

マリ共和国  
バオレ・バニフィング地域資源開発協力  
基礎調査最終報告書

平成 15 年 3 月  
(2003年)

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

鉱調資

JR

03-042

## 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 年度から平成 14 年度にわたり実施され、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。

本報告書は第 3 年間の調査結果をとりまとめたものである。

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  
を表するものである。

平成 15 年 3 月

国際協力事業団

総 裁 川 上 隆 朗

金属鉱業事業団

理事長 松 田 憲 和

## 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結果をまとめたものである。

本地域はマリ共和国の南西部にあたり、調査地域の中央部 Tanfara-Bouraba 地域では西アフリカの金鉱床賦存層準である Birrimien 累層群が広く分布する。既調査により有望地区として抽出されている Diamou 地区と Sirikoro 地区では地化学探査とボーリング調査を主体にした調査を実施した。また、Tanfara-Bouraba 地域全域(約 1000km<sup>2</sup>)の鉱床賦存の有望性を評価する目的で衛星写真・空中写真解析および地表踏査によりレゴリス図を作成するとともに地化学探査結果を行なった。また、地表下のレゴリスの性状を把握するためにオーガーボーリングおよびピット調査を実施した。これらの調査により以下の結論が得られた。

- (1) Diamou 地区:ピット調査(250箇所)、トレンチ調査(4,852m)及びボーリング調査(RC:60m×60孔, DD:13孔, 2000m)を実施し、これにより NNW-SSE 方向に並走する2つの有望な鉱化帯を抽出した。東側の鉱化帯(ゾーン1)は断層群沿いに賦存し、幅約 200m で少なくとも 2km 以上連続すると考えられる。鉱化作用は主に石英斑岩、岩脈沿いに生じ、金はエレクトラムとして単独または硫砒鉄鉱中に包有されている。ダイヤモンドボーリングでは 1.0g/t Au(11m 区間平均)、0.86g/t Au(11m 区間平均)などの品位を確認し、1m 区間長の最高品位は 7.9g/t Au であった。西側の鉱化帯(ゾーン2)は幅約 250m で少なくとも 1km 以上の延長が推定され、褶曲軸部付近に賦存すると考えられる。1.7g/t Au(8m 区間平均)などの品位を得ている。1m 区間長の最高品位は 5.1g/t Au であった。
- (2) Tanfara-Bouraba 地域:スカラー画像判読、同比演算画像判読、空中写真判読および地表踏査が実施された。これらの調査により、被覆層を含めた全レゴリスの詳細な分布とその地形発達史が明らかとなった。作成されたレゴリス図を基に、これまでに実施された土壤地化学探査結果の解釈を行った。原地性レゴリスの Au 異常と As 異常の分布から、Batouba 地区、Diamou 地区、Kalako 地区および Siriba-Sobala 地区からなる4地区(アルファベット順)が抽出された。本地域では硫化鉱物-自然金鉱染型の鉱化作用が大規模で経済性を有する可能性が高く、選定した4地区のうちで類似の鉱化作用が特に期待されるのは Batouba 地区および Siriba-Sobala であり、これに次ぐ鉱化ポテンシャルを有する地区として、Kalako 地区と Diamou 地区が選定された。オーガーボーリング調査(2,400m)とピット調査(408m)では地表下のレゴリスの性状および風化に伴う元素の溶脱・濃集過程を明らかにすることができた。Torokoro 地区(Batouba 地区の北東隅部)ではオーガーボーリングにより濃集部(5.1g/t Au : 6m 区間)を捕捉し、金鉱化作用の一部を確認できた。次期調査に関しては経済性を有する鉱体を確認することを目的として、ピット調査等で金鉱化作用の拡がりを確認した後、酸化鉱体を捕捉するためのボーリング調査を推奨する。

# 目次

は し が き

要約

目次

第1章 序論	1
1-1 調査目的	1
1-2 調査地域	1
1-3 調査内容	1
1-4 調査団の編成	4
1-5 地 勢	5
1-6 鉱徴地	6
1-7 調査地域の探鉱経緯	9
第2章 バオレ・バニフィンク地域の地質概要	11
2-1 調査地域周辺の広域地質	11
2-2 調査地域の地質	11
2-3 物理探査	22
第3章 Diamou 地区	41
3-1 地質	41
3-2 ピット調査	45
3-3 トレンチ調査	49
3-4 RC ボーリング調査	57
3-5 ダイヤモンドボーリング調査	67
3-6 総合検討	83
第4章 Sirikoro 地区	101
4-1 調査の概要	101
4-2 総合解析	102
第5章 Tanfara-Bouraba 地域におけるレゴリス調査	113
5-1 衛星画像判読結果	113
5-2 空中写真判読および地表踏査結果	119
第6章 ピットおよびオーガーボーリングによるレゴリス調査	127
6-1 ピット調査	127
6-2 オーガーによるレゴリス調査	133
第7章 有望地区の選定	147
7-1 指示元素および探鉱ターゲット	147
7-2 地化学異常の抽出	147
7-3 レゴリスと地化学異常の関係	147



7-4 有望地区の選定	155
第8章 結論と提言	171
8-1 結論	171
8-2 提言	173
References	174

## 本文挿入図

Fig.1-1	Location map of the survey area-----	3
Fig.1-2	Gold deposit in southern Mali-----	8
Fig.1-3	Exploration history -----	10
Fig.2-1	General stratigraphy -----	12
Fig.2-2	Geological map of Baoule-Banifing area-----	13
Fig.2-3	General geological map and geological section in Tonfara-Bouraba area -----	15
Fig.2-4	K-Ar dating of intrusive rock -----	17
Fig.2-5	Flight Path -----	23
Fig.2-6	Radiometric survey (Total counts) (Baoule-Banifing area)-----	27
Fig.2-7	IGRF total magnetic residual intense (Baoule-Banifing area)-----	27
Fig.2-8	IGRF total magnetic residual intense (Tonfara-Bouraba area) -----	29
Fig.2-9	First vertical deviation images (Tonfara-Bouraba area)-----	31
Fig.2-10	K anomalies (Tonfara-Bouraba area)-----	33
Fig.2-11	U anomalies (Tonfara-Bouraba area)-----	35
Fig.2-12	Th anomalies (Tonfara-Bouraba area)-----	37
Fig.2-13	Interpretation map-----	39
Fig.3-1	Geological map of Diamou-----	43
Fig.3-2	Location of pit-----	46
Fig.3-3	Results of pit survey-----	47
Fig.3-4	Location of trench -----	50
Fig.3-5	Results of trenching -----	53
Fig.3-6	Sketch map in the old pit area-----	55
Fig.3-7	Location of RC drilling site -----	59
Fig.3-8(1)	Cross section through Diamou area-----	61
Fig.3-8(2)	Cross section through Diamou area-----	63
Fig.3-8(3)	Cross section through Diamou area-----	65
Fig.3-9	Location of DDH drilling site-----	69
Fig.3-10	Cross section through central mineralozation zone(1) -----	87
Fig.3-11	Cross section through central mineralozation zone(2) -----	88
Fig.3-12	Cross section through central mineralozation zone(3) -----	89
Fig.3-13(1)	Au and As profile -----	90
Fig.3-13(2)	Au and As profile -----	91
Fig.3-13(3)	Au and As profile -----	92
Fig.3-13(4)	Au and As profile -----	93
Fig.3-14	Block diagram of central mineralization zone-----	95

Fig.3-15	Mineralization model of central mineralization zone -----	97
Fig.3-16	Interpretation map of central mineralization zone -----	99
Fig.4-1	Location of pit and RC drilling site -----	103
Fig.4-2	Geological map of Sirikoro area-----	107
Fig.4-3	Au geochemical anomaly Sirikoro -----	109
Fig.4-4	Interpretation map (cross section)-----	111
Fig.5-1	Regolith profile based on a satellite image interpretation in the Baoule-Banifing Area-	115
Fig.5-2	Regolith map based on a satellite image interpretation in the Tonfara-Bouraba Area ---	117
Fig.5-3	Schematic section of a regolith field in the Baoule-Banifing Area -----	123
Fig.5-4	Regolith map based on an air-photo interpretation and a field survey in the Tonfara-Bouraba Area -----	125
Fig.6-1	Location map of pits-----	128
Fig.6-2	Pit regolith profile and distribution of Au in section 1,346250 -----	129
Fig.6-3	Pit regolith profile and distribution of Au in section 1,344250 -----	131
Fig.6-4	Location map of the Auger drill holes -----	134
Fig.6-5	Regolith map and profile of Torokoro area-----	135
Fig.6-6	Distribution of Au in section 1,346250 -----	138
Fig.6-7	Distribution of As in section 1,346,250-----	138
Fig.6-8	Distribution of W in section 1,346,250 -----	138
Fig.6-9	Distribution of Fe in section 1,346,250. -----	139
Fig.6-10	Distribution of Cr in section 1,346,250 -----	139
Fig.6-11	Distribution of Mn in section 1,346,250 -----	139
Fig.6-12	Distribution of Al in section 1,346,250 -----	140
Fig.6-13	Distribution of K in section 1,346,250 -----	140
Fig.6-14	Distribution of Cs in section 1,346,250 -----	140
Fig.6-15	Distribution of Mg in section 1,346,250 -----	141
Fig.6-16	Distribution of Ti/Zr in section 1,346,250 -----	141
Fig.6-17	Distribution of Factor 9 in section 1,346,250 -----	142
Fig.6-18	Distribution of Factor 5 in section 1,346,250 -----	142
Fig.6-19	Regolith map and profile of Sirikoro area -----	144
Fig.7-1	Weathering profile in the Diamou mineral occurrence -----	149
Fig.7-2(1)	Relationship between the regolith distribution and Au anomalies -----	151
Fig.7-2(2)	Relationship between the regolith distribution and As anomalies-----	153
Fig.7-3	Promising exploration sites in the Baoule-Banifing Area-----	157
Fig.7-4	Eigen value and eigen vector of PC1 -----	163
Fig.7-5	Sampling points for the geochemical exploration-----	165

Fig.7-6	Distribution of gold anomalies over 29 ppb-----	165
Fig.7-7	Distribution of arsenic anomalies over 12 ppb -----	165
Fig.7-8	Distribution of excessive (hydrothermal) arsenic anomalies -----	165
Fig.7-9	Distribution of overlapped anomalies of gold and excessive arsenic-----	165
Fig.7-10	Upper limit of secondary arsenic anomalies-----	165
Fig.7-11(1)	Distribution of gold, arsenic and overlapped anomalies in the Batouba, Kalako Kouloukoro, Sirakoro, Siriba-Sobala Area -----	167
Fig.7-11(2)	Distribution of gold, arsenic and overlapped anomalies in the Diamou Kalako and Sirikoro Area -----	169

### 本文挿入表

Table 1-1	The content and amount of the Phase III survey -----	1
Table 1-2	List of the laboratory works -----	2
Table 1-3	Survey member -----	4
Table 1-4	Exploration results in1998 to 2000-----	9
Table 2-1	Granitoid series of the intrusive rocks in Tonfara-Bouraba area -----	21
Table 2-2	Coordinate define the survey area -----	22
Table 3-2	Gold mineralization zone in RC drilling hole -----	57
Table 3-3	Location of DDH sites -----	67
Table 5-1	Regolith classification based on a satellite image interpretation-----	115
Table 5-2	Regolith classification based on an air-photo interpretation and a field survey -----	123
Table 7-1	Correlation matrix of Fe, Cr, V, Al and Nb -----	163
Table 7-2	Eigen value, contribution ratio and eigen vector of PC1 -----	163

