した。従って、今年度は鉱徴地の分布と金の産状に関する調査に重点を置いた。

今年度の主要な調査成果と、今後の調査方針を以下に示す。

(a) ピットと鉱徴地の分布: GPSによる測地以外に簡易測量を実施することで、南北 9km、東西 3km にわたるピットと鉱徴地の分布を図化した (Fig.II-1-3)。その結果、Kékoro A, Kékoro B, Kékoro C 地区のピット群は連続した鉱徴地の中に位置するものであり、Kékoro D, Kékoro E, Kékoro F 地区のピット群は、各々独立した鉱徴地に掘られていることが明らかとなった。しかし、これら鉱徴地が南北方向の地質構造に強く規制されて分布していることから、当地区の金鉱化作用を理解するには、鉱徴地周辺の狭い範囲の調査だけでは不十分であることが指摘される。そこで、今後は空中写真の判読、地表地質精査および精密地化学探査からなる大縮尺の地質図の作成が必要であることが提案される。

(b) 金の産状: 旧ピットでの採掘対象の大半は、ラテライト (特にキュイラスおよびカラパスとその二次堆積物) および河川堆積物であり、一部のピットでは、石英脈や強珪化流紋岩岩脈が採掘対象となっている。ピットの底がサブプロライトに及んでいる箇所は、Kékoro F 地区を除いてほとんどない。Tableau II-1-2 に、Au:0.1g/t 以上を示した試料の分析結果を示す。ピット中の褐色のラテライトは Au:0.1~0.4g/t、サブプロライトは Au:2.7~3.7g/t、石英転石は Au:0.4~86.0g/t、流紋岩岩脈は Au:0.2g/t を示す。

(b)-1 ラテライト、サブプロライト中の金: 一般に、ラテライト中の金は、ラテライト化作用と地下水変動の相互作用により、初生的な鉱化帯から二次的に移動したものであると考えられている。この二次移動帯は、ラテライトやサブプロライト中でキノコ状に広がり、初生的な金の鉱化帯は、このキノコ

の傘の下に存在する可能性が高い。したがって、はじめにキノコの傘を発見・評価し、その後、初生的な鉍化帯を探査することになる。西アフリカにおける過去の探査事例から、初生的な金鉍化帯の位置を特定するためには、少なくともサブロライト中のキノコを把握する必要があると言われている。したがって、今後の探査手法として、パーカッションドリリングによる深部地化学探査とピット掘削の組み合わせが有効と考えられる。パーカッションドリリングはコストが安く、サブロライトの上面深度が深い場合でも十分対応可能である。ピット掘削は、安全上、深度 7~8m が限界であるが、コストはさらに安い。そこで、パーカッションドリリングとピット掘削を、場所ごとに適当に組み合わせ、効果的な探査を行うことが望ましい。

(b)-2 初生的な金の鉍化作用：初生的な金の鉍化を確認したのは、Kékoro A, Kékoro B, Kékoro C 地区の石英転石と、Kékoro E 地区の珪化流紋岩岩脈の露頭においてである。石英転石の分析結果によれば、鉍染状の硫砒鉄鉍を伴う石英転石で Au:86g/t、角礫化した石英脈を有する泥質片岩で Au:0.5g/t、粗粒の暗灰色石英転石で Au:0.4g/t を示す。石英転石の検鏡結果によれば、径 10~40 μ m のエレクトラムが、細粒・半自形の黄鉄鉍の周縁や、針鉄鉍細脈と石英の間の空隙中に認められた。また、Au:0.2g/t を示す珪化流紋岩岩脈には、鉍染状の硫砒鉄鉍、黄鉄鉍、磁硫鉄鉍が顕著に認められる。以上の観察結果から、金の鉍化と硫化鉍物の鉍染が密接に関連しているものと考えられる。

(c) 鉍化帯の地質構造規制：沖積層の砂金採掘箇所を除き、ピットと鉍微地は、長さ 9km にわたり南北方向に配列する。Kékoro A と Kékoro B 地区では、南北方向もしくは北東-南西方向に瘦せ尾根や地形変曲点が発達し、その近傍から採取したラテライトや石英転石に顕著な金の濃集が認められた。Kékoro E 地区では、金の鉍化が生じている珪化流紋岩岩脈の貫入方向は南北方向を示す。以上から、Kékoro 地区の金の鉍化帯は、南北方向の地質構造に強く支配されている可能性が強いものと判断される。したがって、今後の探査では、東西方向の測線を設定することが望ましい。

(d) 深部地化学探査の優先地区：(b)に述べたとおり、金の鉍化をすでに確認している箇所では、パーカッションドリリングとピット掘削からなる、サブロライトを対象にする深部地化学探査を実施する必要がある。Tableau II-1-2 に示すとおり、Kékoro 地区南部から採取した試料よりも、Kékoro 地区北部(特に Kékoro F, Kékoro A, Kékoro B 地区)から採取した試料で Au 品位が高い。したがって、深部地化学探査は、Kékoro 地区北部から優先的に実施することが望ましい。

