

**RAPPORT SUR L'EXPLORATION MINIERE
DANS
LA ZONE DE BAOULE-BANIFING,
REPUBLIQUE DU MALI
TROISIEME ANNEE**

MARCH 2003

**L'AGENCE JAPONAISE MINIERE DES METAUX
L'AGENCE JAPONAISE POUR LA COOPERATION INTERNATIONALE**

MPN
JR
03-041

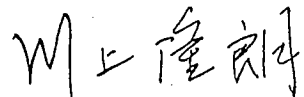
Préface

En répondant à la demande du gouvernement de la République du Mali, le gouvernement du Japon a décidé d'effectuer les études relatives à la recherche du gisement telle que la prospection géologique, la prospection géophysique, la prospection par sondage, afin de confirmer la possibilité de l'existence des ressources minérales dans la région du Baoulé-Banifing qui se situe au sud-ouest du Mali. Ces travaux ont été confiés à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (J.I.C.A.) qui les a confiés de nouveau à l'Agence Japonaise Minière des Métaux(M.M.A.J.), car le contenu de ces travaux appartient à la sphère spéciale de la géologie et aux recherches des ressources minérales.

Cette campagne correspond à la troisième année de Recherche qui a suivi la deuxième année de Recherche qui était l'année fiscale 2001 du Japon. Pour la réalisation des travaux, la MMAJ a organisé l'équipe de l'étude composée de cinq personnes, et l'a délégué sur le terrain du 12 novembre 2002 au 25 janvier 2003. Les travaux de prospection sur le terrain ont été achevés dans les délais, avec la coopération des Autorités maliennes et de la Direction Nationale de la Géologie et des Mines de la République du Mali.

Le présent rapport rassemble les résultats de la troisième année de recherche et fait partie intégrale du Rapport définitif.

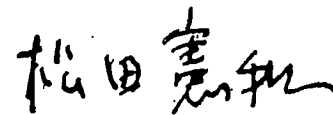
Nous tenons à témoigner notre reconnaissance à toutes les Autorités maliennes qui nous ont apporté leur concours lors de l'exécution des travaux, ainsi qu'au Ministère des Affaires Étrangères du Japon, au Ministère de l'économie et l'industrie du Japon, à l'Ambassade du Japon au Sénégal et à toutes les personnes concernées qui ont collaboré à ces activités.



Mars 2003

Takao KAWAKAMI

Président de l'Agence Japonaise
de Coopération Internationale



Norikazu MATSUDA

Président de l'Agence Japonaise
de Minière des Métaux

Résumé

Le présent rapport est le résultat de la troisième année des recherches basiques de la coopération pour le développement des ressources dans la région de Baoulé-Banifing de la République du Mali.

La présente région des recherches se situe dans la partie sud-ouest de la République du Mali. Dans la partie centrale de la région des recherches, à savoir la région de Tonfara-Bouraba, se répartit le complexe Birrimian qui est le niveau de l'existence de gisement d'or dans l'Afrique occidentale. Dans la présente année, afin d'analyser de nouveau la possibilité de l'existence de gisement dans la zone entière de Tonfara-Bouraba (environ 1000km²), nous avons élaboré la carte de régolith par l'analyse des photos satellites et des photos aériennes, et par les recherches sur le terrain, et avons analysé de nouveau le résultat des recherches géochimiques, en ayant pour l'objet des recherches la région de Tonfara-Bouraba et la zone de Dioila. De plus, nous avons effectué le sondage tarière (2400m) et la prospection des puits (480m), afin de saisir le caractère de régolith et de la répartition des éléments au sous-sol. En outre, nous avons effectué les recherches géochimiques (5000 points), ayant pour l'objet les zones où les recherches n'ont pas été faites dans la première et la deuxième année. D'après ces recherches, nous avons obtenu la conclusion suivante.

Afin de clarifier la répartition de régolith dans la région de Tonfara-Bouraba et la zone de Dioila, nous avons effectué l'interprétation géologique de l'image de couleur fausse, l'image de ratio composite de LANDSAT 7 ETM + , et les photos aériennes. L'image de couleur fausse de l'assignation de bande R-G-B=4-5-7 et l'image de ratio composite de R-G-B=5/7 - 4/7 - 4/2 étaient particulièrement efficaces pour l'extraction de la croûte dure latéritique. A travers l'interprétation des photos aériennes et les recherches sur le terrain, nous avons clarifié la répartition détaillée de tous les régoliths y compris la couche de revêtement, et avons restauré les principales anciennes collines. Par conséquent, le résultat des recherches géochimiques du sol a été interprété de nouveau, du point de vue de la science de régolith, y compris l'histoire de développement topographique.