### Appendix

- Ap.1 Geological logging of DDH drilling
- Ap.2 Auger profile

## 第1章 序論

### 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.1-1 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。調査地域の中央部に位置する Tanfara-Bouraba 地域には西アフリカにおける金胚胎層準である Birrimien 累層群が約 1000km<sup>2</sup> にわたり分布する。

### 1-3 調査内容

3年間の調査の内容を Table 1-1 と Table 1-2 に示す。

**Table 1-1 Survey Works**

#### (1) Phase I

Survey method	Quantity
Satelite image analysis	900km <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
Airborne magnetic gradiometric and radiometric survey	24,300 line-km
Drilling survey	
Reverse circulation drilling(Diamou)	30 holes 1,800m
Diamond drilling(Diamou)	5 holes 750.65m

#### (2) PhaseII

Survey method	Quantity
Geological survey, geochemical survey and groundtruth (Mala and Botouba)	50km
Trench survey (Diamou)	4,852m
Pits survey (Diamou, Sirikoro)	650 pits 3,250m
Drilling survey	
Reverse circulation drilling(Diamou, Sirikoro)	90 holes 5,400m
Diamond drilling(Diamou)	8 holes 1,250m

#### (3) PhaseIII

Survey method	Quantity
Satelite image analysis	1,000km <sup>2</sup>
Geological survey, regolith survey(Tanfara-Bouraba, Dioila)	1000km <sup>2</sup> , 350km <sup>2</sup>
Pits survey (Tanfara-Bouraba)	88 pits 408m
Geochemical soil survey(Tanfara-Bouraba)	5,030
Drilling survey	
Auger drilling (Torokoro, Kalako, Batouba, Sirikoro)	129 holes 2,400m

**Table 1-2 List of laboratory tests and measurement**

(1) Phase I

Survey method	Contents	Quantity
Geological survey	Chemical analysis (pits samples)	560
	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

(2)Phase II

Survey method	Contents	Quantity
Geological survey	Chemical analysis (pits and trenches)	4,789
	Polished section	28
	Thin section	50
	X-ray diffraction	15
	Fluid inclusion analysis	4
	Whole rock chemical analysis	10
Geochemical survey	Chemical analysis	3,000
Drilling survey	Chemical analysis (cuttings)	5,400
	Chemical analysis (core)	1,250
	K-Ar dating	3

(3) Phase III

Survey method	Contents	Quantity
Geological survey	Chemical analysis (pits samples)	411
	Thin section	60
	K-Ar dating	34
	Mineral separation	4
	Whole rock chemical analysis	44
Geochemical soil survey	Chemical analysis	538
Drilling survey	Chemical analysis(cuttings)	2,400
	X-ray diffraction	233

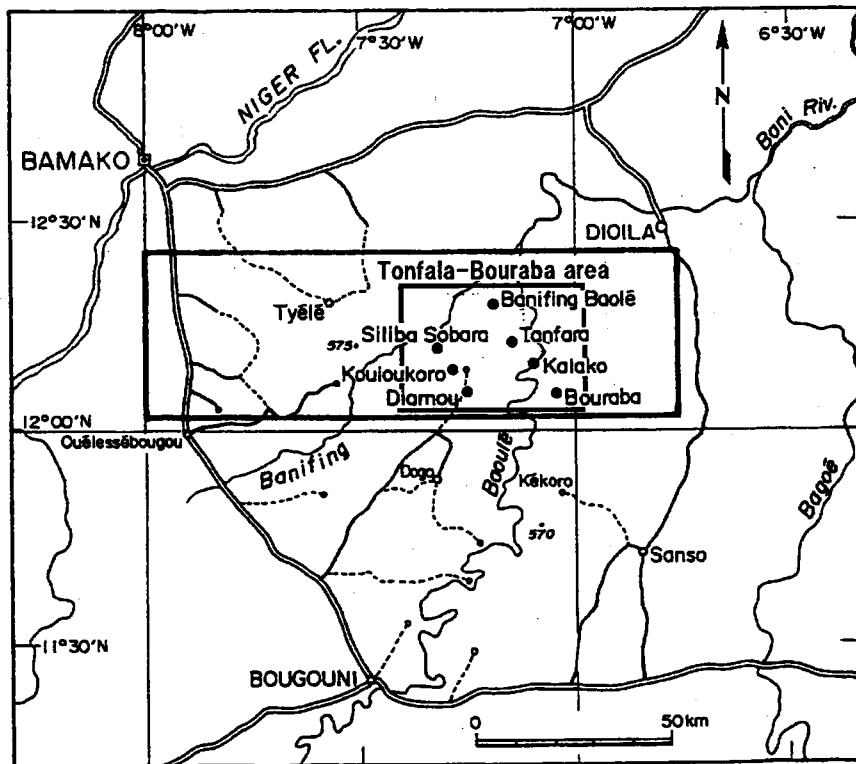
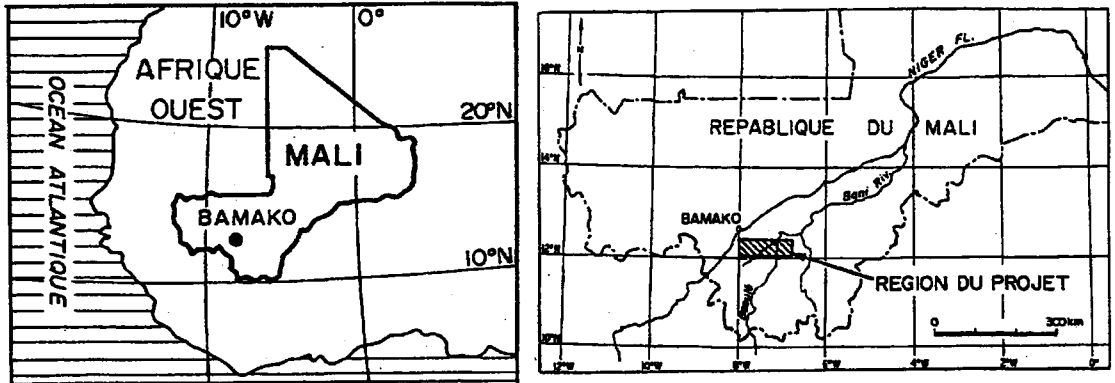


Fig.1-1 Location map of the survey area

## 1-4 調査団の編成

調査団員名簿を Table 1-3 に示す。

**Table 1-3 Survey team**

### (1) Phase I

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 DJIRE (DNGM)
Géologue : TAMURA, Masaharu (SUMICON)	Géologue : Naby FOFANA (DNGM)
Géologue : SETO, Takayuki (SUMICON)	Géophysicien : Moussa Holla MAIGA (DNGM)

### (2) Phase II

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)
Géologue : GOTO, Toshiyuki (SUMICON)	Géologue : Yaya DJIRE (DNGM)
Géologue : SETO, Takayuki (SUMICON)	Géologue : Naby FOFANA (DNGM)
Géologue : SAITO, Norizo (SUMICON)	Géophysicien : Moussa Holla MAIGA (DNGM)

### (3) Phase III

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 (DNGM)
L'équipe pour l'étude	
Chef géologue: SUZUKI, Mitsuru (SUMICON)	Chef géologue : Emanuel THERA (DNGM)
Géologue : TOMIZAWA, Naoaki (SUMICON)	Géologue : Lassana GUINDO (DNGM)
Géologue : HASE, Masahiro (SUMICON)	Géologue : Yaya DJIRE (DNGM)
Géologue : NAGAO, Takaaki (SUMICON)	Géologue : Moussa KEITA (DNGM)
Géologue : KAI, Michiteru (SUMICON)	Géologue : Alphones KONE (DNGM)
Géologue : SETO, Takayuki (SUMICON)	
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 Minerales
SUMICON : Sumiko Consultants, Co., Ltd.	PAMPE : National Projet PAMPE



## 1-5 地 勢

### 1-5-1 位置・交通

調査対象のバオレ・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 5,800km<sup>2</sup> 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。

### 1-5-2 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、ラテライト質硬殻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。

### 1-5-3 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。

## 1-6 鉍徴地

調査地域近傍には多数の金鉍床が賦存する。それらは緑色岩中の金鉍床であり 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・裂罅帯などに胚胎すると考えられている。

以下に, マリの代表的な金鉍床である Sadiola, Loulo, Medinand, Kalana, Syama 及び Morila の各鉍床の概要を示す。これらの鉍床は, いずれも Birrimien 累層群中に胚胎する (Fig.1-2)。

Sadiola 鉍床 : バマコの西方約 350km のマリ・セネガル国境付近に位置する。資源量は金量約 159t(平均品位 3.06g/t Au)と言われ(DNGM, 2001: 内部資料), 1996 年 12 月から露天掘りによる出鉍を開始した。2002 年の金生産量は 16.1t である。世界有数の低コスト金鉍山として注目されている。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プロライトである。地表付近のサブプロライト(酸化帯)の鉍量は 24.1Mt, 下部のサブプロライト(還元帯)の鉍量は 18.9Mt である。ボーリング結果によれば, 地下深部の金鉍化帯は「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 鉍床 : バマコの北西約 300km, Sadiola 鉍山の南約 80km に位置する。1983 年に発見された鉍床で, 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。金鉍床は強い電気石化を受けた砂岩中に胚胎する。金は砂岩基質中の鉍染状自然金として産し, 多量の鉍染状硫化鉍物を伴う。F/S 前の資料によれば, 「Loulo 0 鉍体」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 鉍床 : 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, Au11.14g/t, 金量 4 トンを確認した。鉍床の母岩は Birrimien 累層群の変成グレイワッケ, 安山岩などである。鉍化作用は Birrimien 累層群の破碎帯中に認められ, 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鉱と黄鉄鉱が多量に認められ、流体包有物充填温度は 340～420℃を示す。資源量は金量約 44t(平均品位 15g/t Au)と言われる(DNGM, 2001: 内部資料)。

Syama 鉱床 : 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鉱を開始し、その結果、鉱量 22.5Mt, 金量 88.5t, 平均品位 3.9g/t Au の大規模金鉱床を発見した。その後、Syama Extension, Banaso などの衛星鉱床の発見もあり、鉱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、2002 年に休山となった。ている。鉱床母岩は Birrimien 累層群の安山岩、玄武岩およびチャートからなり、金鉱化帯は走向南北、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鉱の鉱染が広く認められ、このなかで、金は鉱染状の自然金として産出する。

Morila 鉱床 : 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・ベルギーがそれぞれ土壌地化学探査と鉱徴地調査を実施し、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 鉱区を取得し、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、数箇所の硫化物鉱染帯と IP 異常帯を抽出した。1996 年以降は Randgold 社が鉱区権益を受け継ぎ、1997 年に大規模な金鉱床を発見するに至った。資源量は金量 150t (平均品位 4.6g/t Au)である(DNGM, 2001: 内部資料)。2002 年の金生産量は 38.9t で、マリ国最大の産金量をほこり、また世界有数の低コスト金鉱山として注目されている。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鉱-硫砒鉄鉱鉱染帯に、細粒の鉱染状自然金として産する。母岩の片理面に平行な石英細脈が少量認められる。

