

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

JICA LIBRARY

1123600{7}

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

ニジェール共和国 シルバ地域

資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

平成7年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1123600 [7]

は し が き

日本国政府は、ニジェール共和国の要請に応え、同国南西部に位置するシルバ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、ナマロ地区（ムバンガ地区を含む）及びセファナンギ地区において、地質調査、地化学探査、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、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することにした。

本調査は平成4年度から平成6年度までの3か年にわたって実施され、ニジェール共和国政府関係機関、鉱山エネルギー産業省（MME）及び鉱物資源公社（ONAREM）の協力を得てほぼ予定どおり完了した。

本報告書は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御協力をいただいたニジェール共和国政府関係機関並びに日本国外務省、通商産業省、在コートジボアール日本大使館の関係各位及び本調査に対して援助をさしのべて下さった方々に哀心より感謝の意を表するものである。

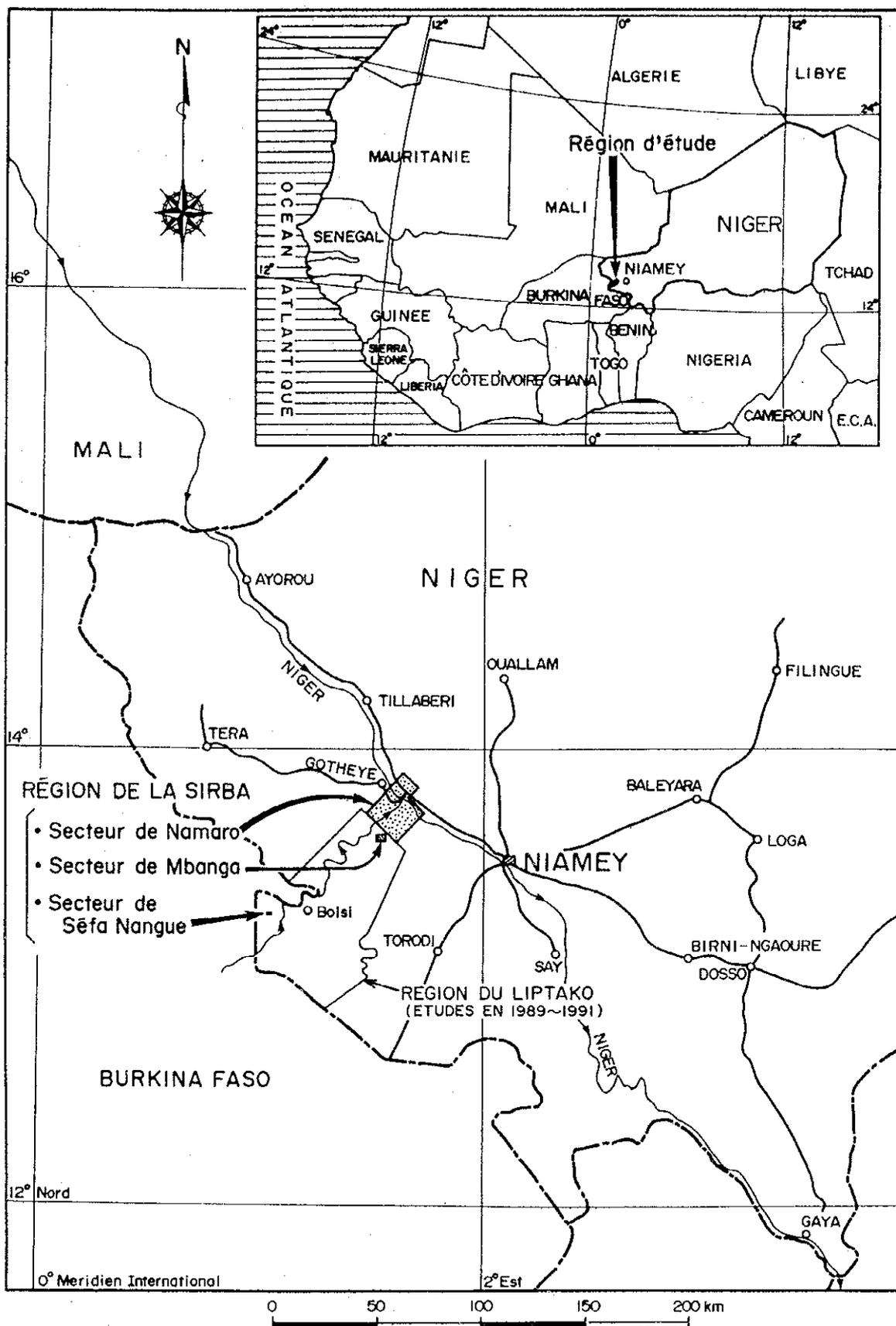
平成7年3月

国際協力事業団

総 裁 藤 田 公 郎

金属鉱業事業団

理事長 石 川 丘



シルバ地域位置図

要 約

「ニジェール共和国シルバ地域」における鉱物資源開発協力基礎調査（資源調査）は、平成4年度から平成6年度に至る3か年にわたって実施された。本調査はシルバ地域における地質・地質構造と鉱化作用との関連性、地化学・物理特性などを総合的に解明することにより、本調査地域における鉱床賦存有望地区を抽出することを目的とし、地質調査、地化学探査、物理探査、ボーリング調査、トレンチ調査及び各種室内試験が実施された。

(1) ナマロ地区

本地区では第1年次に地質概査、鉱徴地調査及び地化学探査を実施した。

本地区の地質は基盤の始生代片麻状花崗岩類（2.953Ma±）を、下部原生代ペリミアン累層群の塩基性～中性火山岩及び砂泥質堆積岩が覆う。本累層群は緑色片岩相ないし一部角閃岩相の変成相を示す。貫入岩は塩基性岩（ペリミアン初期）、花崗閃緑岩（ペリミアン末期、1.701～1.868Ma±）、ドレライト岩脈（中生代）などからなる。地質トレンドは南部地区のNE-SWから北部地域のN-S方向に変化する。本地区はデバとナマロを結ぶ貫入岩や鉱化帯を規制する構造帯の北東端部にあたり、裂か系は片理に調和的で、南部でE-W系～NE-SW系、北部でNE-SW系及びN-S系を示し、石英脈の伸長方向に一致する。

鉱徴地は16か所で認められ、特に西部のシルバ川右岸に沿ってNE-SW方向に鉱脈型金鉱床が散在し、Au 11.5g/t、2.64g/t、1.27g/tなどの品位を示す。地表の石英脈及び網状石英脈中の鉱石は酸化しているため、大部分の硫化鉱物は酸化鉄に変わっているが、稀に黄鉄鉱や自然金が認められる。石英脈の流体包有物均質化温度は160～170℃（圧力未補正）を示し、いわゆる“プレカンブリアの緑色岩に伴う中熱水性～深熱水性含金鉱床”としては低温の部類に属する。

地化学探査ではAu、Ag、As、Sb、Se、Cu、Pb、Znの8元素の分析を行ったが、Auと他の元素との相関は0.4以下と低い。局所的にはAs・Sb地化学異常帯がAu地化学異常帯に重なり、As、SbがAu鉱化を示唆する地区もあるが、全般的にはAu鉱化を指示する元素はAu以外にない。

含金石英脈鉱化帯とAu地化学異常帯はよく一致し、西部のシルバ川右岸の鉱化帯群は、XX25、AA35、MM28 Au地化学異常帯中に存在する。南部のCC6～GG3 Au地化学異常帯は地表に露頭がないため鉱化帯は認められていないが、Au地化学異常の分布範囲が最も広く、さらに、ムバンガ地区の鉱床トレンドの延長上にあることから、潜頭鉱床が存在している可能性が高い。これらの地区では、まず、地化学精査及び物理探査が今後更に必要であろう。

(2) ムバンガ地区

本地区では第1年次に地質調査・鉱徴地調査・地化学探査・物理探査を全地区で実施し、第2・3年次にボーリング調査及びトレンチ調査を主にMbanga Nord鉱化帯で実施した。

ムバンガ地区及びその周辺には、下部原生代のペリミアン累層群の火山性堆積岩類が分

布し、閃緑岩、石英安山岩、安山岩、粗粒玄武岩などがこれに貫入している。これらを不整合に覆って第三紀～白亜紀と考えられる酸性凝灰岩がメサ状の台地部に分布し、小河川沿いに第四紀の河成堆積物が分布する。ペリミアン累層群の火山性堆積岩類は、一般に緑色片岩相に属する変成を受けており、層理にはほぼ平行な片状構造が発達している。Mbanda Nord 鉍化帯周辺のペリミアン累層群は、安山岩質凝灰岩を主とし、同質溶岩、酸性凝灰岩、一部にチャートを含む凝灰質堆積岩類などを挟在する。片理面の分布傾向から、これらの地層は、大局的に、ENE-WSW～E-Wの走向で北に急傾斜すると考えられ、Mbanda Nord と Kongo Mbanda Est 両鉍化帯の間には緩い背斜構造がある。

ムバンガ地区では6地区の鉍化帯（Mbanda Nord, Mbanda, Mbanda Sud, Kongo Mbanda, Kongo Mbanda Sud, Kongo Mbanda Est）が認められ、Mbanda Sud 鉍化帯を除き、全てがAu地化学異常帯中に存在する。鉍化帯の地表部付近の岩石は著しい風化作用を受けており、その影響は深さ40～80mまで及ぶ。風化帯は、地表上位から、サブロライト帯、漸移帯上部及び漸移帯下部に区分され、その下位に非風化帯が分布する。サブロライト帯を覆って、“in situ”の風化相の一つと考えられるラテライト層が全域に発達し、その下底にしばしば高品位な金の二次富化が認められる。Mbanda Nord 鉍化帯周辺では、全域に石英脈や珪化帯が生じている。石英脈や珪化帯では、母岩がしばしば変質して淡緑色を示し、また、黄鉄鉍を主とする硫化鉍物が鉍染状～細脈状～フィルム状に生じている。これらの大部分は熱水活動によって生じたものと推定される。金の鉍化は珪化帯や石英脈ばかりでなく、その近傍の母岩中にも認められる。しかも、鉍化部の近傍に石英脈や珪化帯が伴っていないものも多く、その大部分が黄鉄鉍を主とした硫化鉍物又はそれに起因する酸化鉄の沈殿を伴い、非風化部では全硫黄含有量が相対的に高い。なお、鏡下で確認された硫化鉍物は、黄鉄鉍・白鉄鉍・硫砒鉄鉍・閃亜鉛鉍・含銀四面銅鉍・四面銅鉍・黄銅鉍で、このほかにエレクトラム（金含有量72.5～74.5wt%）が認められる。石英脈の流体包有物均質化温度は150～180℃（圧力未補正）で、ナマロ地区同様、低温生成温度を示す。なお、得られた生成温度は、深部-高・浅部-低、北西部-高・南東部-低のゾーニングが認められる。

