

第4章 考察

4-1 パオレ・バニフィング地域の鉱化作用の特徴

本地域では Diamou 地域の中央鉱化帯と Siriba-Sobara 地区北部の 2 箇所ですとまとめた規模の鉱化帯を捕捉している。また、小規模と考えられるが、Batouba Center 地区においても鉱化帯が賦存している可能性がある。以下にこれらの鉱化帯の特徴をまとめる。

各鉱化帯の概要を Table4-1-1 に要約した。

(1) Siriba-Sobara 地区

地表は広い平坦地をなし、薄い表土下にはサプロライトが広く分布する。レゴリスの厚さは 10m~30m 程度である。鉱化帯は Birrimean 累層群中を NNE-SSW 方向に貫入したチタン鉄鉱系の Siriba-Sobara 花崗岩(白雲母黒雲母花崗岩)に規制されて分布する。この花崗岩は VLF 法探査により低伝導度異常として捕らえられた。金鉱化作用は石英脈中、母岩の微細な割れ目に沿って生じていると考えられ、長径約 700m x 短径約 300m のほぼ楕円形の形状を示す花崗岩分布域の西半部全域に及ぶ。金は free gold として石英脈中にも花崗岩中にも鉱染する。鉱化作用には黄鉄鉱を伴い、多変量解析からは As、Bi、W の濃集も伴ったと考えられる。石英の流体包有物均質化温度は約 230℃と 280℃付近に集中する。RAB 試験により捕捉した品位は

- ・03SSN-R17 孔 : 0.53g/t Au(20m 区間、1m 区間最高品位は 3.9g/t Au)
 - ・03SSNR-18 孔 : 0.42 g/t Au(30m 区間、1m 区間最高品位は 0.7g/t Au)
 - ・03SSNR-110 孔 : 0.65 g/t Au(24m 区間、1m 区間最高品位は 1.1g/t Au)
- などである。

(2) Diamou 地区

鉱化帯は周囲の平坦地から突出した丘陵地内に位置し、表土下にはサプロライトが広く分布する。レゴリスの厚さは 40~80m 程度である。鉱化帯は Birrimean 累層群中とそれに NNW-SSE 系高角逆断層沿いに貫入した Diamou 火成岩類(角閃石閃緑岩、斑岩)に沿って Birrimean 累層群中に分布する。鉱化作用は微細な石英細脈中に硫砒鉄鉱中の包有物あるいは free gold として産する。鉱化作用には硫砒鉄鉱のほか磁硫鉄鉱が伴われる。鉱化作用には As のほか一部、W も伴ったと考えられる。石英の流体包有物均質化温度は約 260~280℃付近に集中する。確認された品位は 1g/t Au(11m 区間)などである。このほかにも褶曲軸付近にも鉱化帯が胚胎する。このタイプの鉱化帯は硫化鉱物として黄鉄鉱のみを伴う。コアボーリングにより確認された品位は 1.7g/t Au(8m 区間)である。

(3) Batouba Center 地区

地形は平坦地が主体であるが、一部でやや起伏に富む。レゴリスは上から下にラテライト質硬殻、斑紋帯、サプロライト、サプロックから構成される。レゴリスの厚さは 10

Table4-1-1 Summary of mineral occurrences and their characteristic in the Baole-Banifing area

Area	Geology			Mineralization					
	Host rock	Structure	Intrusive rock	Geochemical Anomaly	Gold occurrence	Sulfide	Alteration	Inclusion Homogen.Temp	Au grade
Siriba-Sobara	Granitoid	NNE-SSW(right lateral?)Fault	Mb Bt Granite	Au,As,Bi?,W?	Free gold	Py.	?	230°C、280°C	0.53g/t Au(20m) 0.42 g/t Au(30m)
Diamou	Birrimian	NNW-SSE(Reverse) fault& Fold axis	Acidic Porphyrey & Diorite	Au	Free gold & inclusion in Asp	Asp-Po-Py	Tour.	260~280°C	1.0g/t Au (11m) 1.7g/t Au (8m)
Batouba Center	Birrimian	NNW-SSE	Ryolite, Bt Hb granodiorite	Au,As,Bi?	?	Asp?	Tour.	?	

Asp:arsenopyrite, Po:pyrrhotite,Py:pyrite, Tour:tourmaline

～30m程度である。鉍化帯は Birrimean 累層群中とそれに NNW-SSE 方向に貫入した流紋岩または Birrimean 累層群と粒両雲母花崗岩との境界部付近に分布する。鉍化作用には As, Bi, W を伴うと推定される。

4-2 調査手法について

バオレ・バニフィング地域の地形は広い平坦地をなし、地下には数十 m に達する厚いレゴリスが分布し、広い範囲にわたる露岩の分布域はまれである。また、バオレ・バニフィング地域の鉍化帯を含め、マリ国における既存鉍床あるいは鉍床母岩の多くは断裂に規制されて分布する。この特徴から鉍化帯を効率よく、かつ的確に捕捉するためには断裂系の調査及びレゴリス調査に重点をおいた調査が必要である。具体的にいえば、サブロライト中の鉍化部(金濃集部)を効果的かつ的確に捕捉するための調査が重要である。以下にマリ国における推奨される探査手法を検討する。推奨される調査の流れは通常の鉍床探査に変わりなく大きく予察調査、概査、準精査、精査に分けられる。Table 4-2-1 には推奨する調査手法をまとめた。