Les cibles principales de l'exploration dans la présente zone sont trois types : la zone de dissémination de minéral sulfuré - or naturel contenant l'arsénopyrite (élément indicateur Au-As), la zone de dissémination de minéral sulfuré - or naturel contenant peu d'arsénopyrite (élément indicateur Au), et le filon de quartz contenant l'or en état de réseau et de filon, avec peu de minéral sulfuré (élément indicateur Au). D'après la répartition de l'anomalie d'Au et de l'anomalie d'As du régolith in situ, nous avons extrait sept zones comme zone prometteuse : la zone de Batouba, la zone de Diamou, la zone de Kalako, la zone de Kouloukoro, la zone de Sirakoro, la zone de Siriba-Sobala et la zone de Sirikoro (l'ordre d'alphabet). D'après la relation entre le régolith et l'anomalie géochimique, nous avons choisi deux zones de Batouba et Siriba-Sobala comme zones où l'exploration doit se continuer en priorité. La zone de Kalako et la zone de Diamou (l'ordre de priorité) ont été choisies comme zone prometteuse ayant deuxièmement la plus haute potentialité d'exploration derrière les deux zones ci-dessus. Parmi ces quatre zones, les zones où il y aurait la haute possibilité de l'existence à grande taille de la zone de dissémination d'arsénopyrite, s'accompagnant de la minéralisation d'or, sont la zone de Batouba et la zone de Siriba-Sobala.

A travers la prospection de sondage tarière et la prospection des puits, nous avons pu clarifier le caractère de régolith au sous-sol, et avons saisi la partie d'enrichissement (5,1g/t

Au : section de 6m) par le sondage tarière dans la zone de Torokoro (coin du nord-est de la zone de Batouba).

En ce qui concerne les prochaines recherches, nous proposons le sondage d'exploration dans les zones de Batouba et de Diamou. Nous proposons le sondage d'exploration dans les zones de Siriba-Sobala et de Kalako, après avoir confirmé des espérances par la prospection des puits.

Sommaire

Préface	
Résumé	
Sommaire	

Chapitre I Généralité

Section 1 Aperçu de la Recherche	1
1-1 Objectifs de la Recherche	1
1-2 Région faisant l'objet de de la Recherche	1
1-3 Contenu des travaux de Recherche	1
1-4 Durée de la Recherche au pays	3
1-5 Composition de la mission de Recherche	3
Section 2 La topographie	4
2-1 Localisation et accès routiers	4
2-2 Climat et flore	4
2-3 Relief	6
Section 3 Aperçu géologique de la région de Baoulé-Banifing	7
3-1 Géologie régionale de la zone de recherche	7
3-2 La géologie de la zone de recherche	7
3-3 Indices des zones minéralisées prometteuses	21
Section 4 L'exploration dans le passé au sein de la zone des recherches	26
4-1 L'historique de l'exploration	26
4-2 Le résultat sommaire des recherches entre 1998 et 2000	26

Chapitre II Les exposés détaillés

Section 1 L'arrière-plan des recherches de la deuxième année	28
1-1 Le résultat des recherches de la première année	28
1-2 Contenu des recherches de la troisième année	29
Section 2 Les recherches du régolith	30
2-1 La méthode des recherches	30
2-2 L'interprétation des photos de l'image satellite	34
2-3 L'interprétation des photos aériennes et le résultat des recherches sur le terrain	51
Section 3 Etudes par puits	61
3-1 Méthodologie	61
3-2 Résultats d'études	61
Section 4 Etudes sur les Régolithes par la carrière	68
4-1 Travaux de sondage par carrière	68
4-2 Résultats d'études	72
Section 5 Les recherches géochimiques du sol	89
5-1 La zone des recherches pour la troisième année	89
5-2 La méthode des recherches	89
5-3 La méthode de l'analyse	91
5-4 Le résultat des recherches par chaque zone	93
5-5 La sélection des zones prometteuses	122

Chapitre III Conclusion et proposition

Section 1	Conclusion -----	151
Section 2	Proposition pour la troisième année des recherches -----	152