Mbanda Nord 鉍化帯の期待埋蔵鉍量をボーリング探査深度までとして計算した結果、強風化帯で約864kt・Au 1.41g/t（深さ平均32.3mまで、比重1.78g/cm³）、弱風化帯で約703kt・Au 1.36g/t（深さ平均53.9m、比重2.05g/cm³）、非風化帯で約2,533kt・Au 1.49g/t（深さ平均116.2m、比重2.05g/cm³）が得られた。鉍量合計は約4,100kt・Au 1.45g/t・金量5.9tで、採掘が比較的容易な強弱2つの風化帯の鉍量合計は約1,567kt・Au 1.39g/t・金量2.2tである。

今後、ムバンガ地区において探査を更に継続すべきと考えられる地区は、以下のとおりである。

- ・ Mbanda Nord 鉍化帯の追加トレンチ及びボーリング調査
- ・ Kongo Mbanda Est 鉍化帯の高品位鉍部の追跡トレンチ及びボーリング調査
- ・ Kongo Mbanda Sud 鉍化帯の鉍況確認トレンチ及びボーリング調査

(3) セイファナンギ地区

平成元年度から平成3年度にかけて実施した「ニジュール共和国リプタコ地域」の調査結果から、セイファナンギ地区はリプタコ地域での最有望鉱化帯であると判定され、引き続き「ニジュール共和国シルバ地域」の調査の一環として、第1年次に追加ボーリング18孔及びトレンチ調査を実施した。

本地区の地質はペリミアン累層群の安山岩溶岩、同質の火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩及び一部に挟まれる泥質片岩からなり、これらが互層状に分布する。貫入岩には流紋石英安山岩及び斑れい岩の岩脈がある。本地区には小規模な褶曲が発達し、各地層は褶曲を繰り返しながら大局的にはENE-WSWへ連続する。

セイファナンギ中央鉱化帯は東西約1.2km・南北約0.5kmの規模を有し、No.1～No.10の鉱脈と多数の平行鉱脈からなる。これらの鉱脈は、E-W系～WNW-ESE系の走向で垂直又は南に急傾斜する。連続性の良い鉱脈はNo.1・No.2・No.3・No.10脈で、これらの走向長は500～800m、鉱脈幅は1.5～2.0m、平均品位はAu1.0～3.3g/tである。金の鉱化は黄鉄鉱・硫砒鉄鉱・磁硫鉄鉱の鉱染や微細脈を伴った石英脈、網状石英脈及びその周辺部の母岩や珪化帯に認められる。鉱床の流体包有物均質化温度は240～340℃（圧力未補正）を示し、キューバ鉱や磁硫鉄鉱などの存在から、典型的な“プレカンブリアの緑色岩に伴う中熱水性～深熱水性含金鉱床”であると思われる。

追加ボーリングを18孔（以前実施孔と合わせ合計30孔）実施した結果、新たに5か所で新鉱脈を発見したほか、No.1・No.3脈の延長部及びNo.1・No.6・No.10・P-4脈の下部での連続を確認した。しかしながら、No.1脈下部で幅5.5mでAu3.58g/tを示した以外は、高品位富鉱部は認められず、新たに確認された追加期待埋蔵鉱量（深さ100～150m迄、比重2.5）は約640kt・Au1.85g/t・金量1.2tに留まり、この鉱量を1991年度の鉱量（深さ100～200m迄、比重2.5）に加算すると、期待埋蔵鉱量は約3,000kt・Au1.95g/t・金量5.8tとなる。

セイファナンギ中央鉱化帯には多数の鉱脈が胚胎しているが、鉱脈と鉱脈の間隔は30～100m又はそれ以上離れており、これら鉱脈間の母岩にはほとんど金の鉱化が認められない。また、各鉱脈の脈幅（平均1.3m）・品位（平均Au1.95g/t）から判断して、本鉱化帯を対象に大規模な鉱山開発は難しいと考えられる。

目 次

はしがき

シルバ地域位置図

要 約

目 次

図表一覧

第1章 序 論	1
1.1 調査概要	1
1.1.1 調査の経緯	1
1.1.2 調査目的	1
1.1.3 調査内容	1
1.1.4 調査団の編成	4
1.1.5 調査期間	5
1.2 調査地域の概要	5
1.2.1 位置・交通	5
1.2.2 地 形	6
1.2.3 気候・植生	6
1.3 既往調査の概要	8
1.3.1 地質概要	8
1.3.2 既知鉱床	8
1.3.3 調査実績	12
第2章 各 論	17
2.1 ナマロ地区	17
2.1.1 地質・地質構造	17
2.1.2 鉱 床	27
2.1.3 地化学探査	27
2.1.4 考 察	50
2.2 ムバンガ地区	52
2.2.1 地質・地質構造	52
2.2.2 鉱 床	55
2.2.3 地化学探査	57

2.2.4	物理探査	92
2.2.5	ボーリング調査	108
2.2.6	トレンチ調査	125
2.2.7	考 察	138
2.3	セイファナンギ地区	137
2.3.1	地質・地質構造・鉱床	137
2.3.2	ボーリング・トレンチ調査	141
2.3.3	考 察	142
第3章	結論及び提言	173
3.1	ナマロ地区	173
3.1.1	結 論	173
3.1.2	提 言	173
3.2	ムバンガ地区	174
3.2.1	結 論	174
3.2.2	提 言	179
3.3	セイファナンギ地区	180
3.3.1	結 論	180
3.3.2	提 言	185
参考文献		186

図 表 一 覧

図1	調査地区位置図
図2	調査地区への進入路
図3	植生・気候区分図
図4	Baoulé-Mossi 地質区概略地質図
図5	ニジェール西部概略地質図
図6	既往調査範囲図
図7	ナマロ地区地質図
図8	ナマロ地区模式地質柱状図

- 図9 ハーカー図
- 図10 $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ 図
- 図11 $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ 図
- 図12 $\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}) - \text{SiO}_2$ 図
- 図13 $\text{FeO}-\text{FeO} / \text{MgO}$ 図
- 図14 ナマロ地区鉍微地スケッチ図
- 図15-1 Au 地化学異常分布図 (ナマロ地区)
- 図15-2 As 地化学異常分布図 (ナマロ地区)
- 図15-3 Sb 地化学異常分布図 (ナマロ地区)
- 図15-4 Cu 地化学異常分布図 (ナマロ地区)
- 図15-5 Pb 地化学異常分布図 (ナマロ地区)
- 図15-6 Zn 地化学異常分布図 (ナマロ地区)
- 図16 ムバンガ北部地区地質図
- 図17 ムバンガ地区鉍化帯調査位置図
- 図18-1 Mbanga Nord 鉍化帯鉍脈図
- 図18-2 Mbanga 鉍化帯鉍脈図
- 図18-3 Kongo Mbanga 鉍化帯鉍脈図
- 図19-1 Mbanga Nord 鉍化帯地表調査図
- 図19-2 Mbanga 鉍化帯地表調査図
- 図19-3 Mbanga Sud 鉍化帯地表調査図
- 図19-4 Kongo Mbanga 鉍化帯地表調査図
- 図19-5 Kongo Mbanga Sud 鉍化帯地表調査図
- 図19-6 Kongo Mbanga Est 鉍化帯地表調査図
- 図20-1 Au 地化学異常分布図 (ムバンガ地区)
- 図20-2 As 地化学異常分布図 (ムバンガ地区)
- 図20-3 Sb 地化学異常分布図 (ムバンガ地区)
- 図20-4 Cu 地化学異常分布図 (ムバンガ地区)
- 図20-5 Pb 地化学異常分布図 (ムバンガ地区)
- 図20-6 Zn 地化学異常分布図 (ムバンガ地区)
- 図21 物理探査測定レイアウト
- 図22-1 -100m “表皮深度” 見掛比抵抗平面図 (ムバンガ地区)
- 図22-2 -200m “表皮深度” 見掛比抵抗平面図 (ムバンガ地区)
- 図23-1 -100m 深度解析比抵抗平面図 (ムバンガ地区)
- 図23-2 -200m 深度解析比抵抗平面図 (ムバンガ地区)

- 図24 物理探査総合解析図 (ムバンガ地区)
- 図25 ボーリング・トレンチ位置図 (ムバンガ地区)
- 図26 MJS-1～17 ボーリング概略柱状図 (ムバンガ地区)
- 図27 MJS-1～17 ボーリング地質断面図 (ムバンガ地区)
- 図28 MT-1～17 トレンチ概略地質図 (ムバンガ地区)
- 図29 セイファナンギ地区地質図
- 図30 セイファナンギ地区模式地質柱状図
- 図31 セイファナンギ地区鉱床図
- 図32 MJNS-1～18, MJNL-2～13 (1991) ボーリング概略柱状図 (セイファナンギ地区)
- 図33 MJNS-1～18 ボーリング地質断面図 (セイファナンギ地区)
- 図34 TS-1～7 トレンチ図 (セイファナンギ地区)
- 図35 セイファナンギ地区鉱化モデル
- 図36 セイファナンギ地区資源量評価対象鉱脈位置図 (1992年度)
- 図37 セイファナンギ地区資源量評価対象鉱脈位置図 (1991年度)
- 図38 ナマロ地区総合解析図
- 図39 ムバンガ北部鉱化帯総合解析図
- 図40 セイファナンギ地区中央鉱化帯地質鉱床図
- 図41 セイファナンギ地区中央鉱化帯ブロックダイアグラム

- 表 1 調査内容及び数量
- 表 2 室内試験内容及び数量
- 表 3 調査計画及び協定折衝団員名簿
- 表 4 現地調査団員名簿
- 表 5 ニアメ市の気温・温度・降水量
- 表 6 Baoulé-Mossi 地域の層序対比表
- 表 7 全岩分析結果
- 表 8 ナマロ地区の鉱徴の概要
- 表 9 地化学探査土壌試料の分析方法
- 表10 各元素間の相関係数 (ナマロ地区)
- 表11 元素別標準統計値 (ナマロ地区)
- 表12 ナマロ地区の探鉱優先地区
- 表13 ムバンガ地区鉱化帯一覧表
- 表14 各元素間の相関係数 (ムバンガ地区)
- 表15 元素別標準統計値 (ムバンガ地区)

- 表16 SIROTEM 3 の主な仕様
- 表17 各ウィンドウ (チャンネル) のサンプリングタイム (nsec)
- 表18 物理探査用岩石サンプル室内試験結果
- 表19 ボーリング一覧表 (ムバンガ地区)
- 表20 ボーリング着鉱部一覧表 (ムバンガ地区)
- 表21 トレンチ着鉱部一覧表 (ムバンガ地区)
- 表22 Mbang Nord 鉱化帯の期待埋蔵鉱量
- 表23 ボーリング一覧表 (セイファナンギ地区)
- 表24 ボーリング着鉱部一覧表 (セイファナンギ地区)
- 表25 トレンチ着鉱部一覧表 (セイファナンギ地区)
- 表26 セイファナンギ中央鉱化帯の追加期待埋蔵鉱量 (1992)
- 表27 セイファナンギ中央鉱化帯の既知期待埋蔵鉱量 (1991)
- 表28 セイファナンギ中央鉱化帯の合計期待埋蔵鉱量 (1992)
- 表29 ナマロ地区の将来の調査に対する提言
- 表30 ムバンガ地区の将来の調査に対する提言