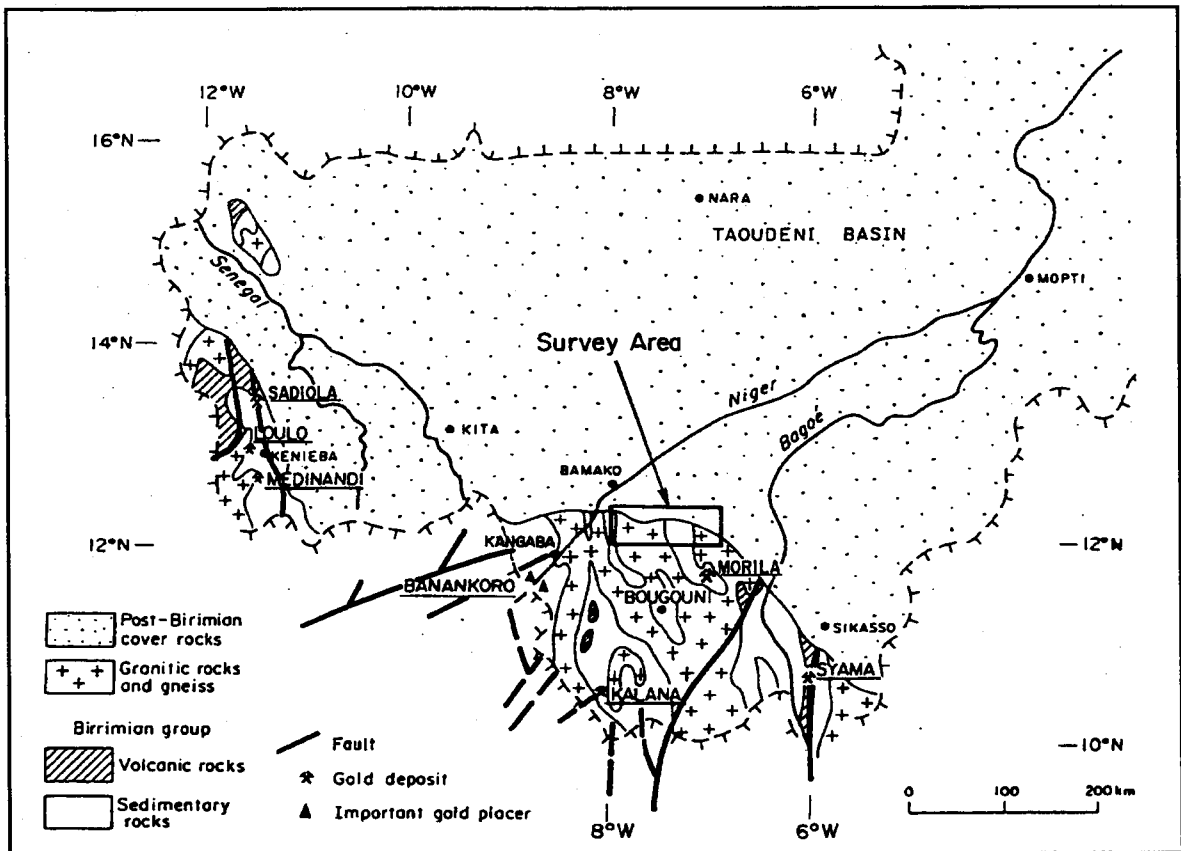


Fig.1-2 Gold deposit in southern Mali

## 1-7 調査地域の探鉱経緯

### 1-7-1 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-3 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 30,000km<sup>2</sup>) 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 25,000km<sup>2</sup>)で金鉱床探査を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 14,000km<sup>2</sup>)で金鉱床探査を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 7,000km<sup>2</sup>)で金鉱床探査を目的とした地化学探査, ボーリング調査を実施。

### 1-7-2 1998 年～2000 年の調査結果の概要

Fig.1-3 に Kékoro-Baoulé-Banifing 地域における 1998～2000 年の調査概要図を示し、Table 1-4 にその調査結果概要を示す。

**Table 1-4 1998～2000 年の調査結果概要**

	1998 年度	1999 年度	2000 年度
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Landsat 画像解析</li> <li>・ 地質調査</li> <li>・ 地化学探査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地形図作成</li> <li>・ 地質調査</li> <li>・ 地化学探査</li> <li>・ ビット調査</li> <li>・ RC ボーリング調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電気探査 (IP 法)</li> <li>・ RC ボーリング</li> <li>・ コアボーリング</li> </ul>
調査結果	地化学探査の結果, 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 地区等を精査地区として抽出した。	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。	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。

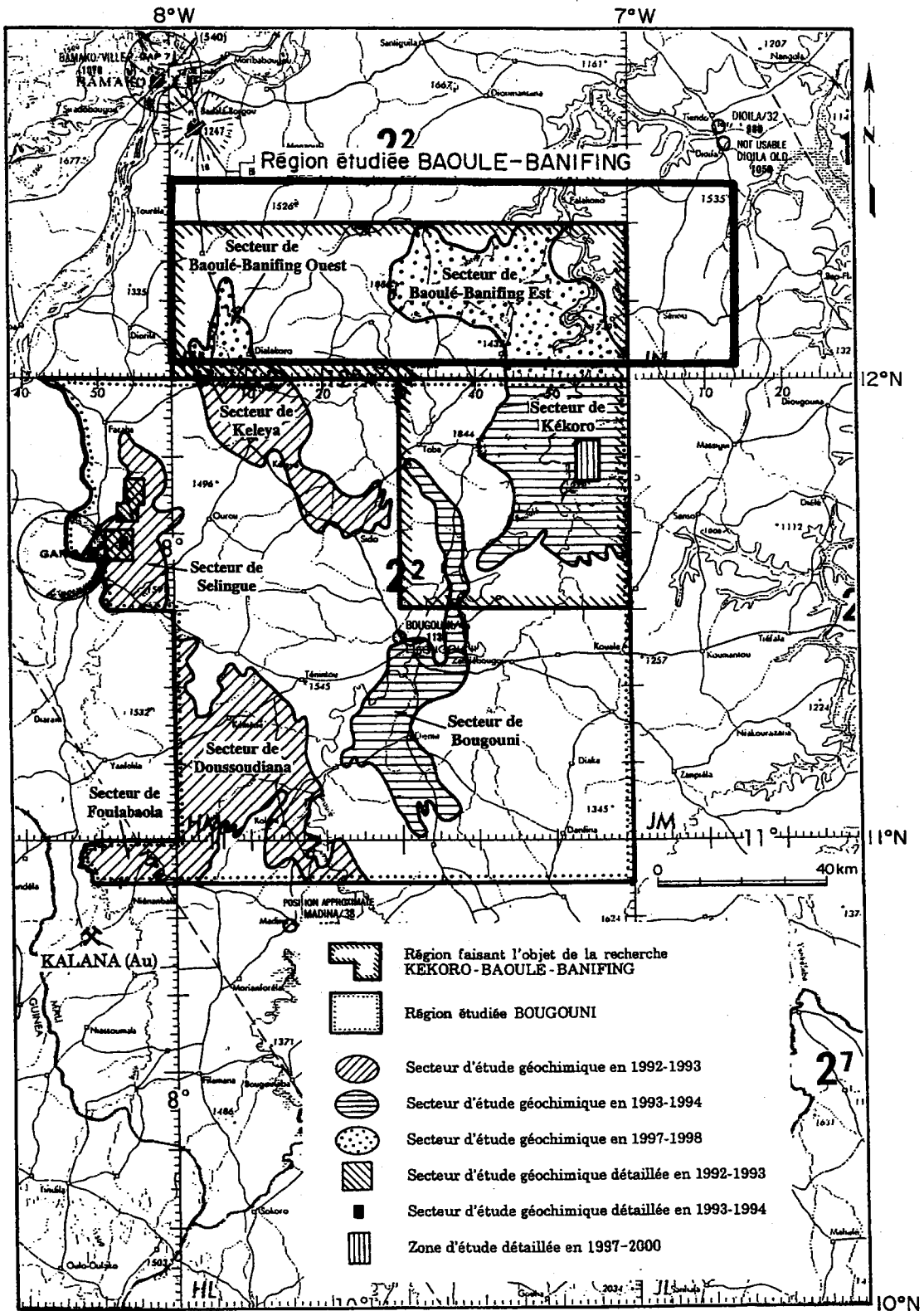


Fig.1-3 Exploration history

## 第2章 バオレ・バニフィング地域の地質概要

### 2-1 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, グレーワックなど)に富む下部層に区分される(Fig.2-1)。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からなる。

### 2-2 調査地域の地質

バオレ・バニフィング地域の地質図を Fig.2-2 に, Tanfara-Bouraba 地域の地質図及び同断面図を Fig.2-3 示す。Tanfara-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。このほか二疊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 Tanfara-Bouraba 地域の地質記載を行う。Fig.2-4 には年代測定結果をそれぞれ示す。なお, 以下の記述で年代値を言及する場合, 特にことわりがなければ全岩年代値を示す。

#### (1) Birrimien 累層群

Birrimien 累層群は Tanfara-Bouraba 地域のほぼ中央部に 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 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。

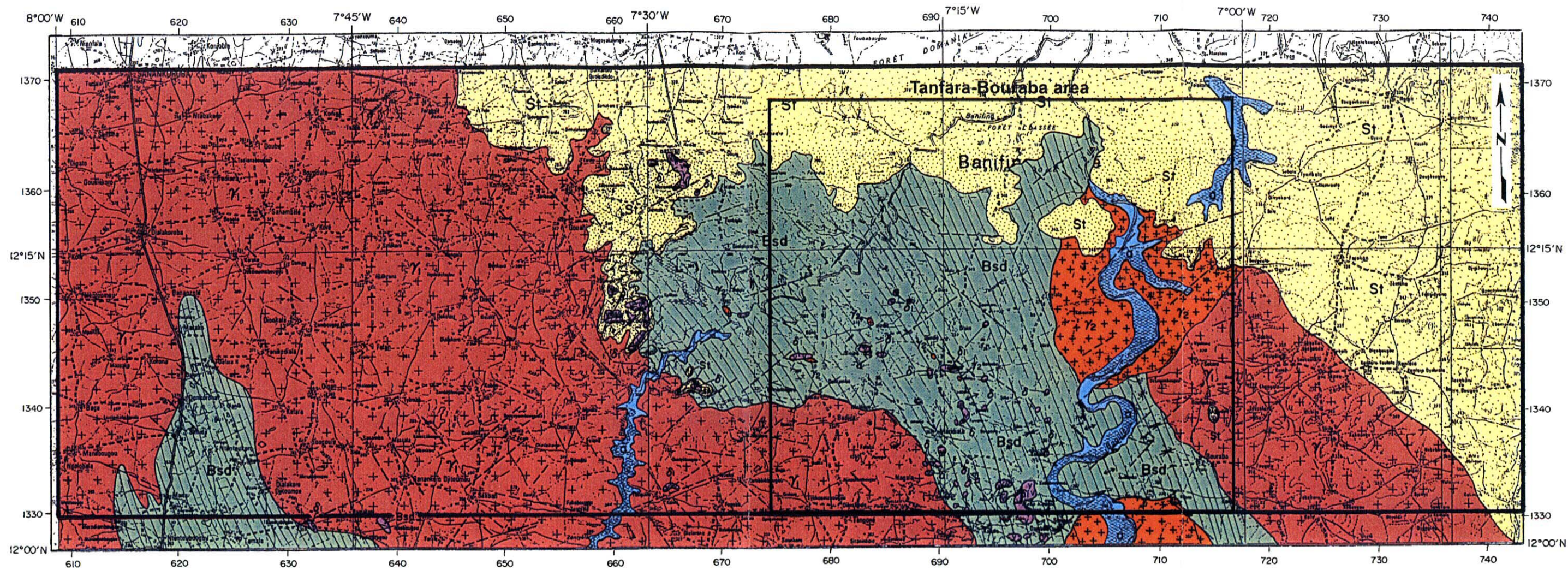
#### (2) 前期原生代の貫入岩類

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, 岩株あるい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, 産状および分布位置から 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, サガラ花崗岩類などに区分される。

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	oo oo oo oo oo	Upper Birrimien	Basic Volcanic Subseries		
	VVVV VVVV VVVV		Acid Volcanic Subseries		
	.v.v. .v.v. .v.v.		Sedimentary - Volcanic Subs.		
	..... ..... .....		Upper Arenaceous Subseries		
	v v		Upper Argillaceous Subseries		
	..... ..... .....	Lower Birrimien	Middle Arenaceous Subseries		
	..... ..... .....		Lower Argillaceous Subseries		
	.v..... ..... v		Lower Arenaceous Subseries		
2600+	+++ +++ +++		Granitoids, migmatites, ultramafic rocks and granulites	Liberian Cycle ?	