Figure

Fig.I-1-1	Location map of the survey area -----	2
Fig.I-2-1	Climate and vegetation of Mali -----	5
Fig.I-3-1	General stratigraphy -----	8
Fig.I-3-2	Geological map of Baoule-Banifing area -----	9
Fig.I-3-3	General geological map and geological section in Tonfara-Bouraba area -----	11
Fig.I-3-4	K-Ar dating of intrusive rock -----	13
Fig.I-3-5	SiO ₂ / K ₂ O+Na ₂ O variation diagram -----	18
Fig.I-3-6	Molar proportion of Na ₂ O+K ₂ O , FeO*(total iron) and MgO -----	18
Fig.I-3-7	SiO ₂ /(Fe ³⁺ +Fe ²⁺) variation diagram -----	20
Fig.I-3-8	Molar proportion of CaO, Al ₂ O ₃ -Na ₂ O-K ₂ O and FeO+MgO -----	23
Fig.I-3-9	Surface manifestation of gold -----	27
Fig.I-4-1	Exploration history -----	32
Fig.II-2-1	Regolith profile terminology -----	33
Fig.II-2-2	Relationship between a regolith distribution and a landform in the Western Australia	
320Fig.II-2-3	Location map of the Landsat 7 ETM+ images for a regolith interpretation in the Baoule-Banifing Area -----	35
Fig.II-2-4	Mosaic of false color composite image (RGB=4,5,7) of the Baoule-Banifing Area -----	37
Fig.II-2-5	Mosaic of false color composite image (RGB=7,5,2) of the Baoule-Banifing Area -----	39
Fig.II-2-6	Mosaic of ratio composite image (RGB=5/7,4/5,4/2) of the Baoule-Banifing Area -----	41
Fig.II-2-7	Regolith profile based on a satellite image interpretation in the Baoule-Banifing Area ----	45
Fig.II-2-8	Regolith map based on a satellite image interpretation in the Tonfara-Bouraba Area -----	47
Fig.II-2-9	Regolith map based on a satellite image interpretation in the Dioila Area -----	49
Fig.II-2-10	Schematic section of a regolith field in the Baoule-Banifing Area -----	53
Fig.II-2-11	Regolith map based on an air-photo interpretation and a field survey in the Tonfara-Bouraba Area -----	55
Fig.II-2-12	Regolith map of the Dioila Area -----	57
Fig.II-3-1	Location map of pits -----	62
Fig.II-3-2	Pit regolith profile and distribution of Au in section 1,346250 -----	65
Fig.II-3-3	Pit regolith profile and distribution of Au in section 1,346250 -----	67
Fig.II-4-1	Location map of the Auger drillholes -----	71
Fig.II-4-2	Regolith map of Torokoro area -----	73
Fig.II-4-3	Regolith profile of Torokoro area -----	73
Fig.II-4-4	Mineralogy in section 1,346250 -----	74
Fig.II-4-5	Distribution of Au in section 1,346250 -----	76
Fig.II-4-6	Distribution of As in section 1,346,250 -----	76
Fig.II-4-7	Distribution of W in section 1,346,250 -----	76
Fig.II-4-8	Distribution of Fe in section 1,346,250 -----	78
Fig.II-4-9	Distribution of Cr in section 1,346,250 -----	78
Fig.II-4-10	Distribution of Mn in section 1,346,250 -----	78