4-2 Baoulé—Banifing 地域

(1) 鉱微地調査

Kékoro 地区と同様に Baoulé-Banifing 地域東部に分布する採掘実績のある鉱微地として Kouloukoro, Siliba Sobara, Diamou が知られていた。これらに加え今回の調査で新たに Soba および B.B.(Banifing-Baoulé)で鉱微地が見いだされた。

Soba 地区:本地区は Diamou 北方に位置し、多量の石英転石が集中している地区として注目された。石英は一部で幅 30cm の脈をなし、N10-20E, 30-70E の走向・傾斜をもって Birrimien 累層群を貫くが、ほとんどは転石として観察され、石英転石は全体として NE-SW 方向に分布する。石英転石はペグマタイト石英、粗粒白色塊状石英、赤鉄鉱を伴う石英、電気石を伴う石英からなる。石英の多くは金を伴わず、12 試料の内、一部の鉄酸化物を伴う石英のみが Au=0.01 g/t を含む (Fig.II-2-3)。

B.B.(Banifing- Baoulé)地区:地化学探査の際、ラテライト台地の縁辺で多数の古いピットの存在が発見された。ピット群は NNW-SSE 方向にやや伸びた 300 m x 150 m の範囲に分布する (Fig.II-2-4)。掘削によるズリの一部と推定されるラテライト試料は Au=1.2 g/t を含む。この試料は赤褐色多孔質の酸化鉄を主とし、半分溶解した石英粒を含むもので、カラパス起源と考えられる。この地区は地化学異常を示さず、ピット分布域で採取したラテライト 4 試料の Au 品位は 1ppb 程度に過ぎない。本地区はラテライト層位のカラパス下部に金を含む層準があることで特異である。

Baoulé-Banifing 地域東部における Au 高異常は、2列ないし 3 列の NW-SE 方向の異常帯からなるが、本地区はその北東側にあり、どの異常帯にも属さない。今後の探査として、旧ピット域およびその周辺でのピット掘削によるラテライト断面中の鉱化帯の形状把握が第一に挙げられる (Fig.II-2-17, Fig.III-2-1)。

Siriba Sobala 地区: 鉱微地の範囲を特定することは難しいが、ラテライト中の 3 ピットを挟んで、西と東に分布する砂金採取跡の間の距離は約 500 m である。Siriba Sobala 地区と Kouloukoro 地区は 6 km 離れているが、WNW-ESE 方向に連続した丘陵の北縁に位置し、基盤岩深度が浅く、ラテライトの厚さが薄いなど共通点が多く、一連の鉱化作用として評価すべきである (Fig.II-2-5)。

Kouloukoro 地区: 本地区のピット群の延長は約 300m で、全体として WNW-ESE 方向に分布する (Fig.II-2-6)。基盤を覆うラテライト性土壌の厚さは極めて薄く、カラパスに相当するが、おそらく斑紋帯が削剥された後の新期あるいは二次のラテライトであろう。多量の石英転石が分布し、透明塊状石英が多く、電気石・白雲母を伴うものもある。石英の Au 品位は、粗粒透明石英は 0.015 g/t 以下、電気石あるいは白雲母を伴う石英は 0.015-0.005 g/t である。また、ラテライト中試料の Au 品位は 0.015-0.01 g/t を示し、高品位部は見いだされていない。

Siriba Sobala 地区と Kouloukoro 地区は基盤岩深度が浅く、ラテライトの厚さが薄いなど共

通点が多い。また Au 地化学異常も弱いが続していることから、一連の鉱化作用として評価すべきである。初生鉱化作用は WNW-ESE 方向に連続した丘陵の北縁に推定される断りに沿ったものと推定され、これを覆うラテライト断面が薄いため、初生鉱化作用の Au 品位が主な検討対象となる (Fig.II-2-18)。

Diamou 地区:本地区にはラテライトが分布せず、Birrimien 累層群が直接露出し、多数のピットが点在している。ピットは変堆積岩と主としてその南に分布するデイサイト貫入岩の境界付近に分布し、N30-50W, 70-50E 方向に配列したものが多く、ほぼ変堆積岩片理に沿って斜めに掘削している。ピット群は全体として WNW-ESE 方向に 130 m 伸長し、30-40 m の幅をもつ (Fig.II-2-7)。Diamou 地区は唯一 Birrimien 累層群を直接採掘場とした鉱徴地であり、エシェロン状の鉱脈と推定される。しかし、富鉱部と考えられる破砕帯での Au 品位は 0.89 g/t を確認したのみであり、その評価には今後の詳細な調査が必要である。地化学探査の結果では、Diamou 地区は北の Kouloukoro につながる NNW-SSE 方向の Au 異常帯の中にあるが、鉱徴地における Au 異常はそれほど強くない。Diamou の南には強い Au 異常がラテライト台地上に位置している。その地化学異常帯の下位にはラテライト性風化帯中での Au の富化と初生鉱化帯の存在が期待される (Fig.II-2-19)。

