

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及び鉱床の賦存状況の解明により、新鉱床を発見することを目的とする。さらに調査期間中において相手国機関に対し、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.1-2-1 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。本調査地域の中央部に位置する Tonfara-Bouraba 地域には西アフリカにおける金胚胎層準である Birrimean 累層群が約 1,000km² にわたり分布する。本年度調査では第 3 年次調査により有望地区として抽出された地区を対象に、ピットと RAB ボーリングを主体とした調査を実施した。

1-3 調査内容

調査内容は大きく地質調査とボーリング調査から成る。各調査の内容を Table 1-3-1 と Table 1-3-2 に示す。

Table 1-3-1 The content and amount of the Phase IV survey

Survey contents	Amount
Geological survey	
1. Geological survey (Batouba Center Area, Siriba-Sobara Area, Sirakoro Area, Kalako Area, Tomba Area)	11km ² , 45km 609 holes 3168m
2. Pit survey (Batouba Center Area, Siriba-Sobara Area, Sirakoro Area, Kalako Area, Tomba Area)	350m
3. Trench survey (Siriba-Sobara Area)	
Drilling survey	
RAB drilling	183 holes 4640 m

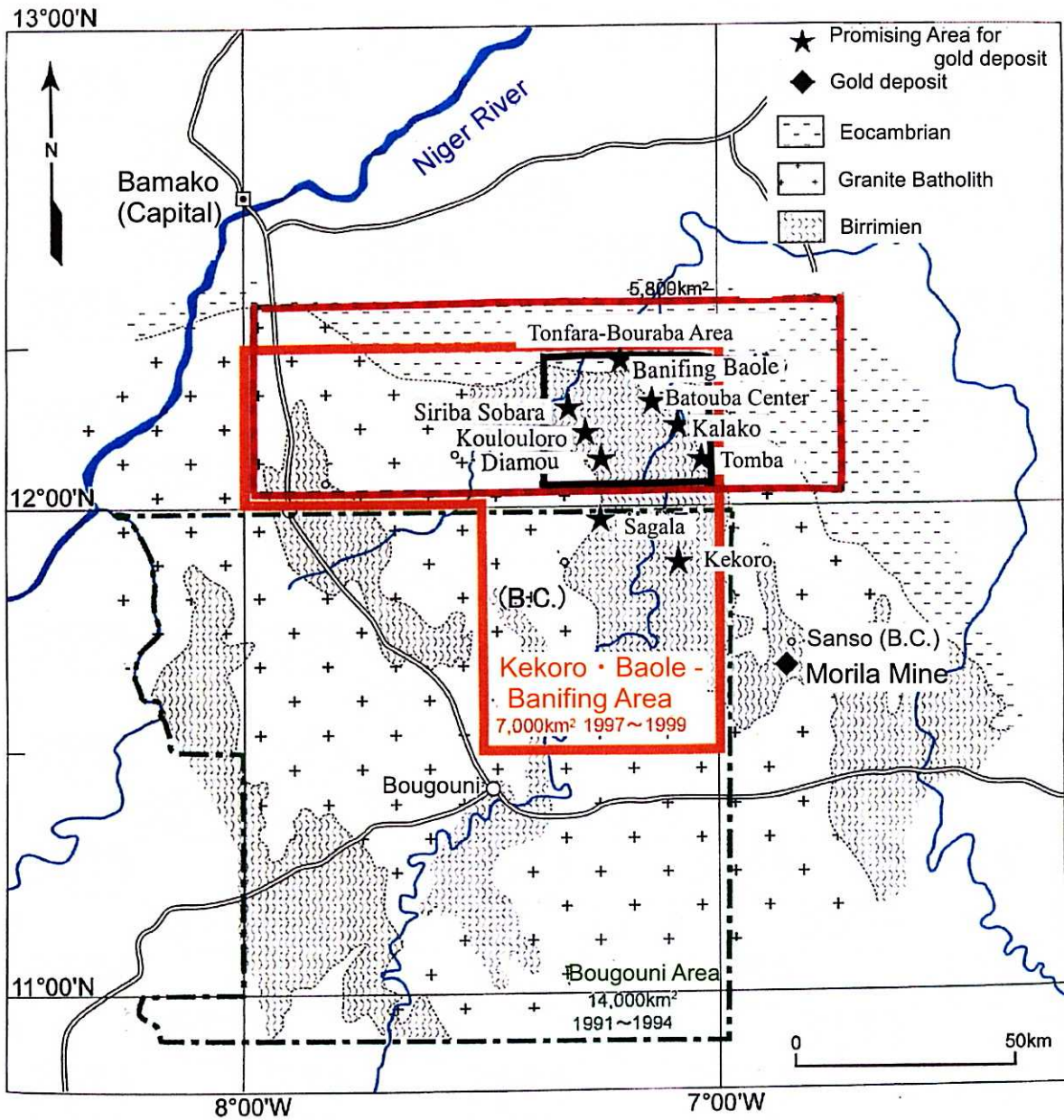


Fig. 1-2-1 Location map of the survey area

Table 1-3-2 List of the laboratory works

Survey contents	Laboratory works	Amount
Geological survey	Assay (Soil samples)	270
	Assay (Pit samples)	3196
		(incl. check samples 56)
	Assay (Trench samples)	350
	Thin section for rock samples	10
	Polished thin section for ore samples	5
	XRD	16
	Dating (K-Ar method)	5
	Mineral separation	5