巻 末 資 料

- 付図1 調査フローシート
- 付図2 鉱床有望地区抽出フローシート
- 資料1 MJS-1 ~ 17 ボーリング柱状図 (ムバンガ地区)
- 資料2 MJNS-1 ~ 18 ボーリング柱状図 (セイファナンギ地区)

第1章 序 論

第1章 序 論

1.1 調査概要

1.1.1 調査の経緯

本調査は国際協力事業団/金属鉱業事業団とニジェール共和国鉱山エネルギー省（MME）及び鉱物資源公社（ONAREM）との間で1992年8月20日付で締結された「Scorp of Work」に基づいて実施された「資源開発協力基礎調査（資源開発調査）ニジェール共和国シルバ地域」である。

ニジェールの鉱業は、ウランの採掘によってかつて大きく進展したが、ウラン市況の低迷に伴い近年は停滞状態となっている。このような状況を改善するためにニジェール共和国鉱山エネルギー省は、鉱業の多様化を進めることとし、ニジェール国内に存在する鉱徴地の探査を組織的に進めてきた。また、ニジェール政府は、同国内の鉱山開発を促進し鉱業の多様化を推進するために、組織的探査によって発見された有望地区を外国企業を含む民間企業に順次に開放する方針を取ってきており、この鉱業の多様化政策の一環として、リプタコとして知られているビリミアン累層群の分布地帯における金を対象とした調査を1988年に日本政府に要請した。

この要請に応え、金属鉱業事業団は平成元年度から平成3年度まで、「ニジェール共和国リプタコ地域」の資源開発調査を実施した。その結果、セイファナンギ（Séfa Nangue）鉱化帯、ムバンガ（Mbunga）鉱化帯などを含む14に達する金の鉱化帯と多数の鉱徴地の存在が確認された。これらの鉱化帯及び鉱徴地がリプタコ地域のビリミアン累層群中にNE-SWの強い方向性を持って分布することから、同地域の北東延長に当たるナマロ（Namaro）地区に有望な金の鉱化帯が賦存する可能性が高いことが指摘された。

本調査はリプタコ地域の継続調査として、平成4年度から平成6年度にかけて行われた。

1.1.2 調査目的

本調査の目的は、上記資源開発調査（MMAJ/JICA 1989-1991）によって選出されたナマロ地区、ムバンガ地区及びセイファナンギ地区において、地質調査、地化学探査、物理探査、ボーリング調査、トレンチ調査及び各種室内試験を実施することによって、地質及び鉱化状況を解明し、鉱化帯の評価を行うと同時に、これらの調査を通じて相手国機関に対して、鉱床探査に関連する技術の移転を図ることにある。

1.1.3 調査内容

平成4年度にはナマロ地区の地質調査・地化学探査・鉱徴調査、ムバンガ地区の地質調査・地化学探査・鉱徴調査・物理探査及びセイファナンギ地区のボーリング調査・トレンチ調査が、平成5年度及び平成6年度にはムバンガ地区での鉱徴調査・ボーリング調査・トレンチ調査が実施された（図1）。

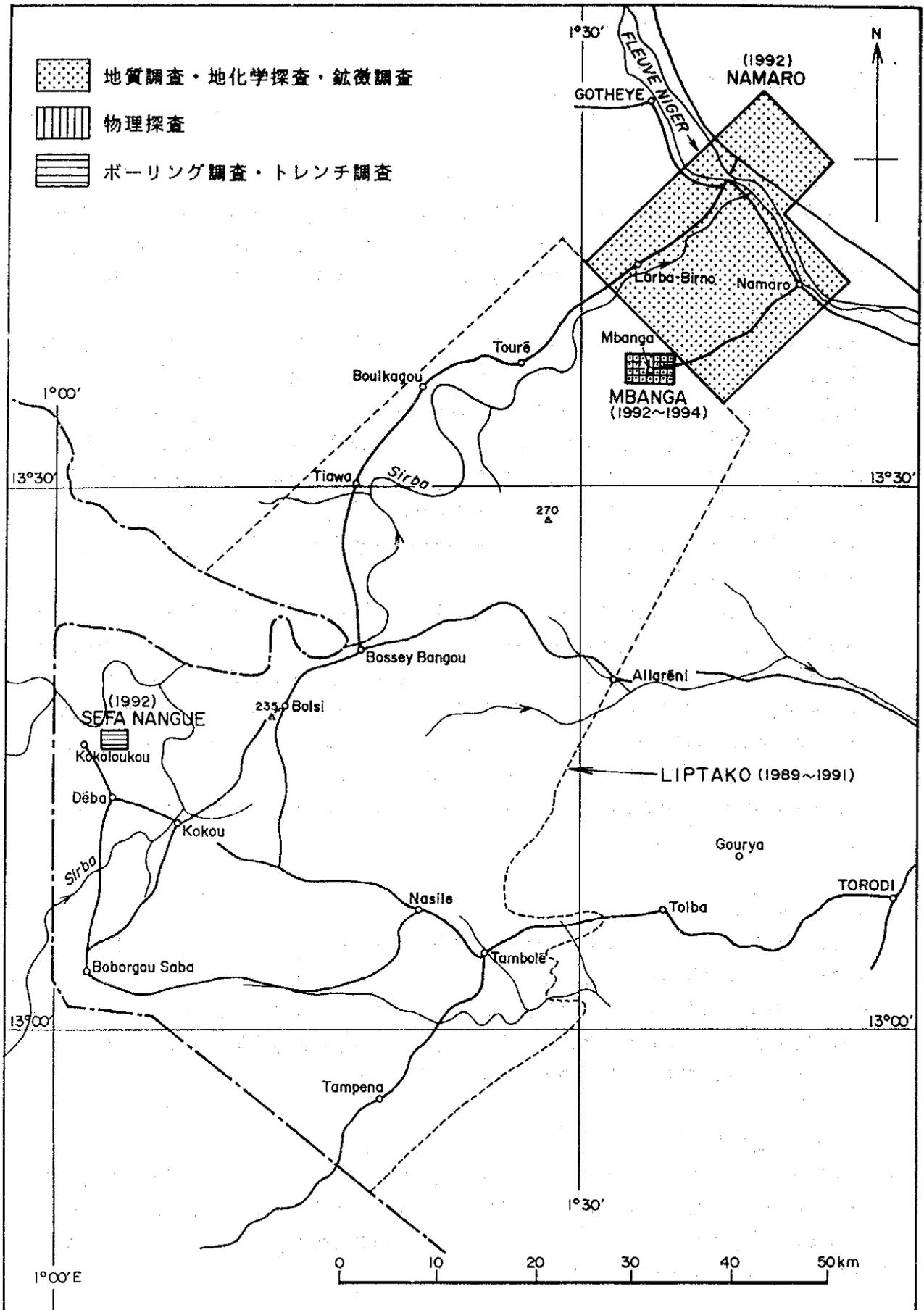


図1 調査地区位置図

本調査の調査内容及び数量を表1に、これに付随する各種室内試験の内容及び数量を表2に示す。また、本調査のフローシート及び鉱床有望地区抽出フローチャートを巻末に示す。

表1 調査内容及び数量

	地 区	調 査 内 容	調 査 数 量
平成 四 年 度	ナマロ地区	地質・地化学探査(概査) 鉱徴調査	面積 430km ² : 1,707試料 16か所
	ムバンガ地区	地質・地化学探査(精査) 鉱徴調査 物理探査(TEM法)	面積 15km ² : 380試料 8か所 面積 15km ² : 測点数 375点
	セイファナング地区	ボーリング調査 トレンチ調査	18孔 : 総掘進長 2,708.8m 7溝 : 掘削総延長 700m
平成 五 年 度	ムバンガ地区	鉱徴調査 ボーリング調査 トレンチ調査	6地区 5孔 : 総掘進長 763.0m 3溝 : 掘削総延長 500m
平成 六 年 度	ムバンガ地区	鉱徴調査 ボーリング調査 トレンチ調査	3地区 12孔 : 総掘進長 1,525.1m 14溝 : 掘削総延長 4,500m

表2 室内試験内容及び数量

	分 析 項 目 及 び 成 分	数 量
平成 四 年 度	土壌試料分析 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Se)	2,087 件
	鉱石成分分析 (Au, Ag)	876 件
	岩石薄片作成	20 件
	鉱石研磨片作成	41 件
	E P M A	3 件
	X線回折試験	20 件
	全岩分析	10 件
	年代測定 (Rb-Sr法)	3 件
	流体包有物温度測定	5 件
	比抵抗測定	33 件
平成 五 年 度	鉱石分析 (Au, Ag)	719 件
	岩石薄片作成	10 件
	鉱石研磨片作成	21 件
	E P M A	5 件
	X線回折試験	11 件
平成 六 年 度	鉱石分析 (Au)	3,282 件
	鉱石分析 (Au, S)	504 件
	鉱石分析 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Cd)	33 件
	岩石薄片作成	5 件
	鉱石研磨片作成	13 件
	E P M A	3 件
	比重測定	29 件
	流体包有物温度測定	11 件

1.1.4 調査団の編成

本調査の計画・折衝及び現地調査に参加した人員を表3・4に示す。

表3 調査計画及び協定折衝団員名簿

日 本 側		ニジール共和国側	
逆瀬川	敏夫 (金属鉱業事業団)	ABDOULRAZCK AMADOU	(MME)
香川	浩昭 (金属鉱業事業団)	GAOURI OUSMANE	(ONAREM)
前島	正道 (金属鉱業事業団)	OUMAROU HAMADOU	(MME)
鈴木	哲夫 (金属鉱業事業団)	MOHAMANE OUARKOU	(ONAREM)
高本	宏介 (金属鉱業事業団)	AMADOU BIRY KOULY	(ONAREM)
箕輪	厚彦 (金属鉱業事業団)	OGURA NOBUO	(ONAREM)
塩川	智 (金属鉱業事業団)	ISSAKA IBRAHIM	(ONAREM)
納	篤 (金属鉱業事業団)	MADOU IBRAHIM LAOUANE	(ONAREM)
		AKSAR ABDOULKARIM	(ONAREM)
		EL HAMET MAI OUSMANE	(ONAREM)
		ARI CHERIFF ARI	(ONAREM)
		ARI KOURA MAHAMADOU	(ONAREM)