(2) 地化学探査

Kékoro 地域を除く、北緯 12 度 00 分から北緯 12 度 20 分に至る Baoulé-Banifing 地域において、Au, Ag, As, Cu, Mo, Pb, Sb, Zn を指示元素とする 6000 試料にのぼる土壌地化学探査を実施した。化学分析の結果、Mo, Sb は検出限界以下で、統計解析に耐えなかった。単一変量および主成分分析の結果、Au は単独の挙動を示し、金鉱化作用の指示元素と一般にいわゆる As は Au と相関を示さなかった。

地化学探査を行った Baoulé-Banifing 地域において Cu および Zn 含有量は、東地区の方が多く、多数のラテライト貫入岩体が分布することに起因すると考えられる。Au 含有量は東地区で多く、Kékoro 地区からの大規模な Au 高異常の連続と考えられる。これに対して、西地区では、孤立した散点的な Au 高異常しか認められない。すなわち、Baoulé-Banifing 地域東部における Au 高異常は NW-SE 方向に発達し、Kékoro 地域から 40km 以上にわたり追跡され、Sagala, Diamou, Sirikoro, Kalako, Torokoro の 5 箇所にとまらせた 200ppb 以上の Au 地化学異常帯が認められる (Fig.II-2-13(1))。

これらの Au 異常帯はいずれも NW-SE 系もしくは NNW-SSE 系の方向性を有し、Birrimien 累層群の片理構造および NW-SE 系リニアメントと調和的である。すなわち、Sirikoro, Kalako, Torokoro 東部の各異常帯は NW-SE 方向の直線上に配列し、その西側の Diamou 異常帯は Kouloukoro, Siliba Sobara 鉱徴地を示唆する弱い Au 異常、さらにはその北西にも弱い Au 異常帯が配列する。換言すれば、Baoulé-Banifing 地域東部における Au 高異常は 2 列の NW-SE 方向の異常帯からなるといえる。

Sagala 異常帯は Diamou の南西に位置し、上記 2 列の異常帯とは独立しているようにみえる。この異常帯の北西側は Birrimien 累層群が欠如するためはっきりしないが、Kékoro 地区の地化学異常に連続する第 3 列目の異常帯とみることもできる。

Baoulé-Banifing 地域東部およびこれらの南東延長部に当たる Kékoro 地域の中で、Kékoro 鉾徴地付近での Au 異常帯の強度および幅が顕著に増大することが特筆される(Fig.III-2-1)。



第II部 各論

第II-1章 Kékoro 地域 鉍微地調査

本報告書では、プロジェクト対象地域南部の北緯 12 度以南を「Kékoro 地域」と呼称し (Fig.II-1-1), 特に Kékoro 集落南方の金採取跡地周辺を「Kékoro 地区」または「Kékoro 鉍微地」と呼称する。

1-1 地質概要

Kékoro 地域の地質図を Fig.II-1-1 に示す。原生界下部に対比される Birrimien 累層群とこれを取り囲む造山時花崗岩類, および両者を貫く後造山期花崗岩とドレライトから構成される。Birrimien 累層群は, 変堆積岩類(Bsd)を主体とし, 少量の変はんれい岩(BG)と流紋岩(R)を伴う。

(1) Birrimien 累層群

Birrimien 累層群は, 変堆積岩類(Bsd)を主体とし, 少量の変はんれい岩(BG)と流紋岩(R)を伴う。

変堆積岩類(Bsd): 砂質片岩と弱変成砂岩からなる砂質岩と, これと互層を形成する泥質片岩からなる。地域西部では, 再結晶の進んだ灰色の砂質片岩が優勢である。雲母と石英が強く定向配列する細粒～粗粒の砂質片岩と, 石英濃集部と電気石濃集部が縞状構造を形成する縞状砂質片岩が認められる。地域東部では, 原岩の組織が多く残存する暗灰色の弱変成砂岩が優勢である。弱変成砂岩は, 淘汰不良で円磨度の低い, 粗粒の石英粒と長石粒および火山岩岩片からなる。その粒間には, 黒雲母, アクチノ閃石, ゾイサイト, 緑泥石, ざくろ石等の二次鉍物が認められる。Kékoro 鉍微地周辺では, しばしば強い珪化・炭酸塩化を受け, 多量の電気石を伴うことがある。泥質片岩は, 細粒・黒色で葉層構造が発達し, 砂質片岩や変成砂岩と細互層を形成する。珪長質凝灰岩は, パッチ状に濃集した黒雲母を含む白色の細粒岩で, Dogo 東部で局地的に認められる。検鏡結果から, 流紋岩質のガラス質凝灰岩が変成を受けたものと推定される。