	Whole rock analysis	26
	Fluied inclusion homogenous temperature measurments	5
	Analysis for Plutinium group elements	46
	SEM observation	4
Drilling survey	Assay (RAB drill samples)	4640

1-4 現地調査期間

2003年12月20日～2003年12月23日	東京→パリ→ダカール→バマコ (移動)
2003年12月24日～2004年2月25日	現地調査
2004年2月26日～2004年2月29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 1-5-1 に示す。

Table 1-5-1 Survey member

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)
		Hassimi B.SIDIBE	(DNGM)
NAKAI, Koji	(MMAJ)	Seydou KEITA	(DNGM)

Table 1-5-1(continue) Survey member

Contrepartie Japonaise	Contrepartie Malienne
L'équipe pour l'étude	
Chef géologue: SUZUKI, Mitsuru (SUMICON)	Chef géologue : Emmanuel THERA (DNGM)
Géologue :ATSUSHI, Takeyama (SUMICON)	Géologue : Segui COULIBALY (DNGM)
	Géologue : Yaya DJERE (DNGM)
	Géologue : Alphonse KONE (DNGM)
	Géologue : Sibiri KONE (DNGM)
	Géologue : Oumar SOGODOGO (DNGM)
	Géophysician : Yarro DIALLO (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 Developement des Ressources
SMICON : Sumiko Consultants, Co., Ltd.	Minerales

1-6 調査地域の概要

1-6-1 地 勢

(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 Dogo 集落に置いた。Dogo へは首都 Bamako から車で約 200km、を要する。ベースキャンプから調査地区までは、四輪駆動車両で 1 時間から 1 時間半で到達する。

(2) 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 1-6-1)とマリの気候・植生図(Fig.1-6-1)を示す。