(1) 予察調査(対象地域：1000～5000km²)

予察調査では広域におよぶ地形、地質、レゴリス、鉍化帯に関するデータを収集・解析して対象地域の鉍化帯モデルを検討して、広域な範囲から鉍床賦存の可能性のある地区を絞りこむことが主目的となる。調査項目としては既存試料の収集・解析、衛星画像の判読及びこれらデータの解析作業からなる。

- (a) 既存データの収集・解析：広域にわたり地形、地質、鉍床に関するデータを収集・整理並びに解析作業を行い、当該地域に賦存することが期待できる鉍化帯の特徴を抽出する。
- (b) 衛星画像の判読：フォールス・カラー画像、比演算画像を判読・解析する。主目的はレゴリス図と地質構造図の作成で、これらにはランドサット ETM または Aster が適する。リニアメントの抽出には立体視画像も用いる。なお、画像・リニアメントの判読は個人差が大きい。可能な限り複数人で判読することが必要である。
- (c) 総合検討：上記の結果をまとめて地域に賦存することが期待できる鉍化帯のモデル図を作成する。同時に鉍床賦存が賦存する可能性がある地区を抽出するとともに今後の調査方針・内容を検討する。

(2) 概査(対象地域：300～1000km²)

概査では地質・レゴリス調査、地化学調査概査などを行い、更に有望地区を絞り込む。

- (a) 空中磁気・放射能探査：ほとんど露出がないマリ国において地質構造の概略を把握する有力な手段となりうる。
 - (b) 空中写真判読：この段階で必ず空中写真を取得しておく必要がある。地形図を作成するとともに、レゴリス図、地質構造図作成を作成する。
- © 地質・レゴリス調査概査：主要ルート沿いを踏査して地質・レゴリスに関するデータを

Table4-2-1 Recommended survey flow

Survey stage	Survey method	Survey contents	Specifications or Products
Preliminary survey	Correction and analysis of existing data	Summarize the topography and the characteristic of mineralization.	
	Interpretation of satellite images	Understand the geological structure and Regolith distribution by interpretation of the satellite images (False color and band, ratio images).	<ul style="list-style-type: none"> • General geological structure map Regolith map (1:200,000~1:100,000)
	Mineralization modeling	Make a model of mineralization from above results. Select the prospecting area and make a plan for exploration.	<ul style="list-style-type: none"> • Mineralization model, Survey flow
	Airborne electromagnetic and radiometric survey	Airborne electromagnetic and radiometric survey.	<ul style="list-style-type: none"> • Magnetic anomaly map, Radiometric anomaly map (Line distance : 100~250m)
General survey	Interpretation of aerial photographs	Interpretation of the aerial photographs for mapping regolith and geological structure.	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretation map of aerial photograph (1:50,000)
	Geology and Regolith survey	Geology and Regolith survey along the route.	<ul style="list-style-type: none"> • Geological map and Regolith map (1:100,000 ~1:50,000)
	Geochemical soil survey for large area	Geochemical soil survey on the grid. VLF survey at the same points of the geochemical survey or around the geochemical anomaly.	<ul style="list-style-type: none"> • Survey line distance 250m, Sampling distance 50m~100m • Geochemical anomaly map (Au, As, Bi , etc.)
	Pit survey	Pit survey at the point of geochemical anomaly. To understand the vertical structure of Regolith, survey at the section of pits as necessary.	<ul style="list-style-type: none"> • Pit log, Geochemical anomaly map
	Analysis of all results	Select the promising area from analyzing results and mineralization model.	<ul style="list-style-type: none"> • Mineralization map • Map of promising area
	Geochemical soil survey in detail	Understanding the detailed distribution of the geochemical anomaly from the detailed geochemical soil survey.	<ul style="list-style-type: none"> • Survey line 100~250m, Sampling distance 20~50m, Geochemical anomaly map
Sub-detail survey	Pit and Trench survey	Pit and Trench survey at the prospecting area.	Digging to the saprolite zone
	RAB and RC drilling	Survey the potential of mineralization and ore grade from prospecting area, where are detected by above survey.	Drilling on the grid, grid distance 30~100m
Detail survey	Diamond drilling	Survey the deep part of mineralized zone.	Vertical or Inclined

取得する。これに衛星画像・空中写真の解析結果を併せて検討してレゴリス図、地質図を作成する。また、地下浅部のレゴリスの性状を把握するためのピット調査も必要に応じておこなう。この際必ずサブロライト層序の深度を把握しておく必要がある。

(d) 広域地化学探査：グリッドを設定して行う。測線間隔は 250m、試料採取間隔は想定した鉱床規模によるが、一般には 50m～100m が適当。指示元素は Au と As は欠かせない。

(e) ピット調査：抽出した地化学異常に対して行う。サブロライト層序まで掘削する必要がある。サブロライト層序が地下に 2～3m までの浅い深度に分布する場合にはトレンチがより有効である。