表4 現地調査団員名簿

	日 本 側		ニジール共和国側	
平成	総括	中島 清治 (住鉱コンサルタント株式会社)	ARI CHERIFF ARI	(ONAREM)
	地質・ 地化探	川井 正和 (住鉱コンサルタント株式会社)	AMADOU ISSA	(ONAREM)
		長谷 政弘 (住鉱コンサルタント株式会社)	ISSOUFOU SANDA	(ONAREM)
		野並 集 (住鉱コンサルタント株式会社)	SOULEYMANE SALIFOU	(ONAREM)
		WILLIAMSON STEVE LUKE (住鉱コンサルタント株式会社)	IRO DOGO GALADIMA	(ONAREM)
四年	物理探査	飯 博行 (住鉱コンサルタント株式会社)	ISSAKA NOMAO	(ONAREM)
		汐川 雄一 (住鉱コンサルタント株式会社)	IBRAHIM HASSANE	(ONAREM)
		勝田 充 (住鉱コンサルタント株式会社)	IDI TAMBARI	(ONAREM)
	ボーリング		SAMBA HIMA	(ONAREM)
		工藤 信一 (住鉱コンサルタント株式会社)	SALOU ISSAKA	(ONAREM)
平成	ボーリング	田島 敏夫 (住鉱コンサルタント株式会社)	MAMANE OUSMANE	(ONAREM)
		富士代秀之 (住鉱コンサルタント株式会社)	YERO AMADOU	(ONAREM)
		金野 武 (住鉱コンサルタント株式会社)	AMADOU MOUHAMED	(ONAREM)
		総括	中島 清治 (住鉱コンサルタント株式会社)	ARI CHERIFF ARI
平成	ボーリング		ABDOULKARIM BOUREIMA	(ONAREM)
			AMADOU ISSA	(ONAREM)
			MANOU DOUTCHI	(ONAREM)
平成	地質	成田 利春 (住鉱コンサルタント株式会社)	MAMANE OUSMANE	(ONAREM)
		金野 武 (住鉱コンサルタント株式会社)	YERO AMADOU	(ONAREM)
	ボーリング	宮島 弘 (住鉱コンサルタント株式会社)	ARI CHERIFF ARI	(ONAREM)
		長尾 尚顕 (住鉱コンサルタント株式会社)	IDI TAMBARI	(ONAREM)
			SIBIACOU IRO CHABLA	(ONAREM)
平成	ボーリング		MANOU DOUTCHI	(ONAREM)
			OUSSENI AMADOU	(ONAREM)
		成田 利春 (住鉱コンサルタント株式会社)	MAI BOUKAR AROUMA	(ONAREM)
	輪送	福島 幸雄 (住鉱コンサルタント株式会社)	YERO AMADOU	(ONAREM)
		末川 英義 (住鉱コンサルタント株式会社)	LOMPO ALASSANE	(ONAREM)
平成	輪送	丸山 賢 (住鉱コンサルタント株式会社)	SEYDOU BONZOUYOU	(ONAREM)
			AMADOU MOHAMED	(ONAREM)
			DJIBRILLA HAMANI MOROU	(ONAREM)
		MANOU IBRAHIM	(ONAREM)	

(1) ナマロ・ムバンガ地区

ナマロ地区はニアメ市の北西約60km付近に位置する。ニアメ市から本地区の主要な集落であるナマロへ至るには、車輛でニジェール川の南岸に沿った未舗装ながら整備された道路を通過して、所要時間約1時間で到達する。

ムバンガ地区へは、ナマロ集落から四輪駆動車で人道を通過して、所要時間約50分、距離約25kmである。

(2) セイファナンギ地区

本地区はニアメ市の南西約110km付近で、ブルキナファソの国境に近いデバ（Déba）集落の北方約7km付近に位置する。本地区へ至るには、ニアメ市からTorodi集落を經由してTambolé集落まで車道を通り、ここから先は人道を利用してKakou集落、デバ集落を通り四輪駆動車で行くことができる。この間の所要時間は普通四輪駆動車で約4.5時間、距離約160kmである。ボーリング機材の搬入にトラックを入れたが、Tambolé集落から本地区までの道路を整備する必要があった。トラックではニアメ市から本地区まで約8時間を要する。

1.2.2 地形

(1) ナマロ・ムバンガ地区

標高200～235mの平坦地が大半を占めているが、本地区中央部及び南部付近には、標高275～295mのラテライトに覆われた残丘状台地がある。本地区の中央付近を横切って砂丘（最大幅約2km）がほぼ東西方向に連なる。北東側にはニジェール川が、北西側にはその支流のシルバ川がある。ニジェール川の本流は年間を通じて流水があるが、支流は乾季に涸れ沢になる。

(2) セイファナンギ地区

本地区東部は標高245～268mのラテライトに覆われた平坦地、西部は標高230～250mの緩傾斜地からなり、樹枝状の涸れ沢が発達している。台地の縁辺部には急傾斜面が発達する。

1.2.3 気候・植生

本調査地域を含む周辺の気候及び植生区分の概略を図3に、ニアメ市の気温・湿度・降水量一覧を表5に示す。ニジェール共和国の気候は大陸性の乾燥気候に属し、北から南へ、砂漠地帯、ステップ地帯、サバンナ地帯に大きく区分される。気候は北部が南サヘル気候、南部が北スーダン気候である。

(1) ナマロ・ムバンガ地区

本地区は南サヘル気候帯に属し、半乾燥～乾燥気候である。5月から10月が雨季、11月から4月が乾季に当たる。10月から11月中旬までの日中の気温は35～40℃で、夜間には気温が約20℃前後に下がる。11月中旬から徐々に気温が下がり、日中の気温は30～35℃で、早朝には15～20℃になる。

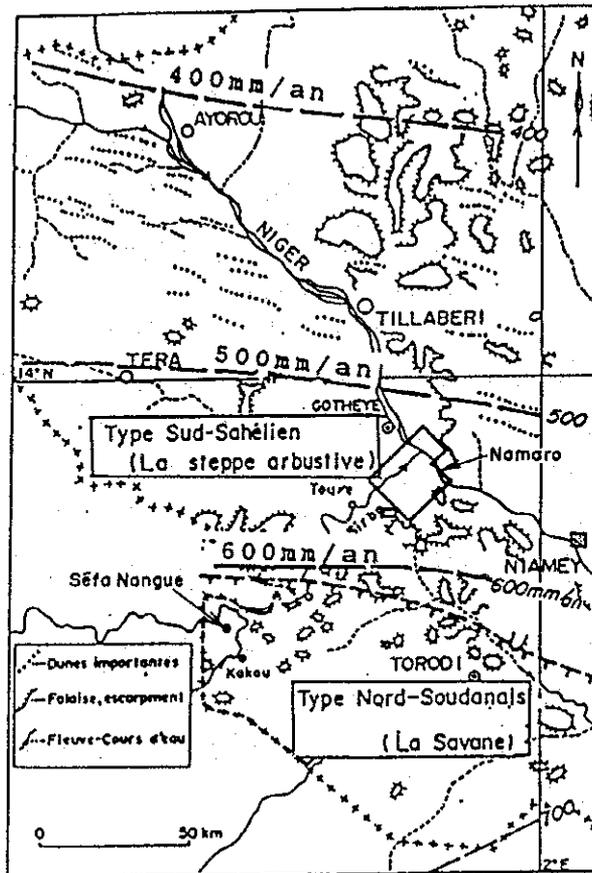


図3 植生・気候区分図

本地区は灌木ステップ地帯に属し、植生は河川に沿って樹木や灌木がやや多いが、全般に小灌木と草原地帯が発達している。

(2) セイファナンギ地区

北スーダン気候帯に属し半乾燥気候である。ナマロ地区と同様に雨季と乾季があり、気温はナマロ地区に比べてやや低く、降水量はやや多いようである。植生は灌木が一部で密集しているが、鉈化帯の分布域では比較的まばらである。

表5 ニアメ市の気温・湿度・降水量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
気温(°C)	24.5	27.3	30.6	33.6	33.5	31.1	28.4	27.2	28.1	30.3	27.9	24.8	28.9
湿度(mm)	22	17	18	28	43	55	67	77	73	52	35	26	43
降水量(mm)	0.0	0.0	1.7	4.1	38.9	98.5	154.5	212.4	113.7	25.2	0.0	0.0	694.0

観測地点: Niamey (18°41'N, 12°55'E, 357m A.S.L.)

集計期間: 気温 1951-1980年, 湿度 1961-1967年, 降雨量 1952-1976年

1.3 既往調査の概要

1.3.1 地質概要

西アフリカ剛塊東部に当たるギニア・コートジボアール・ガーナ・マリ・ブルキナファソ・ニジェール南西部にかけての西アフリカ一帯は、地質構造区分上、バオウレ-モシ (Baoulé-Mossi) 地質区と呼ばれ、下部原生界に属するビリミアン (Birrimien) 累層群が花崗岩類と共に広く分布し、Loulo, Kalana, Syama, Ashanti, Pouraなどの多くの金鉱床が知られ、アフリカ有数の産金地帯となっている。

バオウレ-モシ地質区は、さらに2つの地質亜区、すなわち、ビリミアン地質亜区とベーズン・アンド・モーレ (Basin and Mole) 地質亜区に細分される。前者はビリミアン累層群に属する変成した堆積岩類及び火山岩類が広く分布する地域で、ガーナ南西部、コートジボアールのKomoe盆地などがこれに含まれる。後者はビリミアン累層群に対比される地層がNNE-SSW～NE-SW方向に伸長した多数の岩体として花崗岩類と共に広く分布する地域で、ブルキナファソ及び本調査地域を含むニジェール西部がこの地質亜区に含まれる (図4, 表6)。

本調査地域周辺の地質概略図を図5に示す。本調査地域周辺には長径100km程度でNE-SWに伸長するビリミアン累層群の3つの分布域 (Kourki, Téra-Gassa, Sirba) が知られており、これらは花崗岩質岩分布域を介してNE-SW方向に配列している。層序は大局的には上に述べたビリミアン地質亜区の層序と同様であるが、下部ビリミアン累層群は欠除している模様である (表6)。