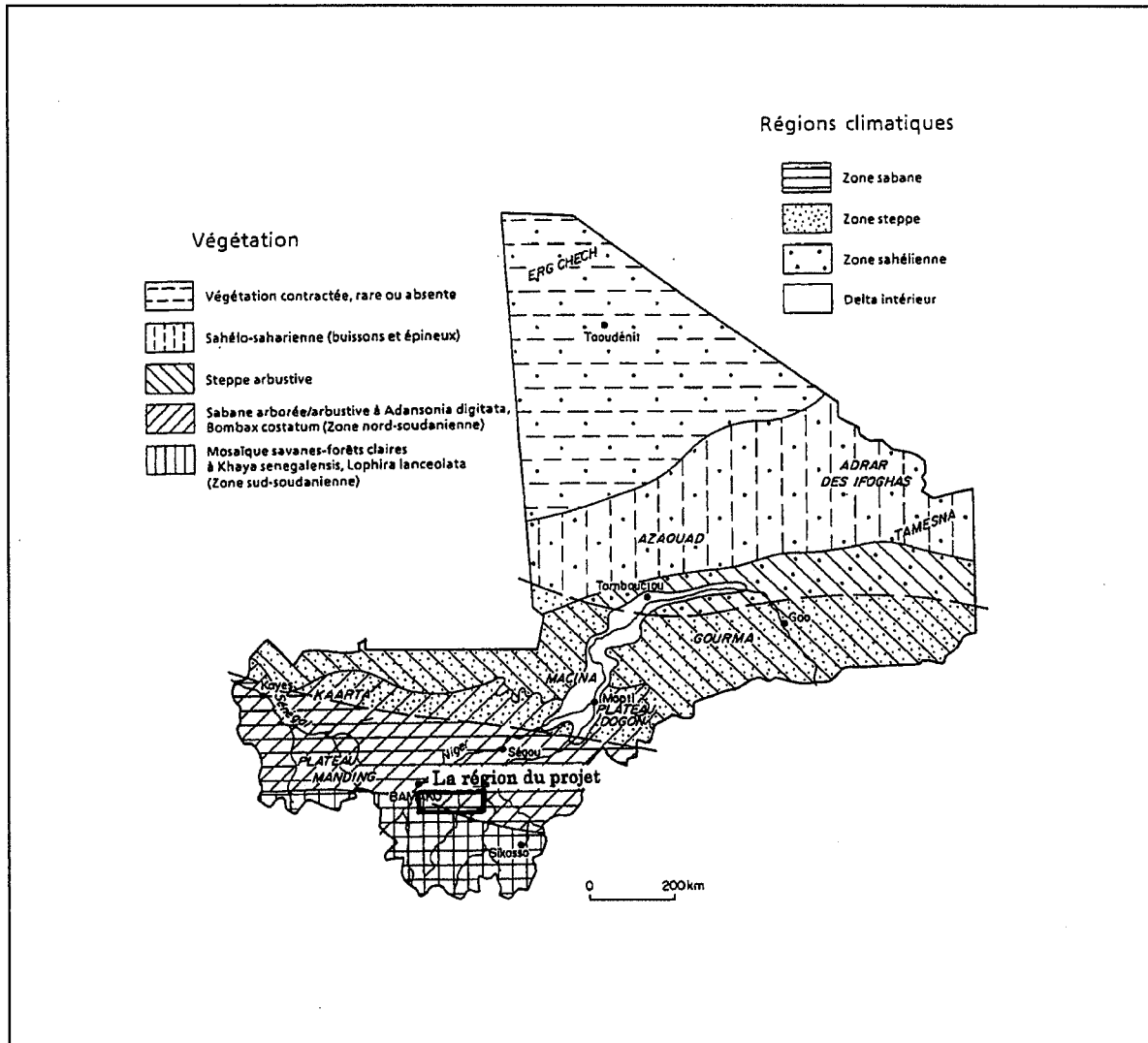


Fig.1-6-1 Climate and vegetation of Mali

Table 1-6-1 The climate of Bamako, Mali

	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

(3) 地 形

本地域は標高 350m 前後のゆるやかな高原状台地と、その中の標高 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。

1-6-2 地質概要

(1) 調査地域周辺の広域地質

バオレ・バニフィング地域は西アフリカ・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(24-22 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。BRGM(1989)によれば 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-6-2)。本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からなる。