変はんれい岩(BG): 地域南西部の 4 箇所に認められ, 最大のもは 8×2km の規模を有する。岩体の伸長する方向は Birrimien 累層群の構造と調和的である。本岩は, 帯緑暗灰色を呈する粗粒の角閃石はんれい岩からなり, 鉍物配列には特に定向性は認められない。しばしば黄鉄鉍による鉍染が認められる。

流紋岩(R): Kékoro 鉍微地周辺の Birrimien 累層群中に岩株状もしくは岩脈状に産する。岩相は, 班晶に乏しい微晶質流紋岩またはデイサイトで, しばしば強い珪化とセリサイト化を受けている。本岩が Birrimien 累層群形成時の一連の火成活動で貫入したのか, ドレライトと同様に, これより後の時代に貫入したのかどうかは, 現時点では不明である。しかし, Kékoro 鉍微地周辺

において Birrimien 累層群中と同様に珪化変質をうけていること、さらに、Seridjekourou で黄鉄鉱と硫酸鉄鉱による鉄染や石英細脈を伴う金鉱化作用が認められたことを重視し、本報告書では Birrimien 累層群に含めた。

(2) 造山時花崗岩類 ($\gamma 1$)

Birrimien 累層群を取り囲み、広く分布する黒雲母花崗岩からなる。一般に、粒度と色調は均質で、片麻状構造を示すことは希である。有色鉱物の組み合わせは、黒雲母・角閃石または黒雲母・白雲母を示す。

(3) 後造山時花崗岩類 ($\gamma 2$)

直径 1~13km の円形~長円形の形態を示す岩体で、Kékoro 鉱徴地北部とその西部に複数分布する。桃色を帯びた色調が特徴の優白質アルカリ長石花崗岩からなり、Birrimien 累層群と造山時花崗岩類の双方に貫入する。

(4) ドレライト ($\delta 1$)、閃緑岩 ($\delta 2$)、変はんれい岩 (BG) と流紋岩 (R)

大小のドレライトが地域全域に多数分布する。最大のものは、20km×5km の規模を有する。岩相は、暗灰色~暗緑灰色の塊状・均質な完晶質岩で、主に径 1mm 前後の普通輝石と斜長石からなり、その粒間に細粒・少量のかんらん石、黒雲母を伴う。しばしば長径 1~2mm 前後の自形の紫蘇輝石を含む。変質は弱く、一部の有色鉱物にスメクタイト化が認められる程度である。Kékoro 鉱徴地周辺では、このドレライトに伴い、閃緑岩および閃緑岩ポーフイリーが小規模に分布する。本岩は、緑色黒雲母を含む斑状の岩石として記載されている (JICA/MMAJ, 1992, 1994)。

変はんれい岩 (BG) と流紋岩 (R) は Birrimien 累層群の形成時に貫入したものと推定した。ドレライト ($\delta 1$) と閃緑岩 ($\delta 2$) について、JICA/MMAJ (1992, 1994) は Birrimien 累層群形成後 (恐らく白亜紀) に貫入したものと解釈している。しかし、今回の調査でこれらの貫入岩類の形成時代を確認できず、時代未詳とした。次年度以降調査では、野外での産状と前後関係の記載、さらに年代測定等を実施し、金鉱化作用との関係を明らかにする必要がある。

(5) 地質構造

変堆積岩類からなる Birrimien 累層群の片理構造は NNW-SSE 方向が卓越し、その傾斜はほぼ垂直である。片理構造とほぼ平行な褶曲軸を有する翼間隔の狭い褶曲構造が発達するものと推定されるが、主要な岩相が砂質片岩と泥質片岩の互層であるため、詳しい構造はよくわからない。衛星画像と地形的特徴から、リニアメントは NW-SE 系と NE-SW 系の 2 方向に大別される。NW-SE 系リニアメント群は、Birrimien 累層群と造山時花崗岩類に発達し、それらの片理構造とわずかに斜交するもので、リニアメント長は 4km 程度のものが多い。NE-SW 系リニアメント群は、Birrimien 累層群と造山時花崗岩類のみならず、後造山時花崗岩とドレライトも切るものである。リ

ニアメント長が 10km を越える大規模なものが多く、Baoulé 川の屈曲や周辺の主要な台地の直線的配列など、大規模な地形的特徴を規制する。

1-2 鉱徴地概要

Kékoro 鉱徴地は、Kékoro 集落の南西約 2km に位置する(Fig.II-1-1)。当地では、ラテライト性皮殻とその二次堆積物中の金の採掘が 14 世紀から近年まで行われ、そのピット跡地は現在でも多数確認することができる。主要な採掘対象は、ラテライト性皮殻および沖積層中の金である。しかし、1970 年頃から綿花栽培による現金収入が可能になり、1998 年現在、組織的な採掘はほとんど行われていない。