Fig.2-1 General stratigraphy





**LEGEND**





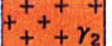


<p><b>Alluvial</b></p> <p> Clay, silt and sand</p> <p><b>Intrusive rocks</b></p> <p> Dolerite, Gabbro</p> <p> Biotite hornblende diorite</p> <p><b>Sotuba Group</b></p> <p> Fine grained sandstone</p>	<p><b>Post-tectonic Granite</b></p> <p> Alkali granite, Syenite, Quartz diorite</p> <p><b>Syn-tectonic Granite</b></p> <p> Hornblende biotite granite-granodiorite</p> <p><b>Birimien Group</b></p> <p> Pelitic schist, psamitic schist</p>
--	--

Fig.2-2 Geological map of Baoule-Banifing area



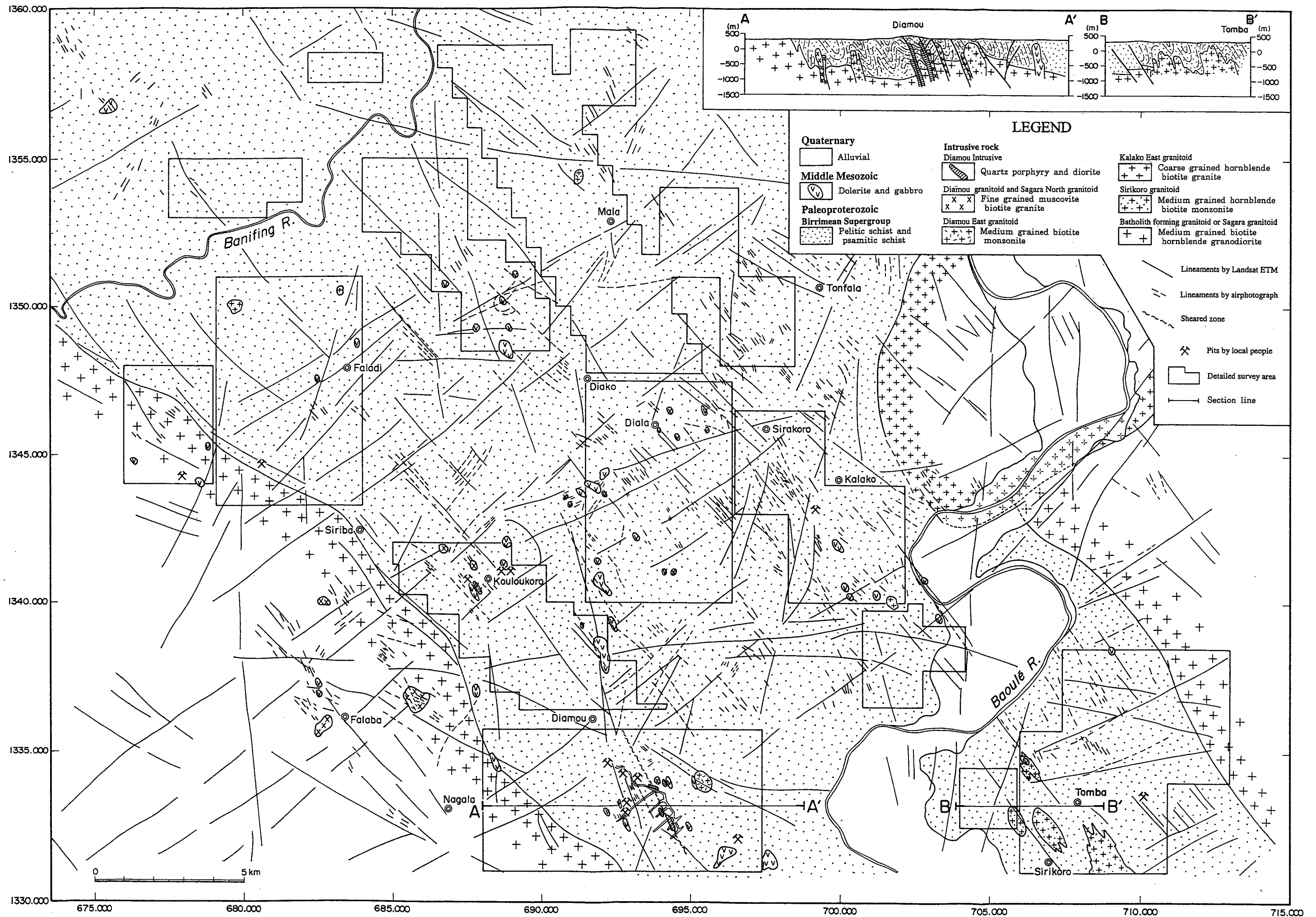


Fig.2-3 General geological map and geological section in Tonfara-Bouraba

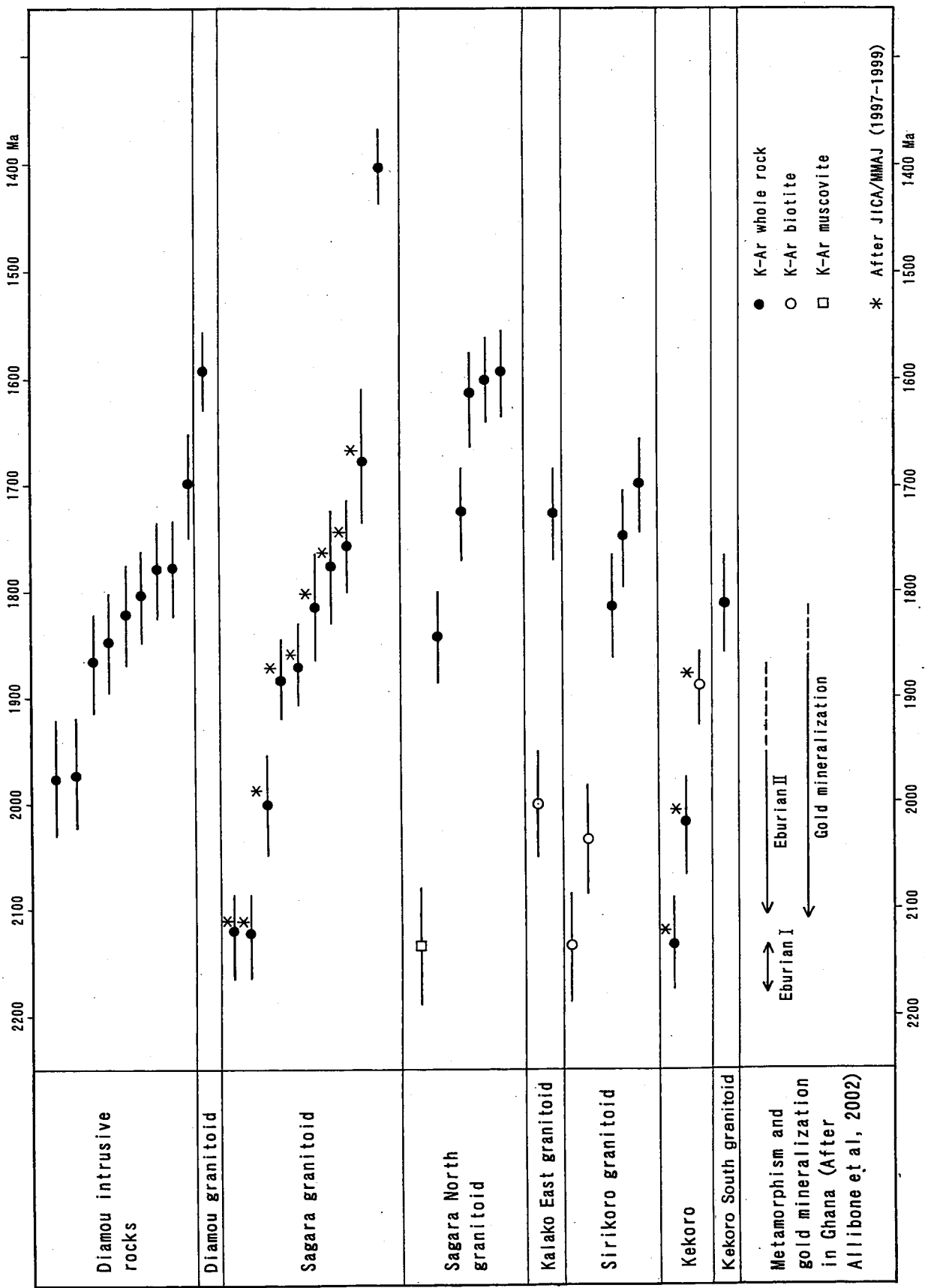


Fig.2-4 K-Ar dating of intrusive rock

1) Diamou 貫入岩類 : Diamou 地域のほぼ中央部において Birrimien 累層群中の岩脈として分布する。個々の岩脈は幅数 m~数十 m で NNW-SSE 方向に数十 m から数百 m の伸びを示す。本岩類の岩種は閃緑岩と石英斑岩からなる。両者は相互に小断層で接し、全体として錯綜した分布を示す。閃緑岩は暗灰色の中粒岩で、構成鉱物は斜長石、アクチノ閃石を主とし、少量の石英と黒雲母を伴う。石英斑岩は灰白色の緻密質石基中に長石及び石英の斑状変晶を多量に含む岩質を示し、時に石基が粗粒となり、アプライト様の見かけを呈する場合がある。本岩類は細粒黒雲母やアクチノ閃石を、まれに堇青石を含むことから貫入後に熱的影響を受けていると考えられる。

Diamou 貫入岩類の 9 試料のうち、明らかに熱的影響により若返ったと考えられる 1 試料を除くと、本岩類の年代値(全岩)は全体として 1780Ma から 1880Ma に集中する。岩種別では石英斑岩が  $1976 \pm 56\text{Ma}$  から  $1697 \pm 50\text{Ma}$  の年代値を、Diorite は  $1866 \pm 48\text{Ma}$  から  $1779 \pm 46\text{Ma}$  を示し、誤差の範囲で両者の年代値に大差がない。両者が相互に小断層で接している産状や年代値から石英斑岩と閃緑岩はほぼ同年代に貫入したと考えられる。すなわち、本岩類はバイモーダルな火成活動を示している可能性がある。

本岩類は熱的影響により若い年代値を示している可能性が大きい。このことを考慮すると本岩類の活動はガーナの Eburian 造山時相に対比できるかもしれない。

2) Diamou 北部花崗岩類 : 本岩は Diamou 地区の北部に小規模に分布する。細粒の白雲母黒雲母石英モンゾニ岩から構成され、岩質は桃色を帯びる優白質の塊状細粒岩である。カリ長石、斜長石、石英、黒雲母、白雲母を主成分鉱物とし、少量のアパタイトを伴う。1 試料は  $1591 \pm 41\text{Ma}$  の年代を示した。本岩類は岩質と分布位置から Diamou 貫入岩類の石英斑岩と類縁関係にあると考えられるが、得られた年代値は石英斑岩より 1 億年以上若い。