(2) 調査地域の地質

1) 地 質

バオレ・バニフィング地域の Birrimean 累層群分布域周辺(Tonfara-Bouraba 地域)の地質図及び同断面図を Fig. I-6-3 に示す。Tonfara-Bouraba 地域の地質は原生代初期の Birrimien 累層群とそれを貫く貫入岩類により構成される。このほか二畳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。以下に Tonfara-Bouraba 地域の地質記載を行う。

(a) Birrimien 累層群

Birrimien 累層群は Tonfara-Bouraba 地域地域の主体部を占め、その中央部に NW-SE 方向に伸張して分布する。地域全域にわたり露出が少ないため Birrimien 累層群の層序や全体的な岩質は明らかになっていない。このような地域のなかで、Diamou 地区から Siriba-Sobara

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

Fig.1-6-2 General stratigraphy.

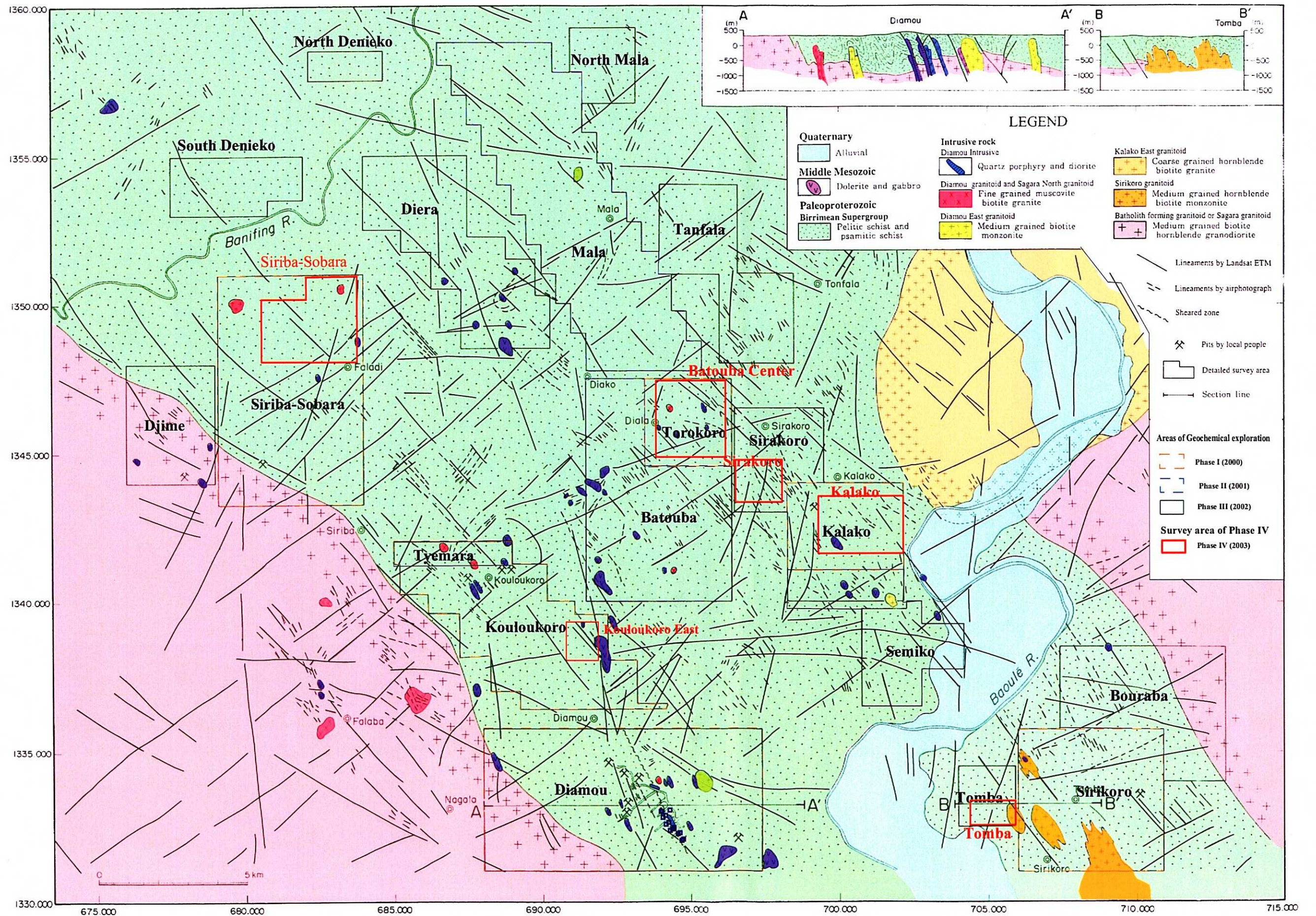


Fig.1-6-3 Geological map of the survey areas

地区にかけての Birrimien 累層群分布域の西縁部には比較的多くの露頭が分布する。それらの岩質は等量～砂勝ち砂岩泥岩互層を主とし、少量の塩基性及び酸性の変火山岩類を伴う。これらの岩石は緑色片岩相の広域変成作用を受けて片岩となっている。

(b) 前期原生代の貫入岩類

前期原生代の貫入岩類として火山岩類と花崗岩類があり、それらはバソリス、岩株又は小岩脈として主に Birrimien 累層群分布域の縁辺部に分布する。これらは岩質・産状及び分布位置から Diamou 貫入岩類、Diamou 北部花崗岩類、Diamou 東部花崗岩類、サガラ北方花崗岩類、Kalako 東方花崗岩類、Sirikoro 花崗岩類、サガラ花崗岩類、Siriba-Sobara 花崗岩などに区分される。岩質は角閃石黒雲母花崗岩、白雲母黒雲母花崗岩、角閃石閃緑岩などが多い。

2) 地質構造