1.3.2 既知鉱床

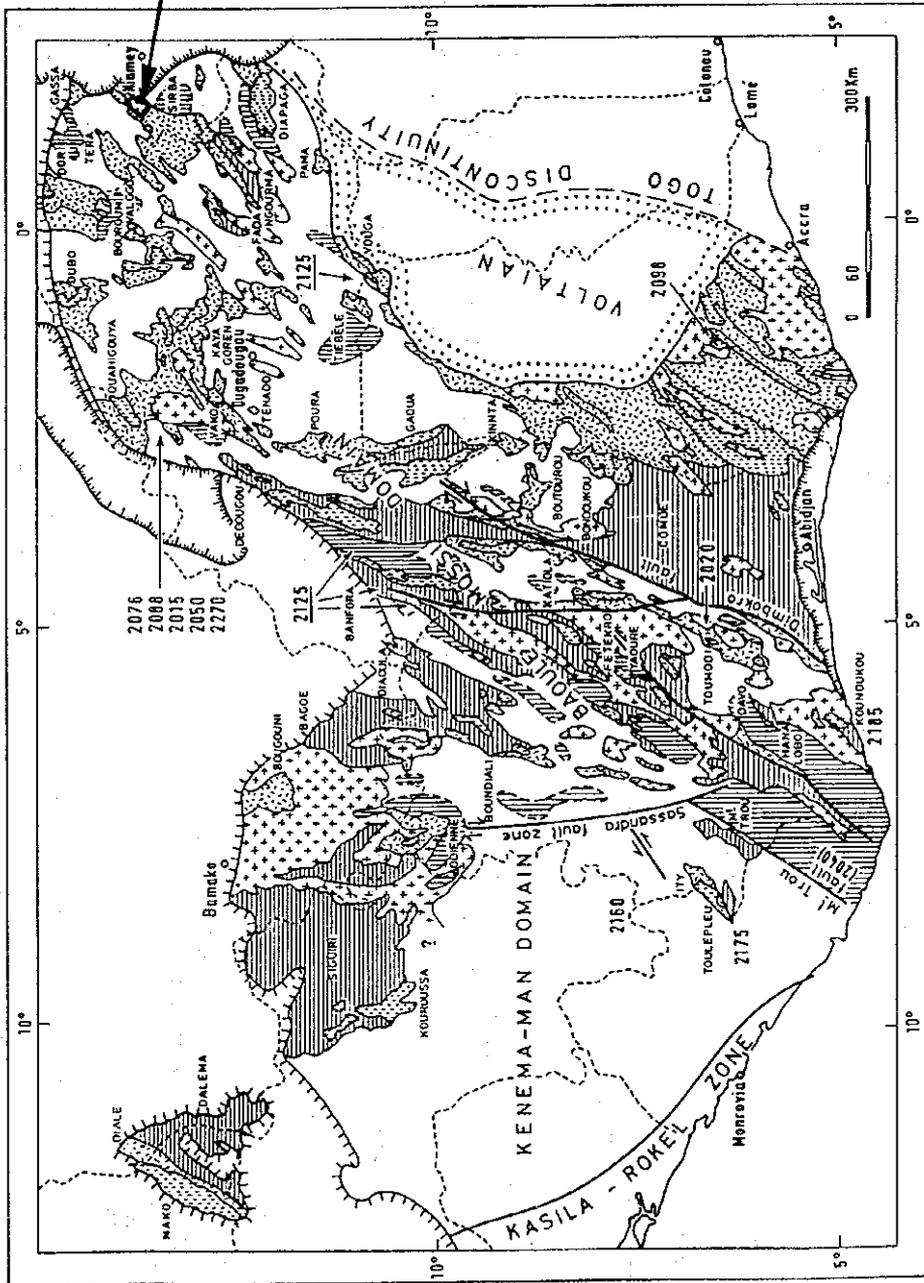
ニジェール共和国西部における地質調査・鉱化帯調査は、Machens (1958-1964) によって開始された。金鉱床の探査は当初は砂金鉱床を対象に行われたが、その後、含金石英脈が発見され、多くの地区で金鉱化帯の探査が行われるようになった。これらの金の探鉱地のほとんど全てはビリミアン累層群の分布域で、主に中央のテラ-ガッサ (Téra-Gassa) 地域及び南東側のシルバ地域 (Sirba) である。

既知鉱化帯の位置を既往調査範囲図 (図6) に示す。これらのうち比較的規模が大きい鉱化帯は、シルバ地域のMbangá・Tchalkan・Libii・Séfa Nangue・Kokoloukou, テラ-ガッサ地域のKama Bangouなどがある。これらの過去の探鉱状況は次のとおりである。

Mbangá 鉱化帯 リプタコ地域の調査 (JICA/MMAJ 1989-1991) によって、ムバンガ地区に5か所の鉱化帯が存在し、採掘ピットの局部試料の分析によりAu 67.2g/t, Au 58.4g/tなどの高品位鉱があることが確認され、また、有望なAu地化学異常帯が多数抽出されている。

Tchalkan 鉱化帯 含金石英細脈を主とする鉱化帯で、原住民によって比較的大規模に採掘されている。石英脈中の金含有量は一般に3～5g/tである。本鉱化帯は1990年から1992年までPADEMによって調査された。

Libii 鉱化帯 JICA/MMAJによる1990年の調査で確認された鉱化帯である。主鉱化帯は



1. Facies Tarkwaïen de Birrimien;
2. Facies de fliش sédimentaire de Birrimien;
3. Facies volcano-clastique de Birrimien;
4. Facies de roche verte de Birrimien;
5. Granitoïd Eburnien
6. ? Prébirrimien (migmatite, gneiss);
7. Roche base indifférentielle;
8. Supragroupe voltain
9. Limité de couverture phanérozoïque;
10. Récent;

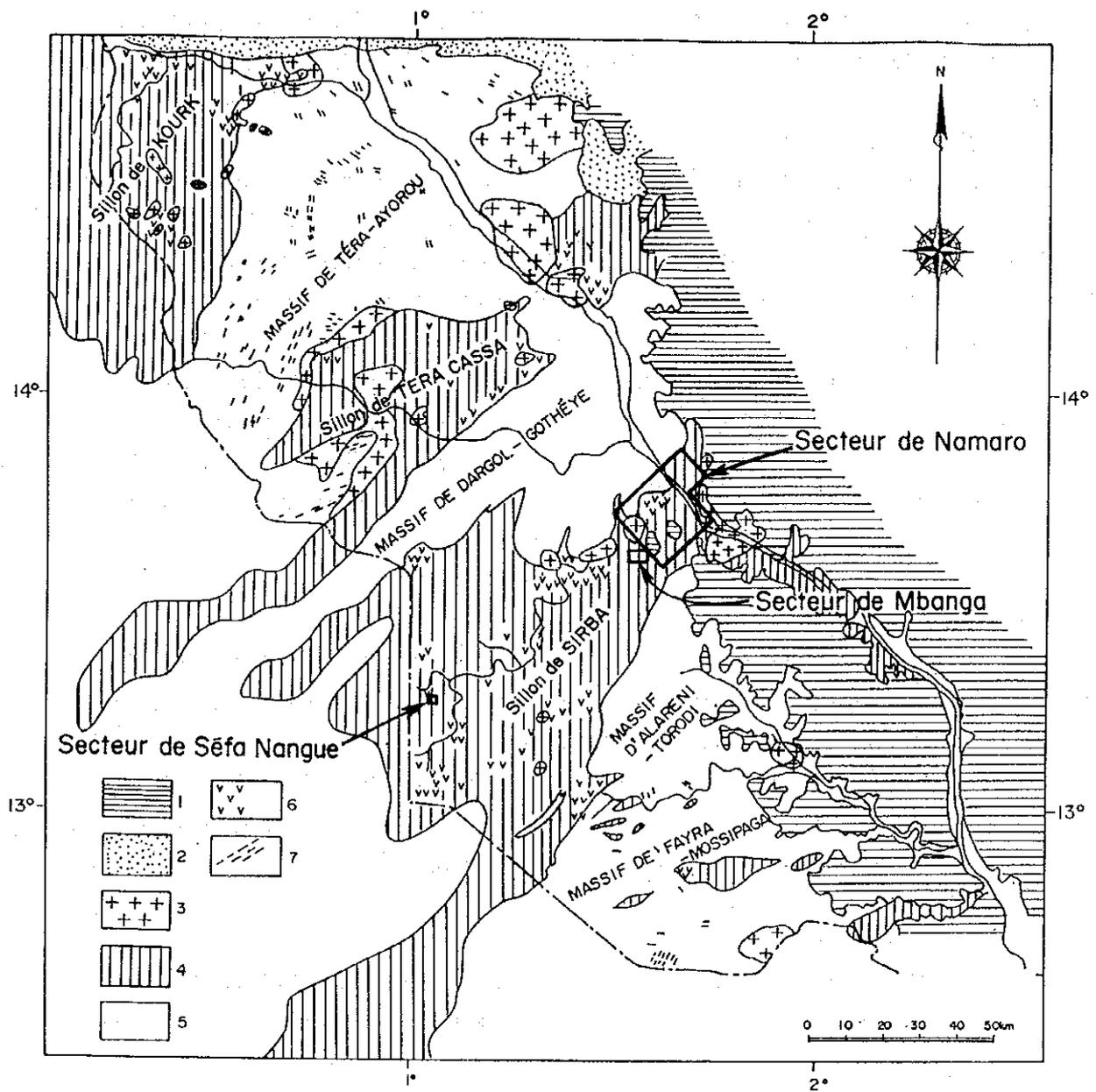
2076
2088
2015
2050
2270
2125
2180
2175
2020
2185
2086

L. Cahen et al, 1984 (Corrigé en partie)

图 4 Baoulé-Mossi 地质区概略地质图

表 6 Baoulé-Mossi 地域の層序対比表

Ghana Cahen L. et al (1984)	Côte d'Ivoire Cahen L. et al (1984)	Burkina Faso Hout D. et al (1987)	Niger occidental L'étude actuelle (1994)
Eburnian III	Eburnian III	Eburnian III	Eburnian III
Formation Humi (quartzite et phyllite) Formation Tarkwa (phyllite) Formation Banket (quartzite et conglomérat) Formation Kewese (conglomérat)	(C. 2030 Ma) Granites Windéné et Granites Boudoukou	?? Tarkwaïen (1800 Ma ~ 1900 Ma) (1800 Ma ~ 2000 Ma) Granites	(1700 Ma ~ 1900 Ma) Granites, Granodiorites
Granites syntectoniques et intrusive	Série de Kinkéné	? Roches de sédimentaire clastique (2000 Ma ~ 2100 Ma)	?
Formation de basique volcanique Formation de acide volcanique Formation de volcano-psammite	Eburnian II (C. 2130 Ma) Granites Baoulé	Discordance (2100 Ma ~ 2200 Ma) Tonalités, Granites	?
Discordance	Eburnian I (C. 2270 Ma) Granites orthogneiss	Formation volcano-sédimentaire Volcanique acide (calco-alcaline) Volcanique neutre-mafique et sédimentaire Volcanique mafique (et ultrabasique?) (tholéïte) (~2400 Ma)	Roche argileux, gréseux et silicifiée Roches sédimentaires ou pyroclastique Volcanique neutre-mafique et sédimentaire Volcanique mafique (gabbro ou amphibolite)
Formation supérieure et sabieux (Flysh psammitique) Formation supérieure et argilitieux (Flysh argilitieux) Formation moyenne et sublieux (Flysh psammitique-argilitieux) Formation inférieure et argilitieux Formation inférieure et sublieux	Formation Flysh de Koumoukou et Doulayeko paragneiss	Libérian (± 2700 Ma) Granites, Migmatites, Roche ultrabasique, Granulites	(± 3000 Ma) Granites, Granite gneisseux, Migmatites
?	(+2600 Ma) Granite gneisseux de Niéga-Pauli Plage paragneiss Monogaga	?	?