鉱徴地周辺では、比高差 100m~200m の急峻な山地が環状に配列し(直径約 10km)、その内側に盆状の低地が発達する。急峻な山地には、ドレライトや流紋岩等の貫入岩類が分布する。内側の低地には、ラテライト性皮殻に厚く被われた丘陵・台地や沖積低地が広く発達する。転石から判断して、ラテライト性皮殻の下部には Birrimien 累層群の砂質岩が広く分布しているものと推定される。

1939 年のトレンチ調査結果によれば、同地区の金含有量は、河川堆積物中で約 0.1g/m³、ラテライト性皮殻中で 0.05~0.45g/t、さらに石英脈中で 0.05~1g/t と推定された(Golouninow, 1950)。1949 年と 1972 年には、砂金を対象とした調査が実施された。1949 年の調査では地表下 8m に層厚 10~20cm の砂金層が確認され(Spindler, 1952)、1972 年の調査では砂金の金平均含有量が約 0.1g/m³、最大約 0.4 g/m³と報告された(BRGM, 1973)。1981~1982 年には、ベルギーの企業 MIMA (Societe Miriere Du Mali) によって、トレンチ調査とピット調査(7地区約 150 箇所)が実施されたが、その経済的価値は認められなかった(MIMA, 1982)。

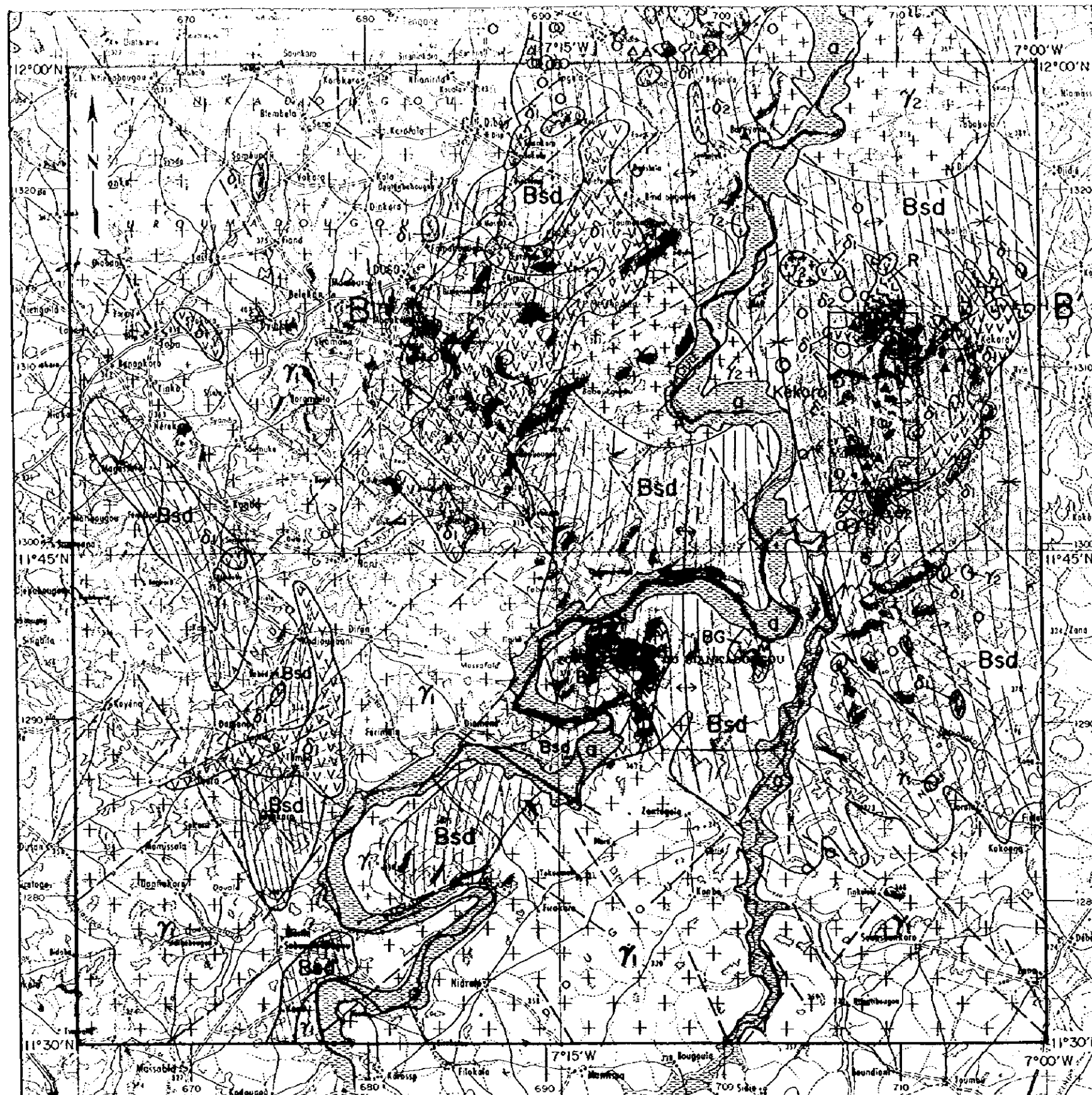
1991~1993 年には、Bamako 南方の広域地域(14,000km²)で、日本政府による資源開発協力基礎調査が実施された。Kékoro 地区も調査対象地域の一部として含まれ、東西 250m、南北 1000m 間隔の土壤(ラテライト土壤)地化学探査が行われた。その結果、NW-SE 方向の顕著な金の地化学異常が発見された。この地化学異常は、周囲の地質状況から判断して、Birrimien 累層群の熱水変質作用(特に珪化および黄鉄鉱・硫砒鉄鉱・硫鉄鉱・硫鉄鉱)に伴う初生的な金の鉱化作用に起因する可能性が高いことが指摘された(MMAJ/JICA, 1994)。