Birrimien 累層群は Tonfara-Bouraba 地域全域にわたって北西-南東走向で東に急傾斜を示し、一見単純な単斜構造をなす。しかし、Diamou 地区では NW-SE 方向の軸をもつ褶曲構造により地層が繰り返していることを確認しており(JICA/MMAJ,2002)、また、Tonfara-Bouraba 地域の中央部にあたる Batouba 地区や地区南方の Kekoro 地区においても NW-SE 系の褶曲構造を確認している。これらのことから本地域の Birrimien 累層群中には全域において波状の褶曲構造が発達していることが推定される。

衛星写真から抽出されたりニアメントは比較的大規模な構造を反映すると考えられ、これは NNW-SSE 系～NW-SE 系、WNW-ESE 系及び ENE-WSW 系が卓越する。このほか頻度は少ないが N-S 系と E-W 系も認められ、それらには数十 km にわたり断続するものがある。

このようなりニアメントは空中磁気探査による鉛直一次微分図(JICA/MMAJ,2002: Fig.II-2-23)に表れた線構造とよく一致し、その多くが断層を示している可能性が大きい。

以上のリニアメントのセンス・新旧関係は衛星写真からは明らかでない。Diamou 地区ではトレンチ調査により衛星写真によるリニアメントと同様の NW-SE 系、WNW-ESE 系及び ENE-WSW 系の断層が卓越していることが明らかになっている(JICA/MMAJ, 2002)。方向性の一致から衛星写真のリニアメントと Diamou 地区の断層はそれぞれ対比可能である。Diamou 地区では NNW-SSE 系～NW-SE 系リニアメントは東に急傾斜を示す逆断層、WNW-ESE は左横ずれ断層、ENE-WSW 系は転移量がほとんどない急傾斜の正断層であった。したがって、Tonfara-Bouraba 地域全域が断層形成時に ENE-WSW 方向に圧縮主応力軸をもつ広域応力場にあったと推定される。本地域や周辺地域で確認された褶曲軸もこの広域応力場に調和的な走向を示す。

Diamou 地区では NNW-SSE 系～NW-SE 系と WNW-ESE 系の断層沿いに貫入した Diamou 貫入岩類に沿って鉍化帯が生成していることから、この2系列のリニアメントは有望地を抽出する際の大きな検討材料である。