LEGENDE

- 1. Sediments Tertiaires; 2. Sediments Infracambrien
- 3. Granites post/syn-Birimien; 4. Birimien
- 5. Granites et Gneiss pre-Birimien; 6. Roches vertes
- 7. Migmaties

E. Machens, 1973 (Corrigé en partie)

図5 ニジェール西部概略地質図

幅約10m, 走向長300mに亘り採掘されており, 局部試料の分析品位で最高 Au 11.9g/tを示す。この鉍化帯の周辺1.0~2.5kmの範囲にも多数の小規模な鉍化帯が分布し, 金の顕著な地化学異常帯も認められる。本鉍化帯も PADEM によって1990年から1992年にかけてボーリングを含む各種調査が実施された。

Séfa Nangue 鉍化帯 ONAREM/ACDIによるデバ地区の調査で1984-1986年に発見された鉍化帯で, その後1989-1991年に JICA/MMAJ によってセイファナング地区としてボーリングを含む精査が実施された。この結果, Au 0.5g/t以上の鉍化部を対象とした深度200mまでの概算鉍量は237万トン・Au量4.8t・Au品位2.0g/t (1991年現在)と評価された。

Kokoloukou 鉍化帯 ONAREM/ACDIによって1985-1987年に17孔のボーリングが実施され, 平均幅約0.4m・走向長約450mの鉍化帯が確認されている。この中には幅1.56m・Au 20.7g/tを示す部分もあり, 現在も原住民によって手掘り採掘が行われている。

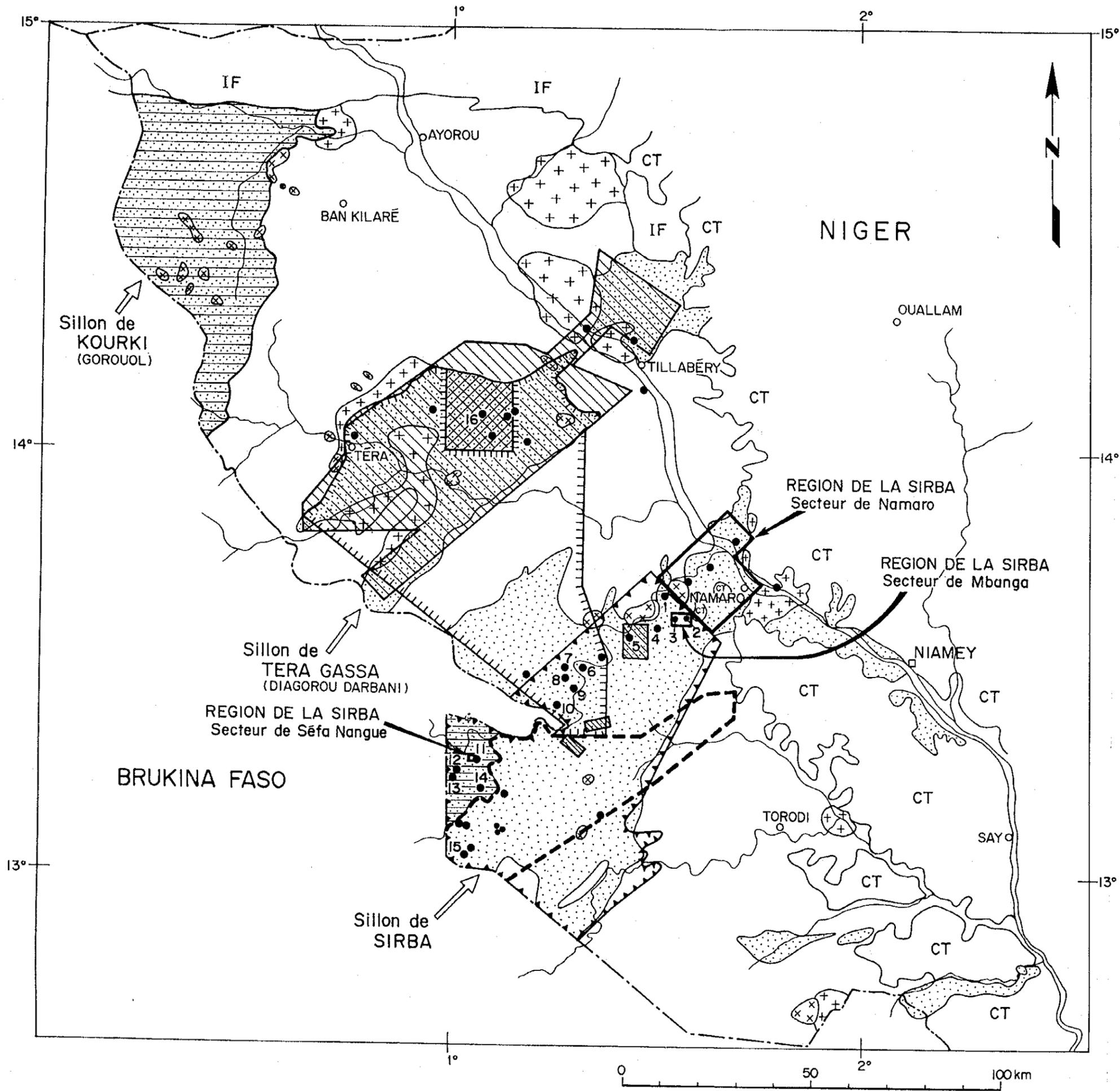
Kama Bangou 鉍化帯 東西約4.5km・南北約3.5kmの範囲に約20の含金石英脈が発見され, ONAREMにより1992年までに約100孔のボーリング(掘削総長9,500m)が実施された。現在もカナダの探鉍会社により探鉍が継続されている。

1.3.3 調査実績

ニジェール共和国西部のピリミアン累層群の分布域を対象とした地質及び鉍化帯調査は1950年代後半から組織的に開始され, これまで BRGM, UNDP, ONAREM, ONAREM/ACDI, DRGM, ONAREM/JICA&MMAJ などにより調査が行われている(図6)。ニジェール南西部におけるこれらの一連の金を対象とした調査は, ウラン開発によって進展してきたニジェールの鉍業の再活性化を目指して, ニジェールの鉍産資源の多様化を図ることを目的として実施されたもので, 国連, フランス, 日本, カナダなどの技術援助プロジェクトとして進められてきたものが多い。

これらの調査の概要は次のとおりである。

- 1958-1964年 E.Machens (BRGM) によるリプタコ地域の広域調査及び地化学探査。
- 1964-1965年 R.Veux (BRGM) によるシルバ川下流域沖積層の砂金及び金鉍化作用の予察調査(ピット・ハンドオーガー・腕掛けによる探査)。
- 1968-1975年 UNDP によるリプタコ地域広域地化学探査(シルバ川付近の土壌地化学探査)。
- 1974-1975年 R.Mignon (BRGM) によるテラ-ガッサ及びシルバ周辺地域地化学探査(面積3,500km², 概査11,200試料, 精査9,595試料)。
- 1981-1982年 ONAREM, ONAREM/ACDI による Tour 地区の土壌地化学探査(概査, 精査)・物理探査(磁気探査, IP法電気探査)・ピット調査・トレンチ調査。
- 1981-1982年 ONAREM/ACDI によるデバ地区の土壌地化学探査(4,070試料)。
- 1984-1986年 ONAREM/ACDI による Tour 地区のピット調査・トレンチ調査。
- 1984-1986年 ONAREM/ACDI による Bolsi-Bossey Bangou 地区のピット調査・トレンチ調査。



LEGENDE

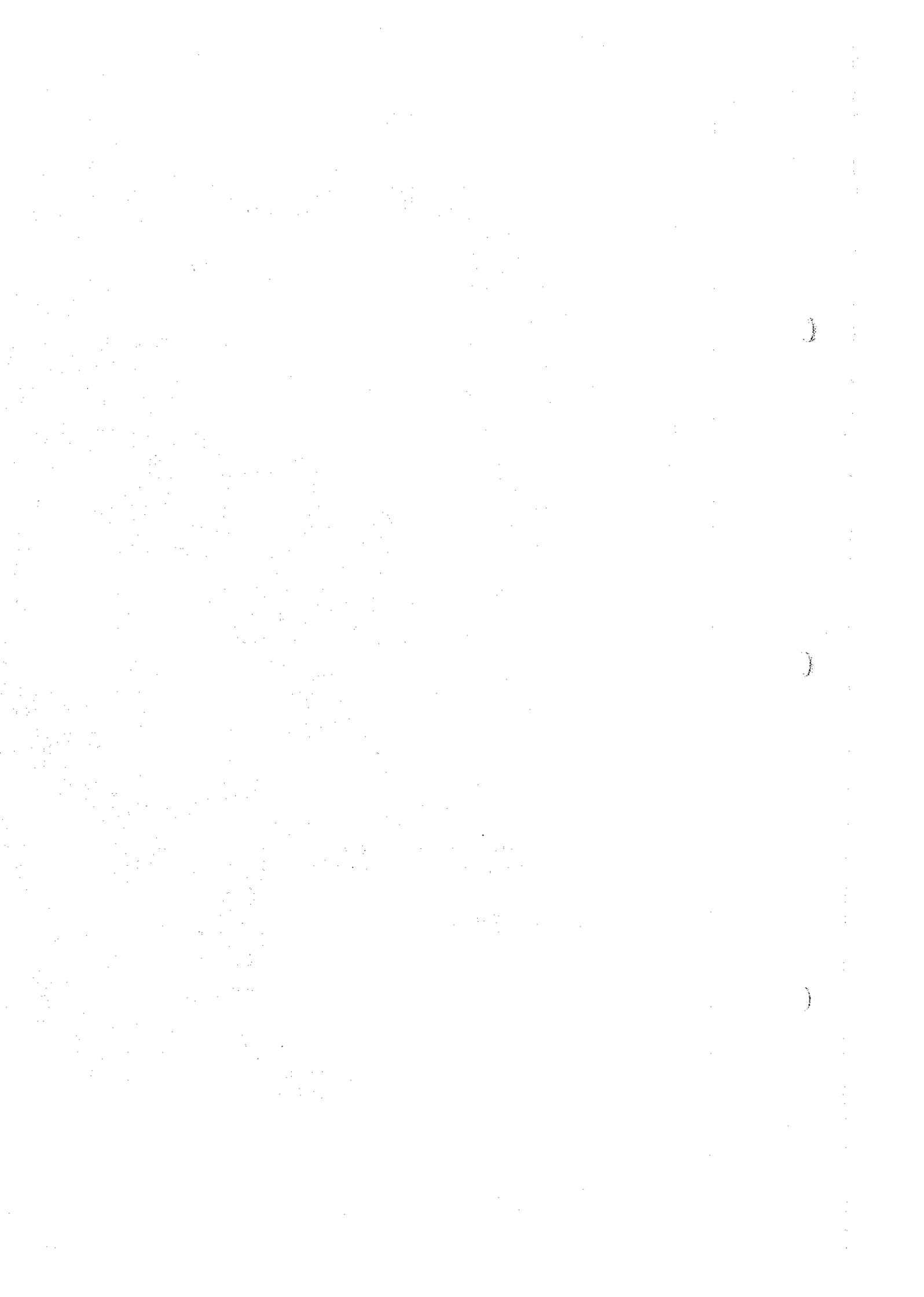
- CT Sediments Tertiaires
- IF Infracambrien
- Birimien (ou Proterozoïque inférieur)
 - ××× Granites post-tectoniques
 - +++ Granite syn. a Tarditectoniques
 - Volcanosédimentaire et Metavolcanites
- Pre Birimien (ou Archéen)
 - Migmatite Gneiss et Granites
- Domaine d'étude
 - ▨ BRGM 1974~1975
 - ▧ ACDI/ONAREM 1981~1988
 - ▩ ONAREM 1985~1993
 - ▤ DRGM/ONAREM 1986~1991
 - ▥ JICA & MMAJ/ONAREM 1989~1991
 - ▦ PADEM 1990~1992
 - ▧ JICA & MMAJ/ONAREM 1992~1994