3) Diamou 東部花崗岩類 : 中央鉱化帯東方約 1km 付近で、東西数 100 メートル以上、南北 100 メートル以上の転石帯として確認した。優白質中粒の黒雲母石英モンゾニ岩からなり、弱い縞状構造が認められる。鏡下でカリ長石、斜長石、石英、黒雲母を主成分鉱物とし、少量のアパタイト、ジルコンを伴う。本岩類から  $1279 \pm 33\text{Ma}$  の年代が得られた。従来、本地域及び周辺地域の花崗岩類でこのような若い年代値を示す花崗岩類は確認されていない。本岩類に近接して二畳紀の閃緑岩が貫入していることから、年代値にはその影響が考えられる。

4) Sagara 北方花崗岩類 : Tanfara-Bouraba 地域の南西隅部の Sagara 北方から Kouloukoro にかけての地区に長径数百メートルの岩株として点在する。細粒~中粒の白雲母黒雲母モンゾニ岩から構成され、しばしばペグマタイトが貫入している。構成鉱物はカリ長石、斜長石、石英、黒雲母、白雲母を主成分鉱物とし、少量のジルコンとアパタイトを伴う。本岩類の 5 試料は  $1848 \pm 48\text{Ma}$ ~ $1594 \pm 41\text{Ma}$  と幅広い年代を示した。また、1 試料の白雲母年代は  $2136 \pm 56\text{Ma}$  ときわめて古い年代を示した。

5) Kalako 東方花崗岩類 : Kalako の東方に長径約 10km の円形岩体として分布する。中粒の

角閃石黒雲母花崗岩から構成され、弱い縞状構造が認められることがある。構成鉱物はカリ長石、斜長石、石英、黒雲母、角閃石を主成分鉱物とし、少量のチタン石とアパタイトを伴う。本岩類の1試料は  $1725 \pm 44\text{Ma}$  と  $2010 \pm 52\text{Ma}$  の黒雲母年代を示した。この黒雲母年代はガーナの Eburian II の年代に対比できる。

6) Sirikoro 花崗岩類 : Sirikoro 地区の東部に長径 500m~3km 以上、短径数百メートルから 2km 程度の楕円形の数岩体として分布する。中粒の角閃石黒雲母石英モンズナイトから構成される。構成鉱物はカリ長石、斜長石、石英、黒雲母を主成分鉱物とし、少量のチタン石、アパタイトおよびジルコンを伴う。 $1697 \pm 44\text{Ma}$ ~ $1812 \pm 47\text{Ma}$  の全岩年代および  $2010 \pm 52\text{Ma}$  と  $2042 \pm 53$  の黒雲母年代が得られ、本岩類は全岩と黒雲母年代ともに Kalako 東方花崗岩類に対比可能である。

8) Sagara 花崗岩類 : Tanfara-Bouraba 地域の Birrimien 累層群の周囲を取り囲み巨大なバソリスをなして分布する。岩質は中粒の黒雲母角閃石花崗閃緑岩から構成される。

本岩類に関しては資源開発協力基礎調査ケコロ、バオレーバニフィング地域 (JICA/MMAJ:1997-1999)により 9 試料の放射年代が得られている。それによれば本岩類の年代は  $1775\text{Ma}$ ~ $1866\text{Ma}$  に集中し、Diamou 貫入岩類に対比可能である。本岩類の2試料が  $2120\text{Ma}$  前後と古い年代を示している。この年代値はガーナの Eburian 造山時相の年代に対応する。

9) Kekoro 南部花崗岩類 : 本岩類は Tanfara-Bouraba 地域外南方の Kekoro 部落の南側において、鉱化帯周辺に分布する。比較のためにここで記載する。

岩質は細~中粒の石英閃緑岩ないし閃緑岩である。構成鉱物は斜長石と石英で、2次生成と考えられる黒雲母を比較的少量に含む。副成分鉱物としてはチタン石、アパタイトを含む。本岩類の1試料から  $1813 \pm 47\text{Ma}$  の年代が得られた。この年代値は Diamou 貫入岩類や Sagara 花崗岩類の集中する年代値の範囲に入る。

### (3) 二畳紀の貫入岩類

Tanfara-Bouraba 地域全域に多数の岩体が分布する。個々の岩体の規模は通常幅 10 数 m 程度で、100 m 以上延長することが多い。岩質は優黒色の細粒輝石閃緑岩、輝石ガブロ及び粗粒玄武岩である。空中磁気探査で抽出された正磁気異常(JICA/MMAJ,2001)付近には本岩が分布することが多い。本岩の5試料からは  $208 \pm 7\text{Ma}$ ~ $287 \pm 8\text{Ma}$  の放射年代が得られた。

#### (4) 地質構造

Birimien 累層群は Tanfara-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 地域では 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 Tanfara-Bouraba 地域の中央部にあたる Batouba 地域や地域南方の Kekoro 地域においても 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 Birimien 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リ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 および ENE-WSW 系が卓越する。このほか頻度は少ないが N-S 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。

このようなリニアメントは空中磁気探査による鉛直一次微分図(Fig.2-5 参照)に表れた線構造とよく一致し、その多くが断裂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 および 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 地域では 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、Tanfara-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リ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。判読されたリニアメントは大部分が NNW-SSE 系～NW-SE 系である。

#### (5) 全岩化学分析結果

岩石の全岩分析結果を各種図表を使って解析した結果、各貫入岩類が所属する花崗質シリーズを推定した(Table2-1)。

**Table 2-1 Granitoid series of the Intrusive rocks in Tanfara-Bouraba area**

Granite series	Intrusive rocks
Magnetite series	I type Diamou Intrusive (Diorite) & Kalako East Granitoid
Ilmenite series	I type Diamou Intrusive (Quartz porphyry), Diamou North Granitoid & Sirikoro Granitoid
Ilmenite series	S type Diamou East Granitoid & Kekoro South Granitoid

これらの貫入岩類と鉍化作用や鉍徴との関連は以下のとおりである。

Diamou 貫入岩(閃緑岩)と Kalako 東部花崗岩類は磁鉄鉍系列で I タイプに属すると考えられる。前者の岩脈際には鉍化帯が賦存され鉍化作用との関連性が示唆される。後者と鉍化作用との関連ははっきりしないが、その西方には有望な地化学異常が抽出されている (JICA/MMAJ,2003)。

Diamou 貫入岩類 (石英斑岩) , Diamou 北部花崗岩類および Sirikoro 花崗岩類はチタン鉄鉍系列で I タイプに属する。Diamou 貫入岩類(石英斑岩)の脈際に鉍化帯が抽出されており、また Sirikoro 地区には花崗岩周辺に地化学異常が広がる。

Kekoro 南部花崗岩類と Diamou 東部花崗岩類はチタン鉄鉍系列で、S タイプに属すると考えられる。Kekoro 南部花崗岩類付近には鉍化帯が確認されており、Diamou 東部花崗岩類の西方約 1km の Diamou 中央鉍化帯がある。

以上のように各花崗岩系列の岩石ともに既知鉍化帯や地化学異常との関連性が推測され、現状では岩石系列から鉍徴地や地化学異常帯の有望性を検討できない。鉍化帯をもたらした火成岩類がどのような系列に属する火成岩か明らかにすることができれば有望地を効率よく抽出するための一つの手段になりえる。年代値も含めて更なるデータの集積が望まれる。

## 2-3 物理探査

物理探査として、調査地域全域に対し航空機を用いた空中磁気・放射能探査を実施した。以下に、物理探査の結果の概要を記述する。なお、測定及びデータ処理は南アフリカの Fugro Airborne Surveys 社が行った。

### 2-3-1 調査地域

調査地域は、Fig.2-5 に示すようにマリ共和国の首都 Bamako の南東に位置する。

物理探査は Table 2-2 に示す座標で囲まれた南北約 42.4km×東西約 136km＝面積 5,767km<sup>2</sup> の長方形範囲で実施した。

調査地区の標高は 250～500m の範囲にあり、地形は比較的平坦である。

**Table 2-2 Coordinates define the survey area**

UTM (WGS84 spheroid) Zone 29(central meridian 9° W)			Latitude			Longitude		
#	x	y	Deg.	Min.	Sec.	Deg.	Min.	Sec.
1	608656.8	1372926.4	12	25	03.1N	008	00	01.2W
2	744572.7	1373755.6	12	25	03.1N	006	45	01.1W
3	744925.6	1331340.5	12	02	03.2N	006	45	01.1W
4	608813.5	1330535.4	12	02	03.2N	008	00	01.2W

### 2-3-2 調査要項

- ① Minimum line length 10,000m
- ② Traverse line trend 000°TN (N-S)
- ③ Traverse line spacing 250m
- ④ Tie line trend 090°TN (E-W)
- ⑤ Tie line spacing 5,000m
- ⑥ Line kilometers 24,300 line-km
- ⑦ Area 5,767 km<sup>2</sup>
- ⑧ Sensor clearance - Dependent upon terrain & Aviation Safety
  - Magnetic 100m
  - Radiometric 100m
- ⑨ Data recorded

Total field magnetic intensity, horizontal and longitudinal magnetic gradient, radiometric, barometric and radar altimetric, and positional data



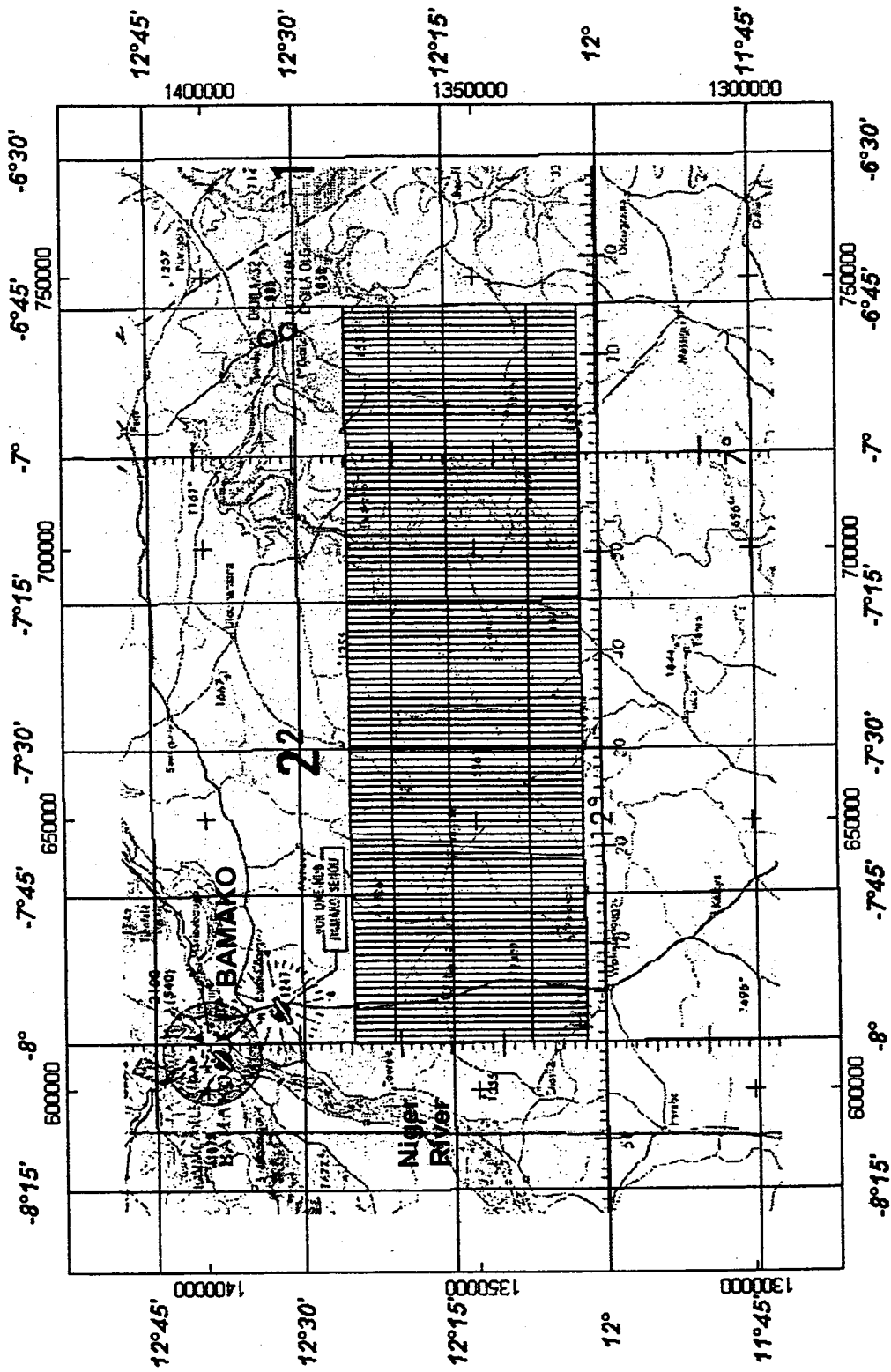


Fig.2-5 Flight Path  
 UTM (WGS84 spheroid) Zone 29(central meridian 9° W)