空中写真から抽出されたりニアメントは比較的小規模な構造を反映していると考えられる。実際、それらが片理の方向と一致することを多くの場所で確認している。判読されたりニアメントは大部分が NNW-SSE 系～NW-SE 系である。

(3) レゴリスの分布と地化学異常

Tonfara-Bouraba 地域のレゴリスは主に丘陵地に分布する侵食性および残存性のレゴリスと低地に分布する堆積性のレゴリスに大別できる(Fig.1-6-4)。第3年次調査では、レゴリスの区分および古地形の復元から、地化学探査結果を解釈した。

比較的まとまった土壤金地化学は Birrimean 累層群とバソリスをなす花崗岩質岩の境界付近において NW-SE 方向の方向性を示して抽出された。

Fig.1-6-4 から西側境界部付近の Diamou 地区-Kouloukoro 地区-Siriba-Sobara 地区と断続するゾーンと東側境界付近の Tomba 地区-Kalako 地区-Sirakoro 地区-Batouba Center 地区と断続するゾーンが確認できる。第3年次調査では残存性および侵食性レゴリスの分布と土壤金以上および土壤中の過剰砒素の分布を総合的に検討することで次期調査推薦地区を選定した。

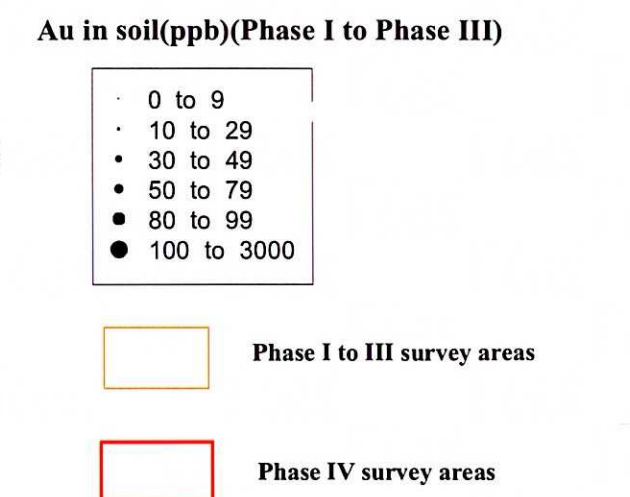
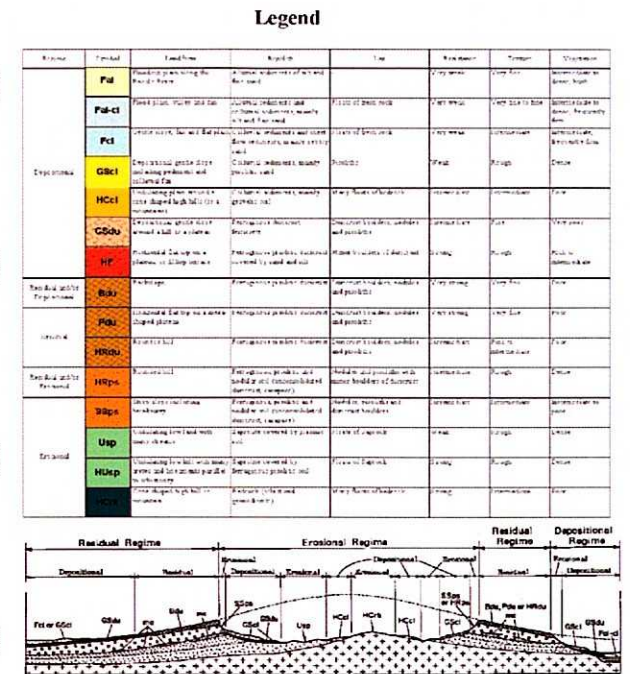
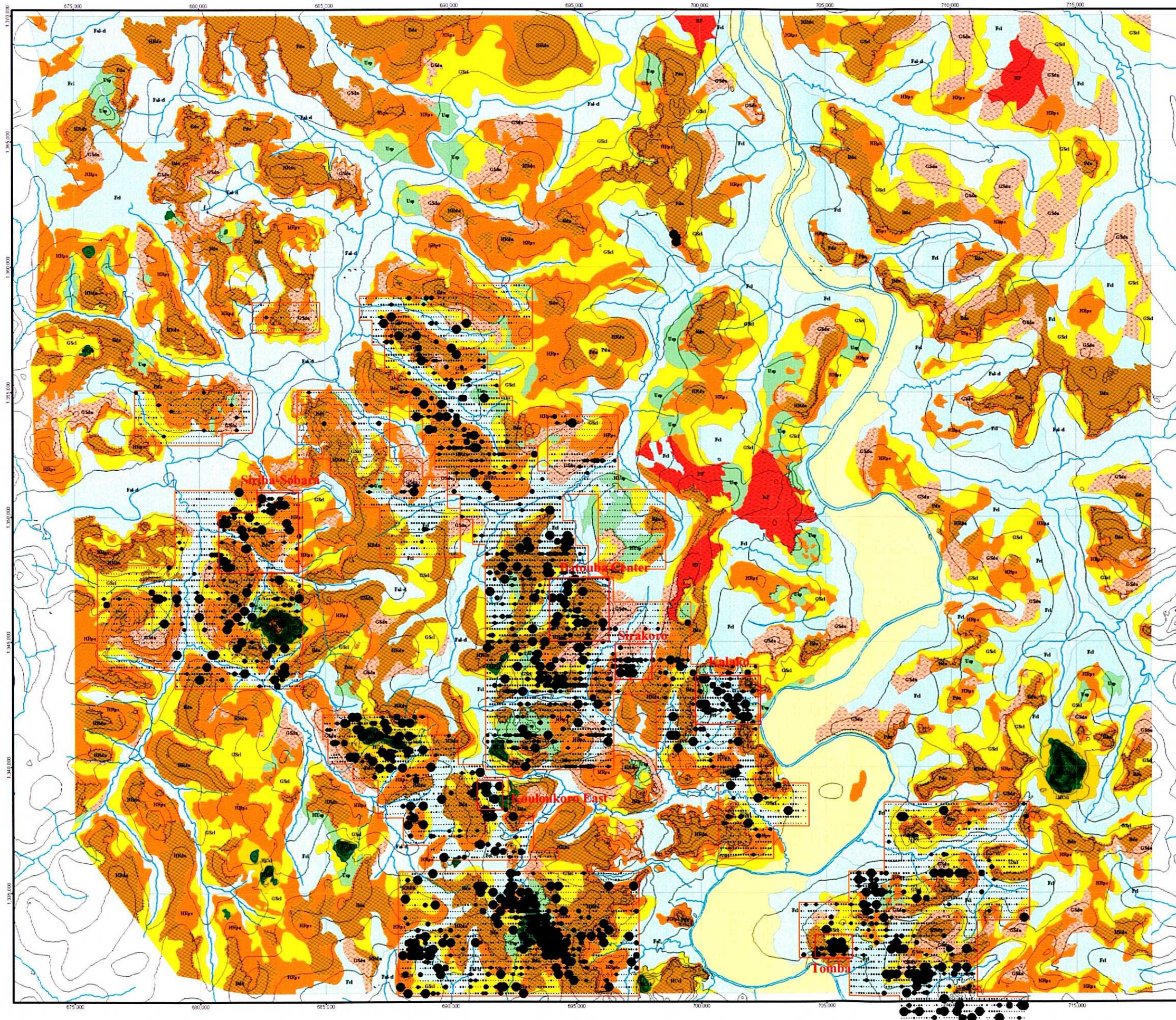


Fig. 1-6-4 Regional regolith map and Au geochemical anomalies(Phase I to Phase III)