● Zone minéralisée en or

Nome de zone minéralisée

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1 : Kala | 9 : Maka |
| 2 : Mbanga | 10 : Libiri |
| 3 : Kongo Mbanga | 11 : Séfa Nangue |
| 4 : Kongo Loude | 12 : Kokoloukou |
| 5 : Touré | 13 : Kokoloukou Sud |
| 6 : Tchalkan | 14 : Déba |
| 7 : Tiawa | 15 : Dogona |
| 8 : Koukou Djongou | 16 : Kama Bangou |

图6 既往調査範囲図



- 1984-1986年 ONAREM/ACDIによるデバ地区の地質調査・地化学探査・物理探査。
- 1985-1986年 ONAREM/ACDIによるデバ地区の KokolokouAu 地化学異常に対するボーリング調査（9孔, 946m）。
- 1985-1987年 ONAREM/Geomines（CANADA）による Kama Bangou 地域のボーリング調査。
- 1986-1987年 ONAREM/ACDIによるデバ地区の KokolokouAu 地化学異常に対するボーリング調査（8孔, 813m）。
- 1986-1988年 ONAREM/ACDIによる Bolsi-Bossey Bangou 地区の地化学探査。
- 1986-1991年 DRGM/ONAREMによるシルバ川中流右岸地区（1,500km²）の地質調査・地化学探査。
- 1987-1988年 ONAREM/ACDIによるデバ地区の Au 地化学異常に対するピット調査。
- 1988-1993年 ONAREMによる Kama Bangou 地域のボーリング調査。
- 1989-1991年 JICA&MMAJ/ONAREMによるリプタコ地域シルバ川周辺地区（3,440km²）のランドサット画像解析・地質調査・地化学探査, セイファナンギ鉍化帯及びデバ鉍化帯での物理探査・ボーリング調査（17孔, 2,571m）。
- 1990-1992年 PADEMによるテラ-ガッサ緑色岩帯からシルバ緑色岩帯の中央部の地化学探査・鉍化帯調査。

BRGM : Bureau de Recherches géologiques et Minières
 UNDP : United Nations Development Programme
 ACDI : Agence Canadienne de Développement International
 DRGM : Direction des Recherches Géologiques et Minières
 PADEM : Project d'Appui au Développement Minier

第2章 各 論

第2章 各論

2.1 ナマロ地区

2.1.1 地質・地質構造

(1) 地質

シルバ川周辺を除き、一般に風成層、ラテライト被覆層及び沖積層に覆われているため露頭は少ない。したがって、地質図に示した境界の多くは推定による。本地区の地質は基盤の先ペリミアン期の片麻状花崗岩、これを被覆するペリミアン累層群の火山岩類、砂泥質堆積岩類（火山性堆積物挟在）、白亜紀～第三紀の酸性凝灰岩などから構成される。貫入岩はペリミアン初期の塩基性岩、ペリミアン晩期の花崗閃緑岩、中生代のドレライト岩脈などからなる（図7・8）。

(a) 先ペリミアン片麻状花崗岩

先ペリミアン期の片麻状花崗岩は本地区西部～北部に断続して分布するほか、東端部にも狭く分布する。本岩は一般に片麻状構造を示し、特に北部の岩体に顕著である。西部の岩体は片麻状構造が弱く、ペリミアン末期の花崗閃緑岩に似るが、色指数がやや高い点で異なる。本岩は検鏡結果では石英閃緑岩～トータル岩と鑑定され、全岩分析結果ではトータル岩でI-タイプの花崗岩に分類された。Rb-Sr法による年代測定では $2,953 \pm 443$ Maが得られている。本地区北部の岩体で測った片麻状構造は、一般走向 $N55 \sim 70^\circ W$ ・傾斜 $80^\circ NE$ で、ペリミアン累層群の片理面にほぼ直交する方向を示す。これはペリミアン累層群に変形を与えた構造運動より早期の構造運動の結果によるものと推定される。

(b) ペリミアン累層群

本地区のペリミアン累層群は、下位から塩基性火山岩、中性火山岩及び火山性堆積岩に区分される。本累層群の最下位層をなす塩基性火山岩は本地区南西部に小分布し、粗粒玄武岩、輝緑岩及びはんれい岩からなる。中性火山岩は本地区中央西部から北西部に先ペリミアン片麻状花崗岩を取り巻くように連続して分布するほか、地区中央部に小分布し、また、火山性砂泥質堆積岩中にも薄層として挟在する。本岩は斑晶の少ない安山岩溶岩を主とし、一部に斑状安山岩や玄武岩溶岩及び凝灰岩薄層を伴う。一般に片状構造は弱い、北部のものは片状構造が顕著で変成度も高く緑色片岩相～角閃岩相を示す。火山性砂泥質堆積岩は本地区中央～東半部を占め、地区で最大の分布を示す。本岩は砂岩及び泥岩起源の片状岩からなり、安山岩質の火山砕屑物や凝灰岩が挟在する。

地層は西部から東部へ累重しており、上位ほど火山性堆積物の挟在物は減少する。地層の一般走向は南部のNE-SW方向から北部のN-S方向へと変化し、東へ急傾斜する。また、東部から北部のものは顕著な片状構造を示す。

(c) 塩基性侵入岩

塩基性侵入岩は先ペリミアン片麻状花崗岩中のNI39地点に露出し、粗粒輝石を多量に含む完晶質岩で片状構造を有する。本岩の貫入時期は不明であるが、ペリミアン期初期の塩基性火成活動と同時期のものと思われる。

(d) 花崗閃緑岩

花崗閃緑岩は本地区東部の先ペリミアン片麻状花崗岩中に貫入する1岩体を除き、すべて地区西半部の先ペリミアン片麻状花崗岩中及びペリミアン火山岩類中に進入している。本地区南西部の長径7kmの大岩体以外は長径1km未満の岩株状小岩体である。本地区中西部の小岩体には弱珪化が認められる。本岩は中粒・等粒状・塊状の岩石で、検鏡結果ではトータル岩と鑑定され、全岩分析の結果では先ペリミアン片麻状花崗岩と同様、トータル岩でI-タイプの花崗岩に属す。Rb-Sr法年代測定により、本地区西部の大岩体は 1.701 ± 517 Ma、中西部の小岩体は 1.868 ± 239 Maの値が得られた。鏡下で、花崗閃緑岩に変形が認められないことから、進入時期は本地区における主要な構造運動の最末期か、それより後と考えられる。

(e) ドレライト岩脈

本岩脈は既往空中磁気探査及び写真解析（ACDI 1976-1977）により、WNW-ESE及びNE-SW方向の顕著な線状磁気異常帯として認められ、先カンブリア系に貫入する塩基性岩脈の存在が推定されていたもので、貫入時期は中生代と推定されている。

(f) 酸性凝灰岩

本地区南部に台地を形成して分布する。本岩は淡褐色～白色の酸性凝灰岩様の岩相を示し、全般に風化による顕著なカオリン化作用を受けて粘土化している。鏡下では破片状の石英・カリ長石及び褐色不透明な基質部からなる。本層は、E.Machens（1967）の1/20万地質図によるContinental terminal 累層群の粘土化砂岩（Grés argileux）層に対比されるものと考えられる。

(g) ラテライト層

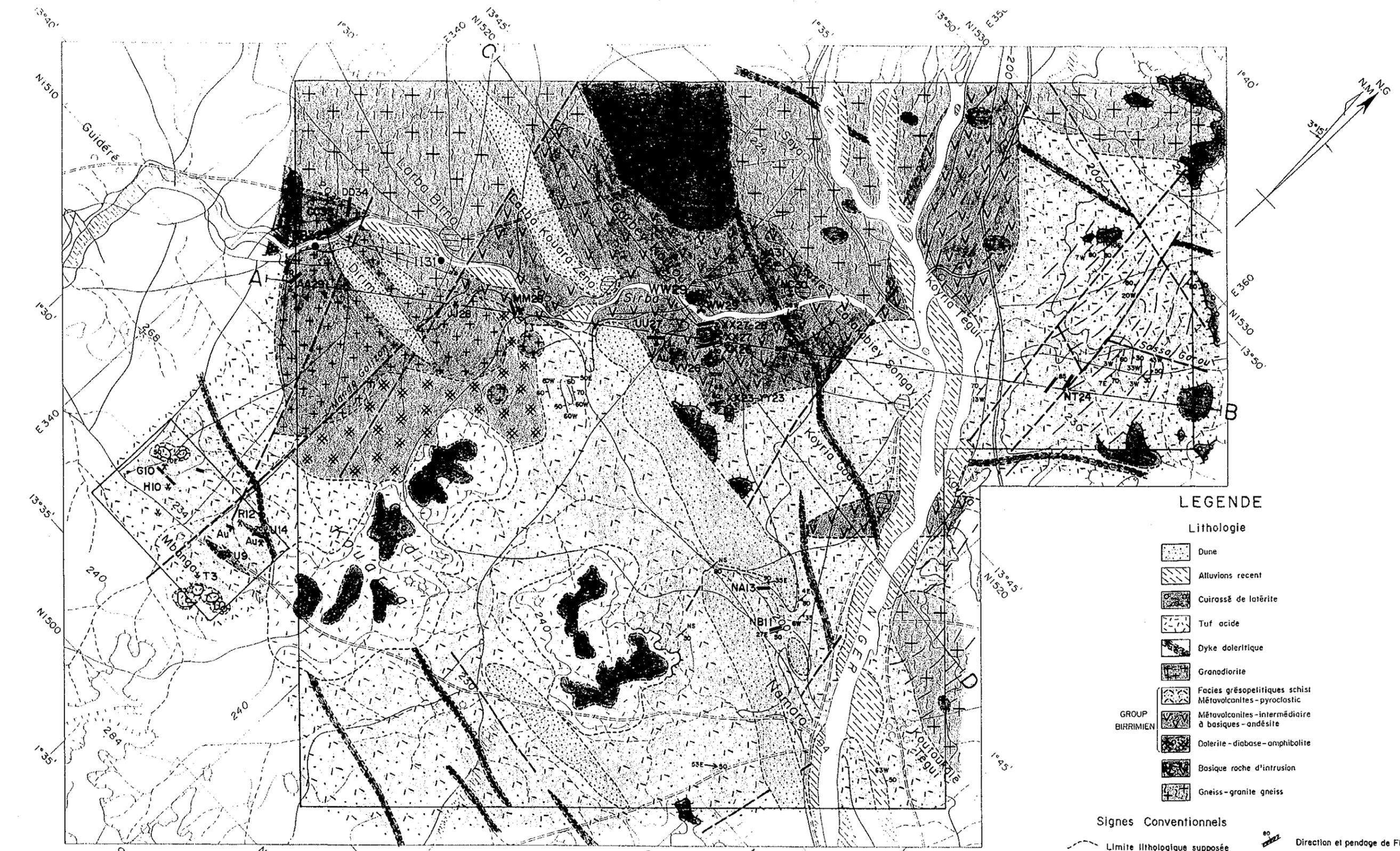
ラテライト層は本地区中央南部・西部・北東部に台地頂部の平坦面を構成し、1～3mの厚さで分布するもの、台地麓部・台地間低部・末無川の中に薄層として分布するものがある。台地頂部のものは珪質な細～中礫を酸化鉄で固めた礫岩状を呈し、直下の岩層は強度にカオリン化している場合が多い。台地頂部のものを除き、ラテライト層は酸化鉄でコーティングされた珪質礫とスコリア状～粗砂状の酸化鉄からなるルーズな堆積物と直下の赤褐色土で構成される。これらのラテライト層は第三紀の高温多湿な気候下で形成されたものと考えられる。