### 2-3-3 バオレ・バニフィング地域の空中磁気・放射能異常

#### (1) 空中磁気・放射能異常

バオレ・バニフィング地域全域の IGRF 残差図と全放射異常図を Fig.2-6 と Fig.2-7 にそれぞれ示す。また、Fig.2-8 から Fig.2-12 に Tanfara-Bouraba 地域の各種異常図を示す。これらを用いて Tanfara-Bouraba 地域を対象に地質構造の特徴及び地質構造と鉱化作用の関連について検討する。

#### (2) 解析方法

##### 1) 空中磁気探査

###### (a) 線構造の抽出

空中磁気探査により得られた鉛直 1 次微分図(Fig.2-8)を用いて線構造を抽出した。鉛直 1 次微分図中に現れた線構造は相対的に地殻浅部の磁気異常変換部を示す。したがって、長大な線状構造は地殻浅部断裂を示す可能性が高く、脈状鉱床をターゲットとした探査には適した解析図といえる。

事実、Syama 鉱床周辺において、鉱床を胚胎する断裂帯を本解析図がはっきり捕捉している(D.West & K.Witherly,1995)。なお、ここでは、広域的な地質構造及び地質構造と鉱化帯の関連を検討することを目的としているので、線構造の抽出は大縮尺(縮尺 1:250,000)の解析図を主に用いて、各鉱化帯賦存有有望地における線構造の抽出にはより小縮尺(1:100,000)のものを主に用いた。

###### (b) 貫入岩体の抽出

IGRF 残差図上磁性が強い貫入岩体は、周囲に高磁気異常を伴う負磁気異常または一対のペアを成す正と負の磁気異常として抽出されると期待されるので、IGRF 残差図(Fig.2-10)から貫入岩帯を抽出した。なお、解析図には現地で確認されたものと未確認のものに分けて示した。

##### 2) 空中放射能探査

放射探査により得られた U 計数図(Fig.2-11)を用いて線構造を抽出した。断層破碎帯は U の溶脱の場にも集積の場にもなり、U 計数図上の線状構造は断層を示す可能性がある。本調査では目視により U 計数図上から線構造を抽出した。

#### (3) 解析結果

Fig.2-13 に総合解析図を示す。抽出された線構造は NW-SE~WNW-ESE 系と ENE-WSW が卓越し、次いで E-W 系が優勢である。この一般的傾向はランドサット画像や空中写真から抽出したりニアメントの傾向と同じである。本地域で抽出された線構造の密度は高く、この地域の地質体は多数の断裂により分断された非常に複雑なものであると推定される。

以下に方向別に解析結果を記述する。

NW-SE～WNW-ESE 系の線構造は Birrimien 累層群中に高密度で分布する。次ぎの①～③に示すように、本地域の火成活動や熱水活動の場はこの系列の断裂に大きく規制された可能性があり、鉱床を探索する上で最も注目すべきものと考ええる。

- ① 地区の西部では造山時花崗岩類の分布域の縁付近において岩体の分布方向に平行に発達するものが認められる。
- ② 地域全域に点在する貫入岩もこの線上付近に分布することが多い。
- ③ 地化学異常の伸びの方向も WNW-ESE と調和的である。

ENE-WSW 系の線構造は地区の地質と関連せず、ほぼ全域から抽出できる。概して長大のものが多く、時に NW-SE～WNW-ESE 系線構造を切断しているように見える場合がある。

E-W 系の線構造は地区の南部に卓越する。2 条の非常に長大で地域を横断するものが地区の南端部に分布する。これは地区の南東端部で Birrimien 累層群と花崗岩体の境界と平行に走る。

本地域の鉱化作用をもたらした関連火成岩はまだ明らかでないが、調査地域周辺の鉱床の状況からみて、本地域でも花崗岩類が候補である。したがって、広域的に見た有望個所としては NW-SE～WNW-ESE 系断裂沿いで、花崗岩体の近傍地区があげられる。今回、地質調査、地化学探査を実施した地区は Banifing Baoule 地区以外は全地区がこのような場があり、この意味からも有望性が高いといえる。



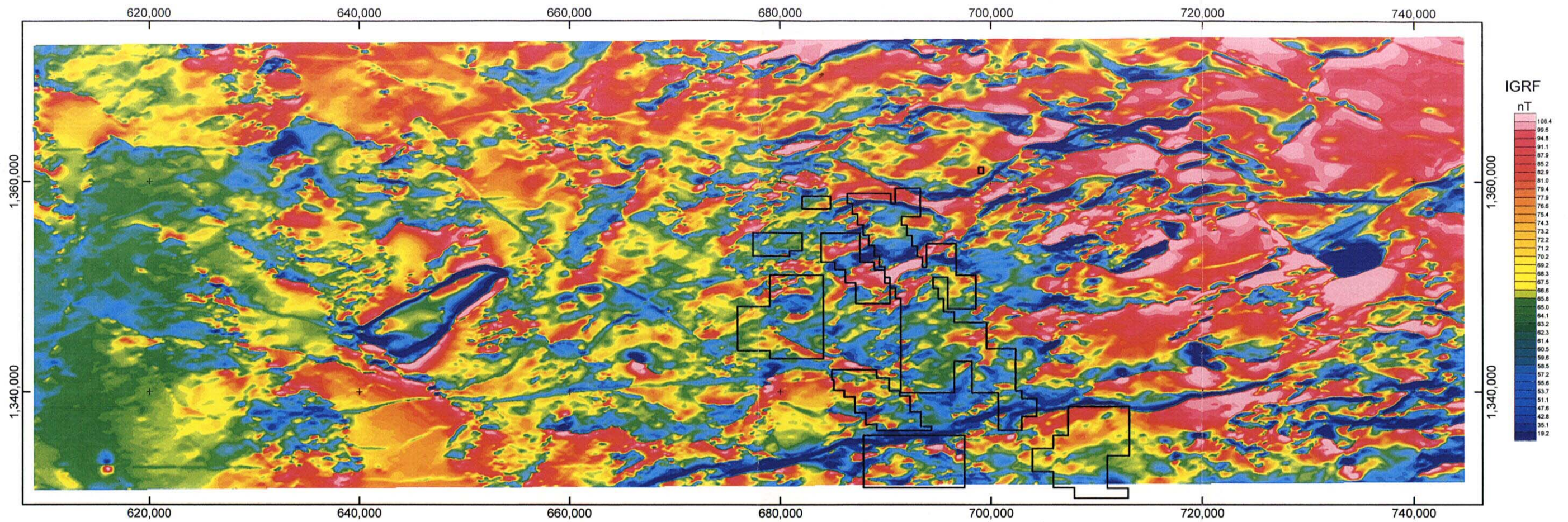


Fig.2-6 Radiometric survey (Total counts) (Baoule-Banifing area)

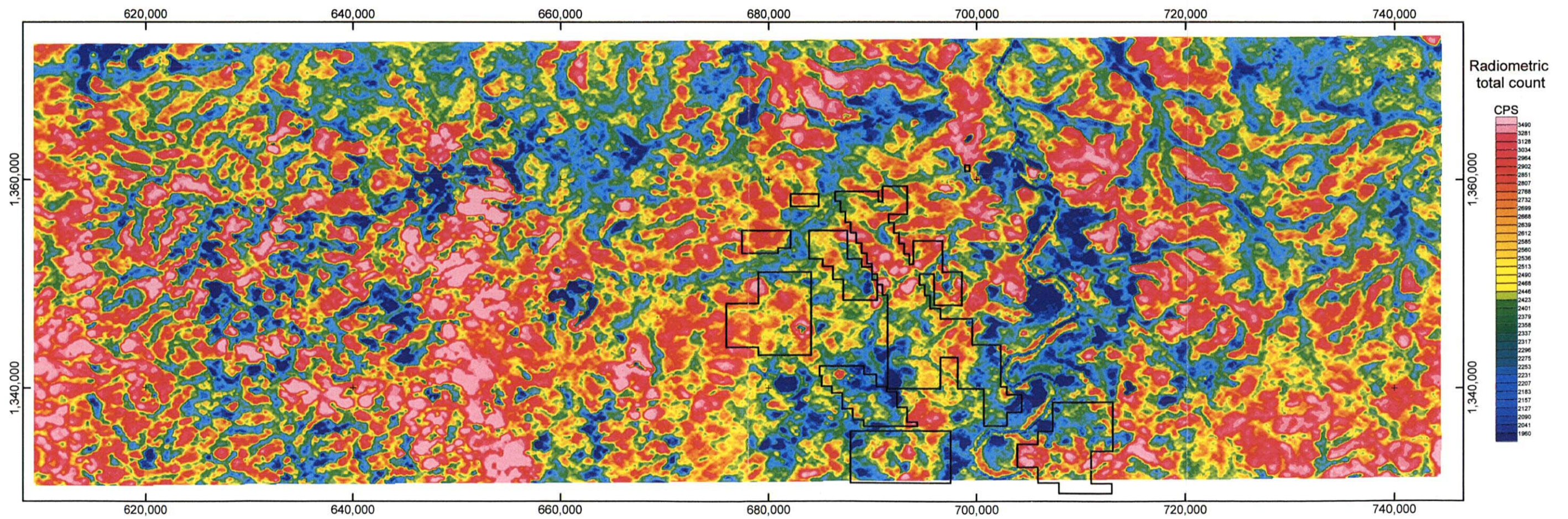
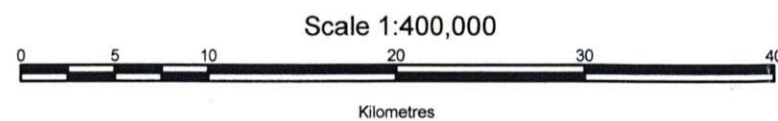


Fig.2-7 IGRF total magnetic residual intense (Baoule-Banifing area)