以上の調査経緯を踏まえて考察すれば、14 世紀から近年までの採掘実績があること、さらにラテライト土壤の地化学異常の規模が大きいことから判断して、金鉱化帯が Birrimien 累層群中に発達している可能性が高いものと推定される。また、これら鉱化帯のなかで、特に金品位の高い箇所を探鉱することにより、経済的価値を有する金鉱床を発見できる可能性もある。しかし、地表を広く覆うラテライト性皮殻とその二次的堆積物のみを探鉱対象とするかぎり過去の探査成果を上まわる知見を得ることは困難である。そこで、今後の主要な探鉱対象を、サブプロライトおよびその下位の初生的な金鉱化帯とした。

本年度(第一年次)の調査では、以下の項目に重点をおいた。

a)採掘ピット跡の平面分布を正確に把握する：ピットの分布形態を正確に図化することにより、
鉍化の及んだ範囲と、鉍化に関連する地下の裂隙系を間接的に抽出する。

b)採掘対象となった土壌の性質と周辺の地形を記載する：各々のピットの掘削対象として、
サブロライト、キュイラスおよびカラパス、石英脈、斜面上の崩積土壌、および現世河川堆積物などが
あり、これらの性質を記載する。室内試験は、品位分析(Au, Ag)、鉍石研磨片と岩石薄片の観察、
X線回折試験(バルク)および石英中の流体包有物充填温度・塩濃度測定からなる。また、これら
の土壌と転石の分布を周囲の地形的特徴とともに図化する。この作業は、土壌中の金が、初生的
な金の鉍化位置からどれだけ移動しているのかを定性的に評価する目的で行われる。



LEGENDE

Alluvions récentes

o Argile, sables silteux

Roches intrusives (âge inconnu)

v v δ₁ Dolérite, Gabbro

^ ^ δ₂ Diorite à amphibole et/ou biotite

Groupe de Sotuba

St Grès fins, souvent glauconieux et micacés

Granitoïdes éburnéens

Granites post-tectoniques

+ + γ₂ Granites alcalins, Syénites, Diorites quartziques

Granites syn-tectoniques

+ + γ₁ Granite et Grandiorite à biotite et/ou amphibole

Groupe Birrimien

L L R Rhyolites, Dacites

v v BG Métagabbros à amphibole, Diabases

Bsd Schistes psammitiques et schistes argileux (Méta-grauwackes, Grès arenitiques, phyllites, micaschistes, Quartzites)

— Contour géologique

— Axe synclinal

— Axe anticlinal

— Linéament

↘ Direction et pendage des filons

↘ Direction de schistosité et pendage

▲ L'épandage de blocs de quartz (plus de 1 kg/m² environ)

△ L'épandage de blocs de quartz (moins de 1 kg/m² environ)

● Site d'orpaillage

Anomalies géochimiques en or

○ Au ≥ 500 ppb

○ 500 > Au ≥ 100 ppb

A'-----A' La ligne des coupes

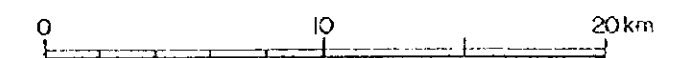
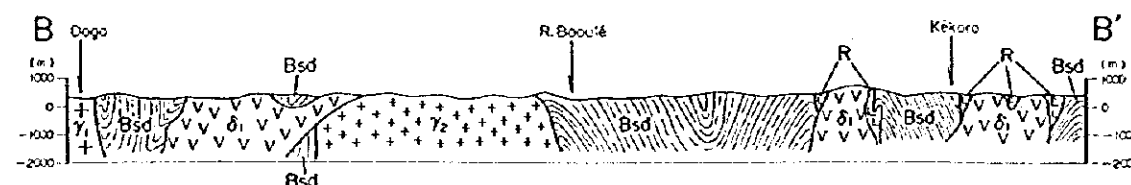