(f) 総合解析

全調査の結果をまとめて鉱化帯モデル図を作成するとともに有望個所を抽出する。有望地選定に際して、現地性レゴリス中の地化学異常の抽出は特に重要である。

(3) 準精査(対象地区：10～100km²)

RAB,RC ボーリング調査などでレゴリス中の鉱化帯を捕捉することが目的である。概査により選定された有望地区の面積によってはボーリング調査に先立ち、トレンチ調査、ピット調査、精密地化学調査、精密空中磁気探査などを行い、最有望個所を絞りこむ。

(4) 精査

準精査で行ったボーリング調査により捕捉された鉱化帯の広がりを把握することが目的。鉱化帯が硫化物を伴っている場合は IP 法などの物理探査を事前に行い、有望個所を絞りこむ。

4-3 調査結果の評価

本節では分析結果について評価する。ピット調査では約 50 試料に 1 試料の割合で複製試料を混在した。複製試料は試料採取後に現場にて、試料を 1/2 に縮分することにより作成した。複製試料の試料重量は金について 1～2kg、多成分分析試料は 30～100g である。また、4 試料については金濃度が既知で、かつその値の信頼性が高いと考えられる菱刈鉱山鉱石試料(粉末)の分析を行い、得られた値の信頼性の評価も行った。得られた分析値は元素ごとに相関図にまとめるとともに、相関係数を算出した(Ap.11)。なお、検出限界下の試料はその半値を分析値とした。

以下に金と多成分元素に分け、得られた結果を検討する。

(1) 金：全体の相関係数は 80.0%と高い相関を示した。Ap.11 から明らかなようにおよそ 50ppb 以下の試料ではオリジナル試料と複製試料の分析値にばらつきがある(相関係数：38%)。したがって土地化学探査試料など低濃度の品位の試料を解析する場合にはこれを考慮に入れて解析・解釈する必要がある。菱刈鉱山の試料の分

析値はほぼ元試料の品位の範囲に入る。以上から総合的に判断すると分析結果は信頼性が高いと判断できる。

(2) 多変量分析試料

Ap.11 には代表的な元素についても相関図を示した。各元素ともに概して高い相関を示した。相関係数は大部分の元素で70%以上である。

結論として今回の分析結果は金、多成分とも信頼性が高いと言える。

4-4 まとめと提言

4-4-1 調査結果のまとめ

本年度調査により以下の結論が得られた。

(1) Siriba-Sobara 地区のピット調査により白雲母黒雲母花崗岩の分布域に一致する 100ppb 以上の金異常帯を確認した。同時に実施した VLF 法では花崗岩帯が低伝導度異常帯として捕らえられた。両者の結果を合わせて検討し、花崗岩体が長径約 700m x 短径約 300m のほぼ楕円形の形状を示すことが判明し、Birrimian 累層群中に急傾斜で貫入している推定した。続いて実施した RAB 試錐では金の高品位部は花崗岩体のほぼ全域におよび、そのなかでも西半部では特に品位が高いことが判明した。RAB 試錐により花崗岩から確認した最高品位は 3.9g/t Au(1m 区間)で、そのほか 0.53g/t Au(20m 区間)などの品位も確認した。品位分布図から金高品位部は硬質岩盤中にも連続する可能性が高いことがわかった。金は free gold として石英脈、花崗岩中の微細な割れ目沿いに鉱染していることを確認した。鉱化作用には黄鉄鉱を伴い、As, Bi, W など鉱化作用に伴っていると推定した。

(2) Batouba Center 地区

地区の南部において、ピット調査により 120m 連続した区間で 50ppb 以上(最高値は 620ppb)のサブプロライト中の金異常を捕捉した。この金異常域は斑岩の貫入ゾーンと推定される NS 方向の低電気伝導度異常帯に一致して分布する。しかし、低電気伝導度異常帯の南北延長部において土壌地化学調査、ピット、オーガーボーリングで鉱化帯が賦存する兆候が捕捉されていない。この付近の地下には鉱化帯は存在するであろうが、上のことからその範囲は限定されたもの恐れがある。Batouba Center 地区ではこのほかにもピットで 1g/t Au 以上の高品位を確認している。しかし、それらはいずれも孤立した異常で、周囲への連続性を確認することができなかった。

(3) Sirakoro, Kalako, Tomba, Siriba-Sobara 地区南部

これらの地区ではピット調査を行ったが、まとまった金異常は捕捉できなかった。

4-4-2 提言

Siriba-Sobara 花崗岩体中で捕捉した鉱化帯は品位分布から風化帯下の岩盤中に連続していると考えられ、岩盤内の鉱徴を調査する深部ボーリングが必要である。この付近には花崗岩の伸張方向に調和的な 10km 程度断続するリニアメントがランドサット画像から判読されており(Fig1-6-3 参照)、また、花崗岩体の SSW 方向延長部とバソリスを成す花崗岩体の会合部付近には地元民による砂金採掘跡もある。花崗岩体の延長部を精密地化学調査、レゴリス調査、ピット、トレンチ調査などで調査する必要がある。