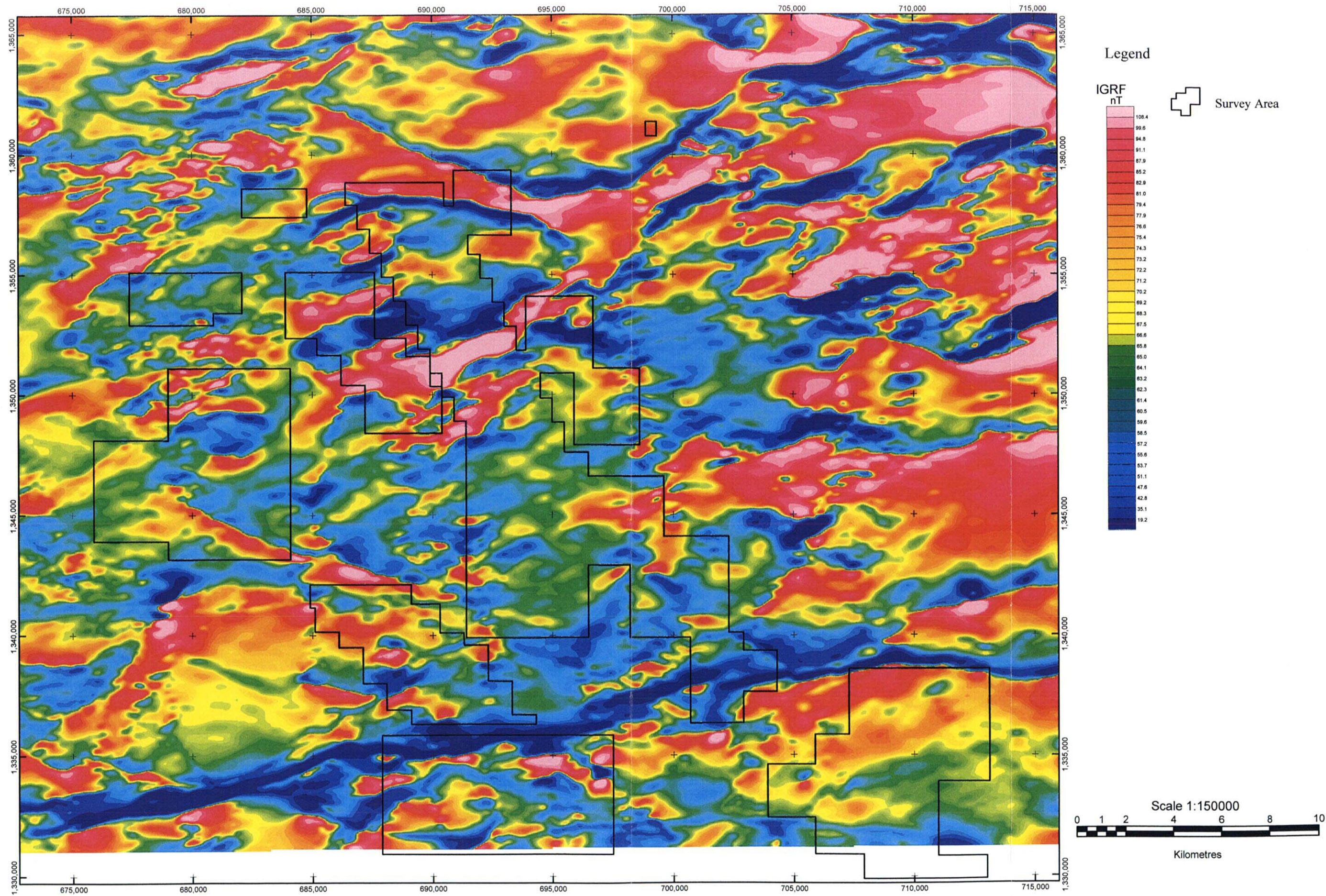


Fig.2-8 IGRF total magnetic residual intense (Tonfara-Bouraba area)



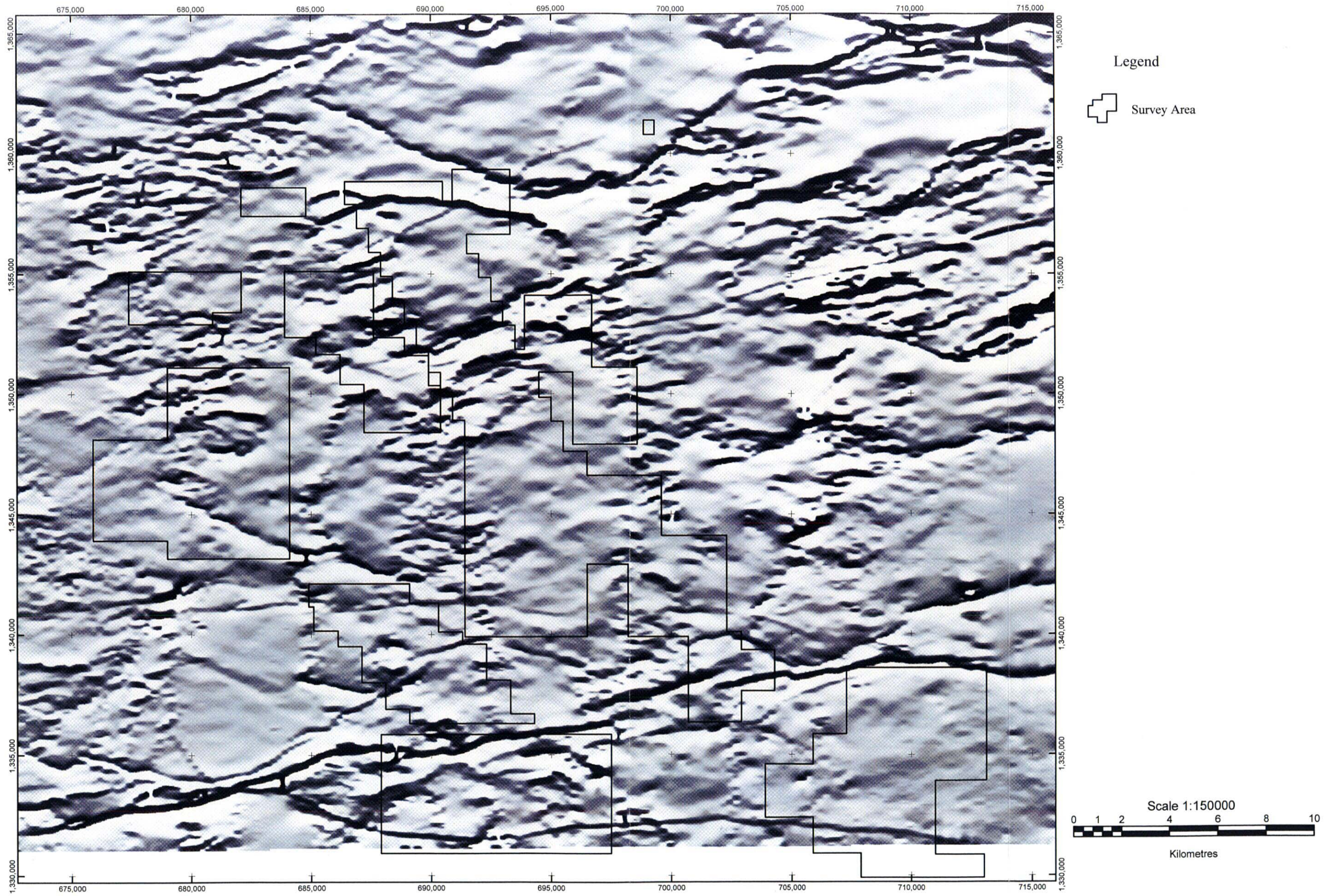


Fig.2-9 First vertical deviation images (Tonfara-Bouraba area)



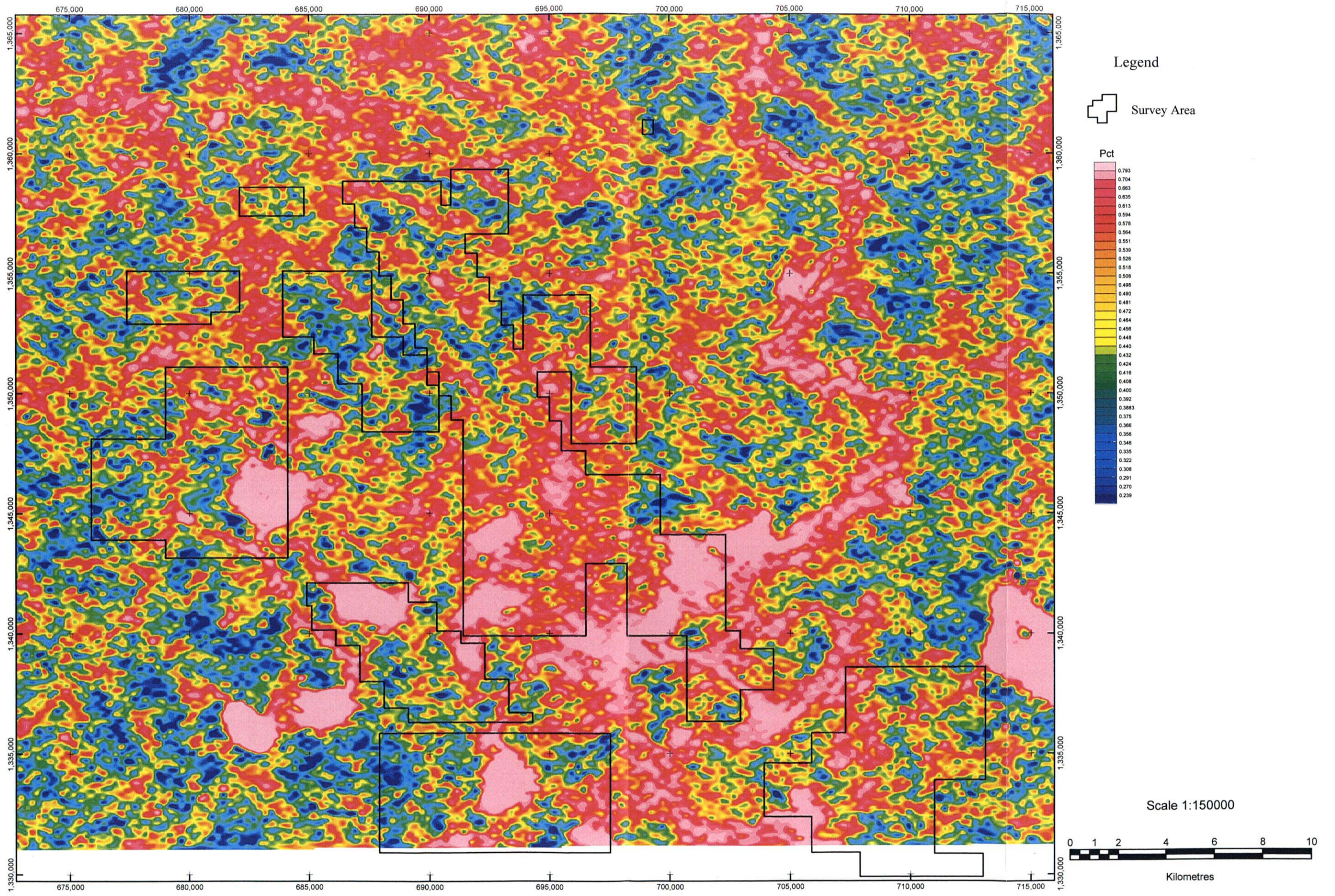


Fig.2-10 K anomalies (Tonfara-Bouraba area)