Fig. II-1-1 Plan et profil géologique de la région Kékoro

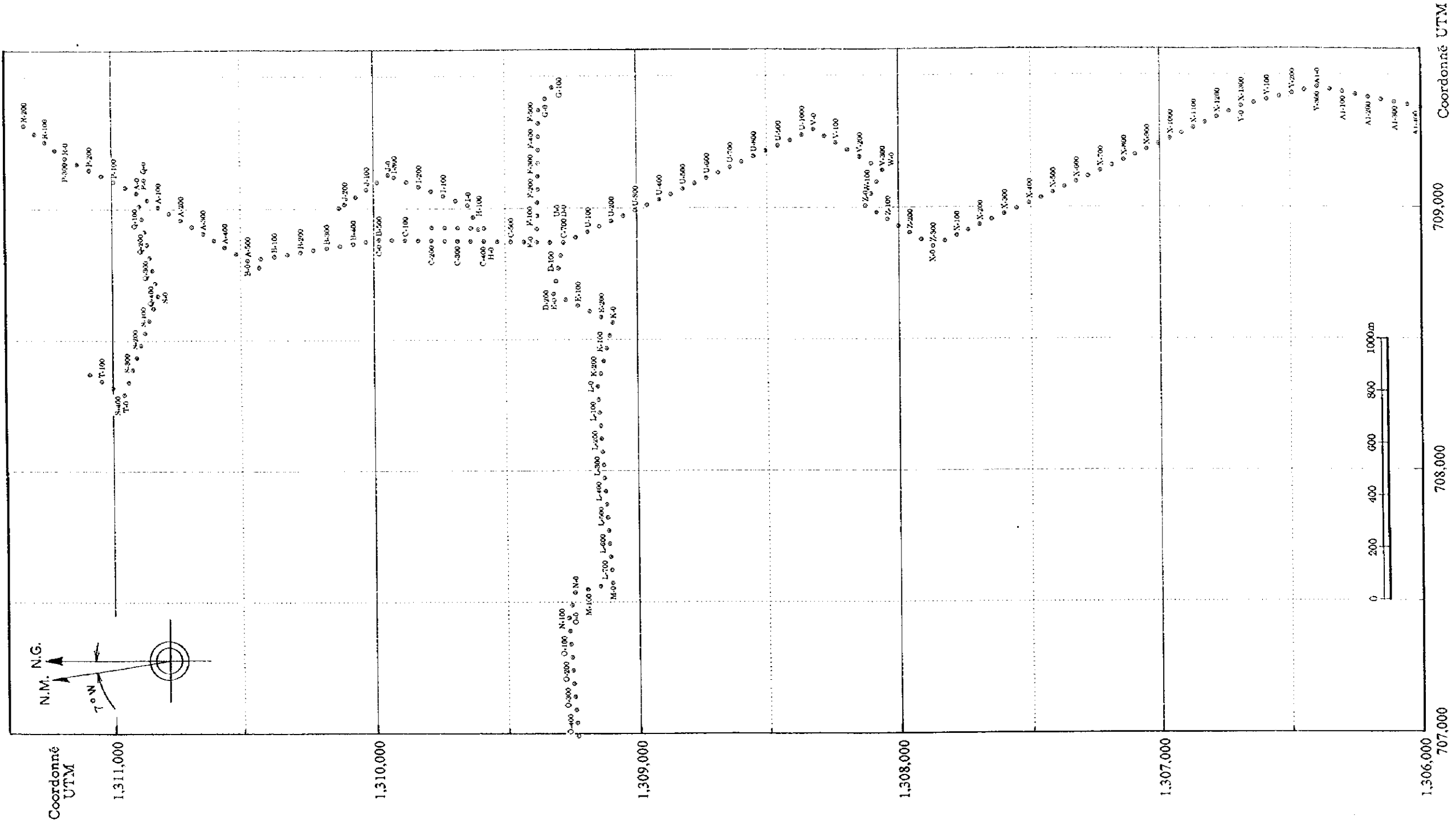


Fig.II-1-2 Disposition des piquets

Coordonné UTM

1. 313. 000

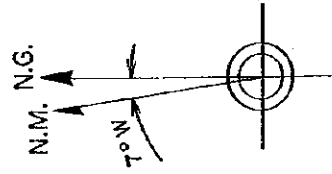
707. 000

708. 000

709. 000

710. 000

711. 000



LEGENDE





-  District aurifère
-  Zone d'épannage de blocs de quartz
-  Zone silicifiée et veinules de quartz, arsenopyrite dissimulée
-  Région pour les études détaillées