Fig.II-4-11	Distribution of Al in section 1,346,250-----	79
Fig.II-4-12	Distribution of K in section 1,346,250 -----	79
Fig.II-4-13	Distribution of Cs in section 1,346,250 -----	79
Fig.II-4-14	Distribution of Mg in section 1,346,250 -----	80
Fig.II-4-15	Distribution of Ti/Zr Au in section 1,346,250-----	80
Fig.II-4-16	Distribution of Factor 9 in section 1,346,250-----	82
Fig.II-4-17	Distribution of Factor 5 in section 1,346,250-----	82
Fig.II-4-18	Regolith map of Sirikoro area -----	84
Fig.II-4-19	Regolith profile of Sirikoro area -----	84
Fig.II-4-20	Mineralogy in section 1,334,250 -----	85
Fig.II-4-21	Distribution of Au in section 1,334,250-----	85
Fig.II-5-1	Index Map of Geochemical survey sites in 2002 -----	90
Fig.II-5-2	North Mala (NM) Gold and Arsenic Geochemistry Map -----	95
Fig.II-5-3	Tanfala (TA) Gold and Arsenic Geochemistry Map -----	97
Fig.II-5-4	Sirikoro (SK) Gold and Arsenic Geochemistry Map -----	99
Fig.II-5-5	Semiko (SE) Gold and Arsenic Geochemistry Map -----	103
Fig.II-5-6	Tomba (TO) Gold and Arsenic Geochemistry Map -----	105
Fig.II-5-7	Bouraba (BO) Gold and Arsenic Geochemistry Map -----	107
Fig.II-5-8	North Denieko (ND) Gold and Arsenic Geochemistry Map -----	109
Fig.II-5-9	South Denieko (SD) Gold and Arsenic Geochemistry Map -----	113
Fig.II-5-10	Diera (DI) Gold and Arsenic Geochemistry Map -----	115
Fig.II-5-11	Djime (DM) Gold and Arsenic Geochemistry Map -----	117
Fig.II-5-12	Tyemala (TY) Gold and Arsenic Geochemistry Map -----	119
Fig.II-5-13(1)	Frequency distribution of Au contents in fresh rocks, saprolites, pisolitic soils and duricrusts in the Baoule-Banifing Area -----	123
Fig.II-5-13(2)	Frequency distribution of As contents in fresh rocks, saprolites, pisolitic soils and duricrusts in the Baoule-Banifing Area -----	124
Fig.II-5-14	Weathering profile in the Diamou mineral occurrence -----	126
Fig.II-5-15(1)	Relationship between the regolith distribution and Au anomalies -----	127
Fig.II-5-15(2)	Relationship between the regolith distribution and As anomalies -----	129
Fig.II-5-16	Promising exploration sites in the Baoule-Banifing Area -----	135
Fig.II-5-17	Eigen value and eigen vector of PC1 -----	143
Fig.II-5-18	Sampling points for the geochemical exploration -----	145
Fig.II-5-19	Distribution of gold anomalies over 29 ppb -----	145
Fig.II-5-20	Distribution of arsenic anomalies over 12 ppb -----	145
Fig.II-5-21	Distribution of excessive (hydrothermal) arsenic anomalies -----	145
Fig.II-5-22	Distribution of overlapped anomalies of gold and excessive arsenic -----	145
Fig.II-5-23	Upper limit of secondary arsenic anomalies -----	145
Fig.II-5-24(1)	Distribution of gold, arsenic and overlapped anomalies in the Batouba, Kalako Kouloukoro, Sirakoro, Siriba-Sobala Area -----	147
Fig.II-5-24(2)	Distribution of gold, arsenic and overlapped anomalies in the Diamou Kalako and Sirikoro Area -----	149

Table

Table I-1-1	The content and amount of the Phase III survey	1
Table I-1-2	List of the laboratory works	3
Table I-1-3	Survey member	3
Table I-2-1	The climate of Bamako, Mali	4
Table I-3-1	Relationship of granitoid series and mineralization occurrences	19
Table I-4-1	Exploration results in 1998 to 2000	26
Table II-2-1	Specification of the Landsat 7 ETM+ data used for a regolith survey	33
Table II-2-2	Regolith classification based on a satellite image interpretation	45
Table II-2-3	Regolith classification based on an air-photo interpretation and a field survey	53
Table II-4-1	List of drillhole location (1)~(4)	68
Table II-4-2	Survey schedule	69
Table II-5-1	Analysis code and lower detection limit of each element in geochemical soil survey	92
Table II-5-2	Single element analysis of Au in North Mala	93
Table II-5-3	Single element analysis of Au and As in Tanfala	94
Table II-5-4	Single element analysis of Au and As in Siarakoro	94
Table II-5-5	Single element analysis of Au and As in Semiko	101
Table II-5-6	Single element analysis of Au in Tomba	101
Table II-5-7	Single element analysis of Au in Bouraba	102
Table II-5-8	Single element analysis in Au and As in North Denieko	102
Table II-5-9	Single element analysis in Au and As in South Denieko	111
Table II-5-10	Single element analysis in Au in Diera	111
Table II-5-11	Single element analysis in Au and As in Djime	112
Table II-5-12	Single element analysis in Au and As in Tyemala	112
Table II-5-13	Correlation matrix of Fe, Cr, V, Al and Nb	143
Table II-5-14	Eigen value, contribution ratio and eigen vector of PC1	143

Appendix

Ap.1	Location map of rock sample
Ap.2	Microscopic observation of thin section
Ap.3	List of observation result of thin section
Ap.4	Results of age dating
Ap.5	Chemical composition of intrusive rock
Ap.6	Location map of pits (1~4)
Ap.7	Pit columnar section of pits
Ap.8	Pit profiles with assay results
Ap.9	Location map of auger drillhole(1~3)
Ap.10	List of drilling equipments
Ap.11	Amount of consumed materials of drilling survey
Ap.12	Drilling progress
Ap.13	Columnar section of auger drill holes
Ap.14	Auger drill hole profiles with assay results
Ap.15	Results of X-ray diffraction analysis
Ap.16	List of Au anomalies in the Baoule-Banifing Area
Ap.17	Assay results of soil, pit and auger samples

Plate

Plate 1 Regolith map based on a satellite image interpretation in the Tonfara-Bouraba Area

Plate 2 Regolith map based on an air-photo interpretation and a field survey in the Tonfara-Bouraba Area