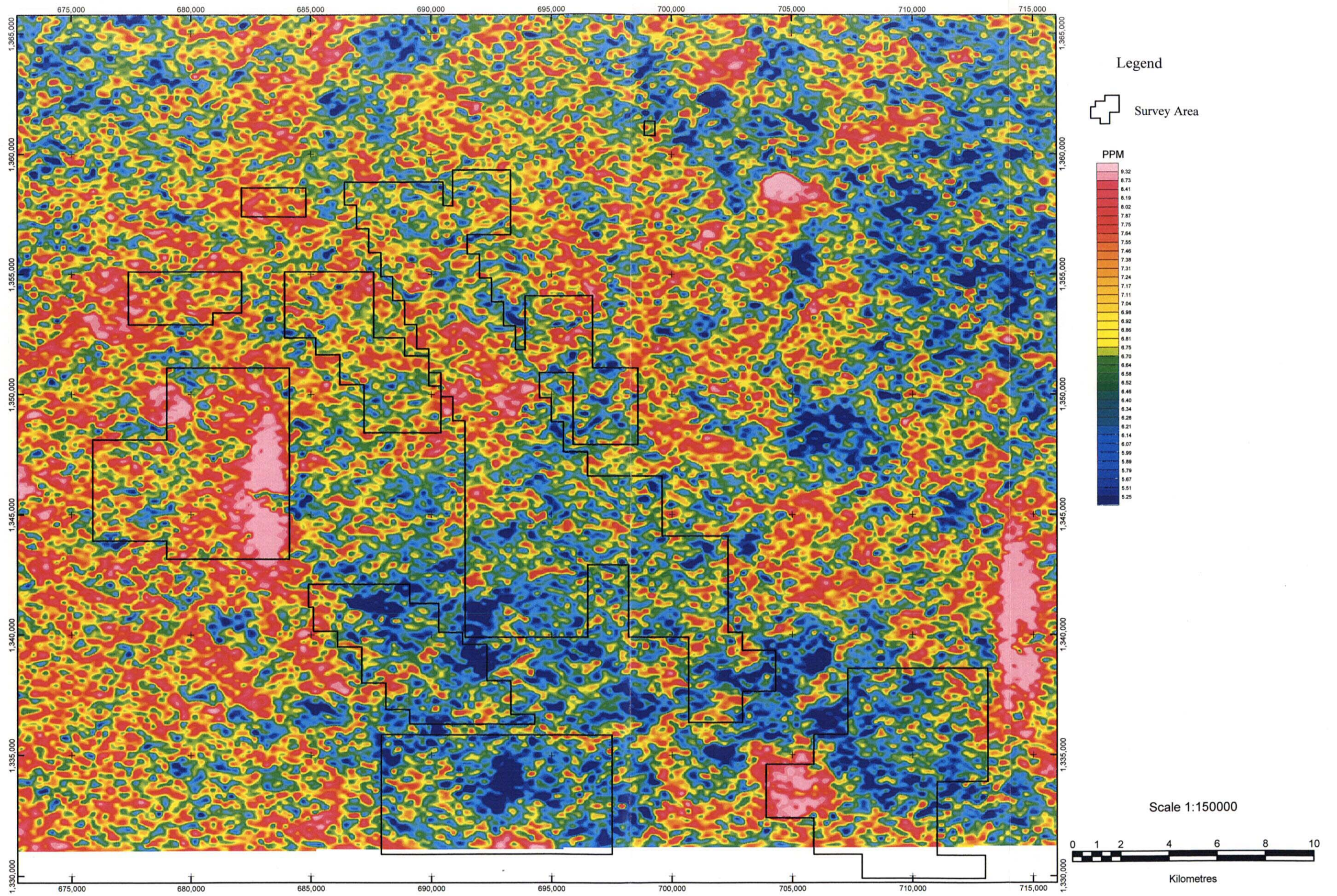


Fig.2-11 U anomalies (Tonfara-Bouraba area)



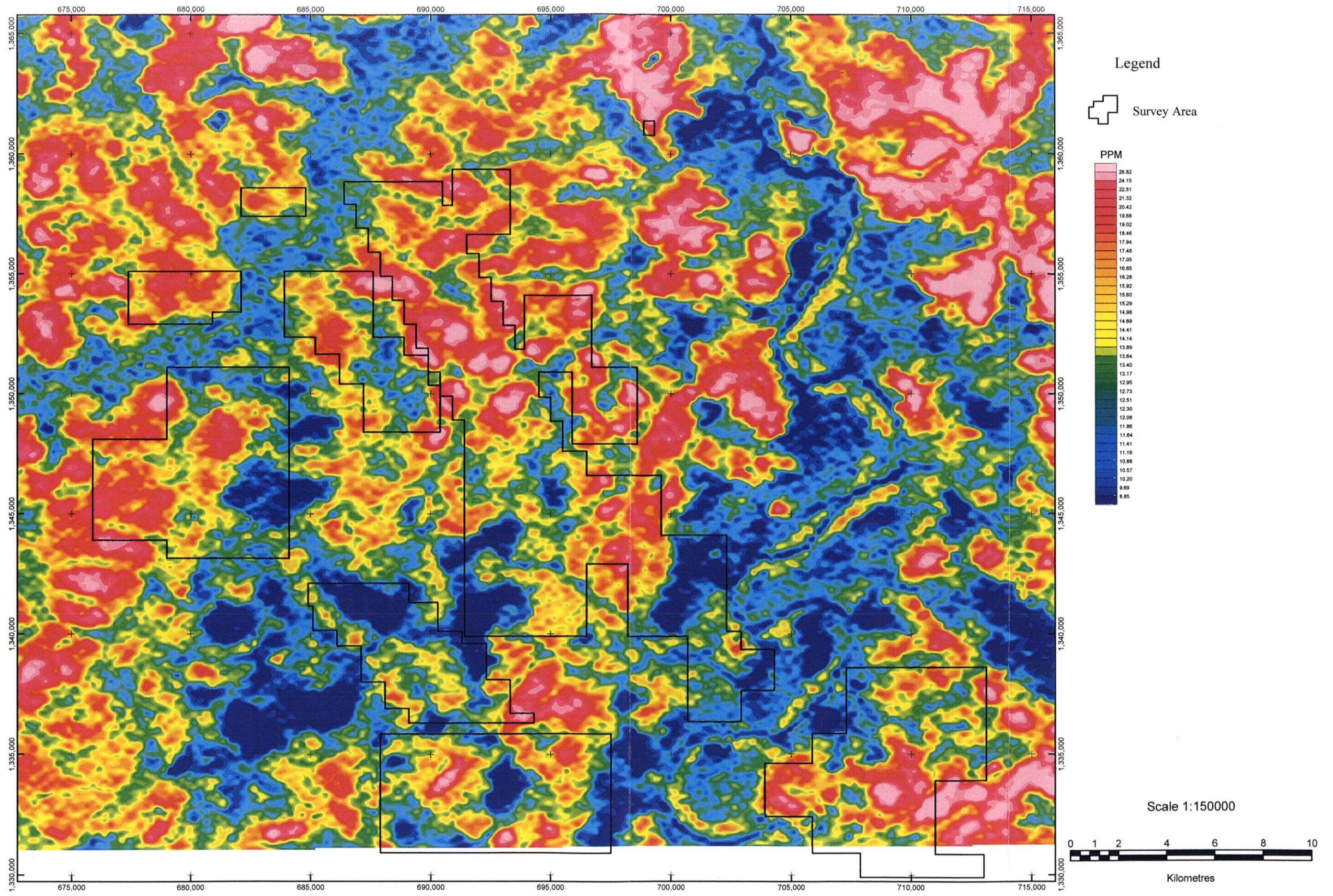
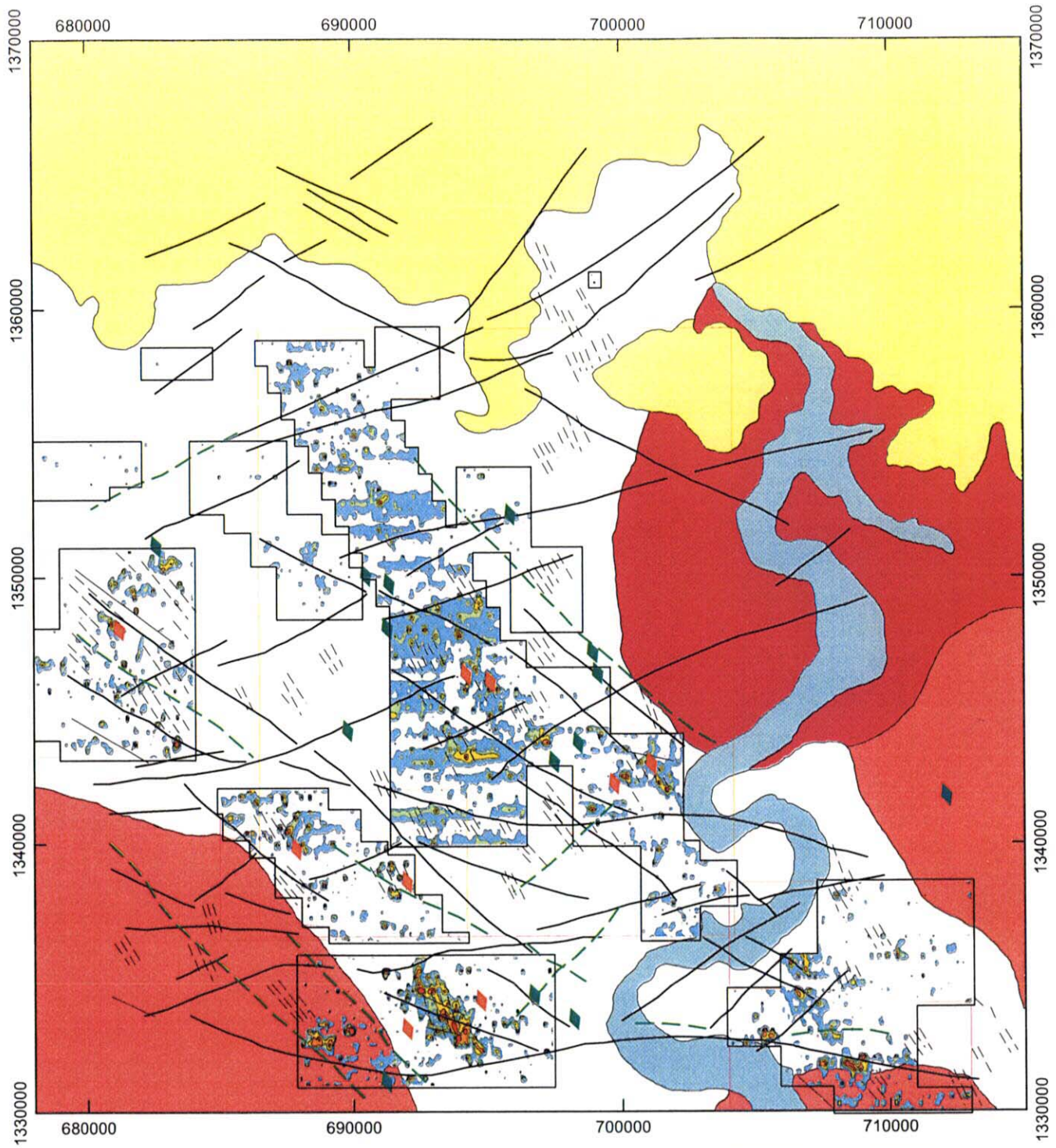


Fig.2-12 Th anomalies (Tonfara-Bouraba area)





**LEGEND**

**Geology**

- Alluvium
- Sotuba Group
- Posttectogenic Granites
- Syntectogenic Granites
- Birrimien Group

- Au anomaly**
- 200ppb
  - 100ppb
  - 50ppb
  - 30ppb
  - 15ppb

**Linear structure**

- Interpreted from Magnetic residual map IGRF
- Interpreted from Uranium count map
- Lineaments extracted from aerial photograph
- Linear structure extracted from aerial photograph

**Intrusive bodies**

- Interpreted from Magnetic residual map IGRF (Identified in the field survey)
- Interpreted from Magnetic residual map IGRF



**Fig.2-13 Interpretation map**