Fig. II - 1 - 15 (S=1:5000)

F

Fig. II - 1 - 4 (S=1:5000)

A

A1

A2

Fig. II - 1 - 9 (S=1:5000)

C1

C

Fig. II - 1 - 10(1) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 10(2) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 11(1) (S=1:5000)

Fig. II - 1 - 11(2) (S=1:5000)

Fig. II - 1 - 5(1) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 5(2) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 6(1) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 6(2) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 6(3) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 8(1) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 8(2) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 8(3) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 7(1) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 7(2) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 7(3) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 7(4) (S=1:500)

Fig. II - 1 - 12 (S=1:500)

Fig. II - 1 - 13 (S=1:500)

D

D1

D2

1. 306. 000

460

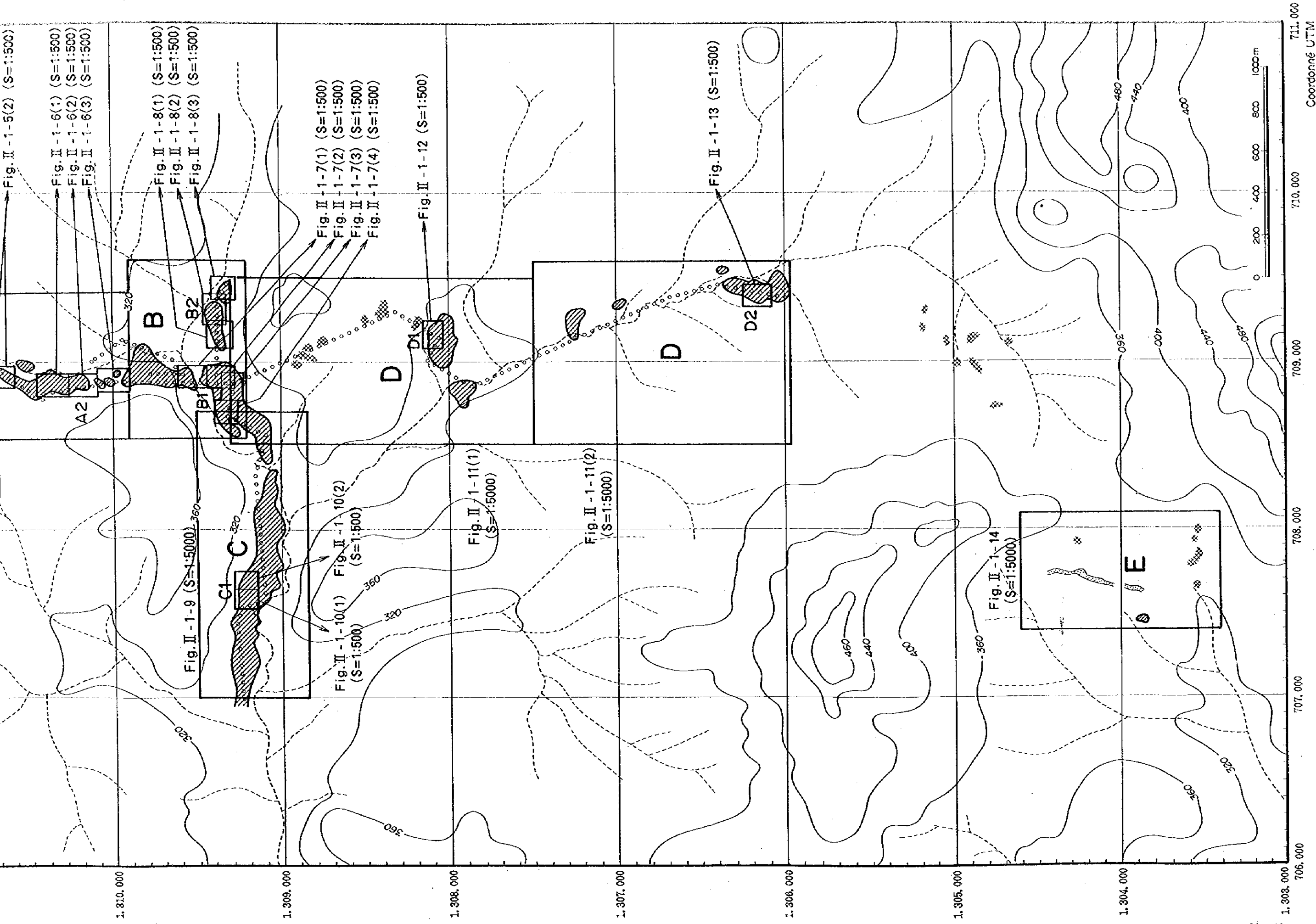


Fig. II-1-3 Répartition des sites minéralisées de la région Kékoro