(h) 沖積層

沖積層はニジュール川及びシルバ川の河床・河岸に分布し、湿地帯を形成している。構成物は主として粘土質～砂質堆積物からなり、ときに礫質堆積物を伴う。本層の層厚は数10cm～数mである。

(i) 風成堆積物

風成堆積物は本地区の大半を覆って分布する。特に、本地区中央部及び南部では幅0.7～1.5kmを示し、東西に断続して伸びる固定砂丘が形成されている。本層の層厚は平地部で数cm～1m、砂丘では数m～20mである。風成堆積物は淡褐色を呈するルーズな細粒砂から構成される。



LEGENDE

Lithologie

- Dune
- Alluvions recent
- Cuirassé de latérite
- Tuf acide
- Dyke doleritique
- Granodiorite
- Facies grésopelitiques schist
- Métavolcanites - pyroclastic
- Métavolcanites - intermédiaire à basiques - andésite
- Dolerite - diabase - amphibolite
- Basique roche d'intrusion
- Gneiss - granite gneiss

Signes Conventtionnels

- Limite lithologique supposée
- Escarpement
- Faille supposée
- Direction de la schistosité et pendage
- Direction de la schistosité (pendage vertical)
- Direction et pendage des couches
- Orientation tectonique
- Direction et pendage de Filon
- Axe de plis
- Batée
- Puits ou excavations d'orpaillage
- Actif
- Inactif
- Au • Indice aurifères
- Points d'échantillonnage pour la datation (la methode de Rb/Sr)

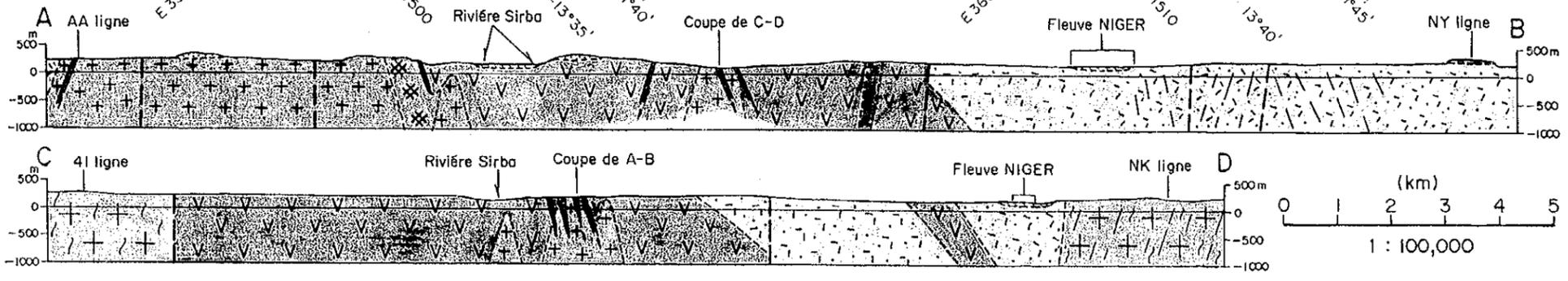


図7 ナマロ地区地質図



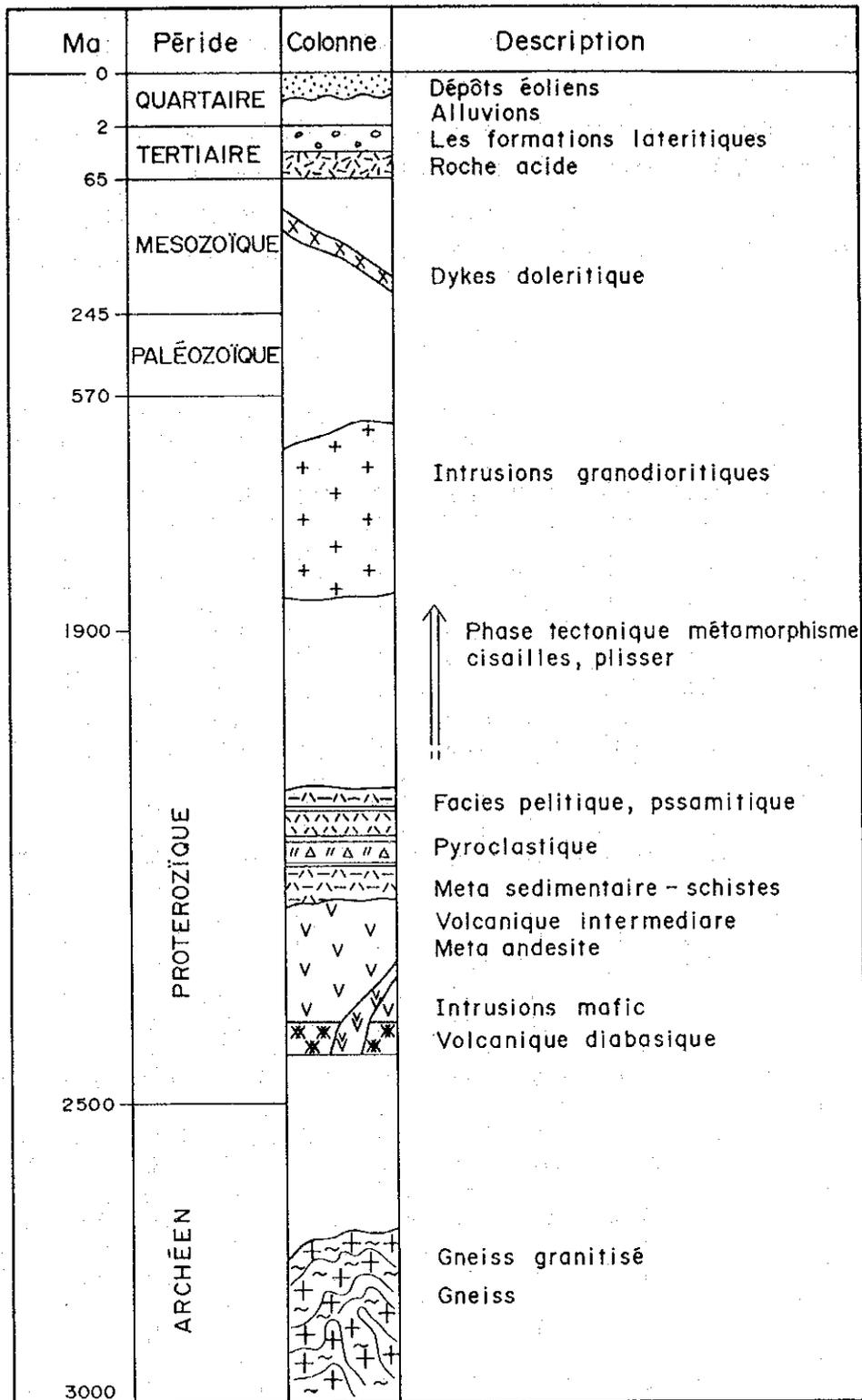


図 8 ナマロ地区模式地質柱状図

(2) 岩石化学

本地区に分布する岩石のうち、代表的な10試料（1試料はムバンガ地区）の全岩分析結果を表7に示す。

これらの岩石の化学分析値に基づきハーカー図を図9に、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{K}_2\text{O}$ 三角ダイアグラム（花崗岩質岩類の分類）を図10に、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ 図（I-タイプ、S-タイプ花崗岩分類）を図11に、 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO})-\text{SiO}_2$ 図（I-タイプ、S-タイプ花崗岩分類）を図12に、 $\text{FeO}-\text{FeO}/\text{MgO}$ 図（ソレアイト系、カルクアルカリ系火山岩分類）を図13に示す。

表7 全岩分析結果

		1124	LL33	MM39	NC29	NL31	NZ41	WX4-1	BB32B	I131B	WW29B
SiO ₂	wt%	56.29	55.30	57.47	49.60	50.85	49.89	52.11	61.63	52.79	61.59
TiO ₂		0.53	0.60	0.68	0.65	0.66	0.72	1.77	0.57	0.57	0.52
Al ₂ O ₃		12.64	13.05	18.32	14.13	14.02	13.31	30.08	13.77	12.40	14.73
Fe ₂ O ₃		3.09	3.17	2.81	2.45	3.69	2.16	2.44	2.37	2.26	2.34
FeO		6.20	6.74	4.32	7.83	4.91	8.77	0.25	4.62	8.47	3.96
MnO		0.16	0.16	0.12	0.18	0.21	0.18	0.00	0.16	0.19	0.11
MgO		6.41	5.71	2.76	8.06	7.01	8.72	0.11	3.99	7.36	3.60
BaO		0.02	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.06	0.02	0.05
CaO		8.42	9.00	7.31	10.77	14.01	11.56	0.12	5.75	9.27	5.91
Na ₂ O		2.12	2.55	3.97	2.36	1.31	1.43	0.03	2.94	2.09	3.36
K ₂ O		0.41	0.28	0.61	0.11	0.05	0.07	0.02	2.20	0.31	1.36
P ₂ O ₅		0.11	0.11	0.22	0.04	0.04	0.04	0.08	0.23	0.15	0.25
LOI		2.16	1.94	1.76	1.75	1.44	0.71	12.15	1.56	1.87	1.88
TOTAL		98.56	98.62	100.38	97.93	98.21	97.57	99.17	99.85	97.75	99.66
Nb	ppm	5	6	10	5	4	4	31	8	5	7
Rb		16	16	22	6	11	17	<5	55	8	37
Sr		300	160	580	100	140	100	120	320	240	420
Y		<2	<2	5	<2	7	<2	<2	<2	<2	<2
Zr		64	57	157	44	46	47	366	107	44	102
Qz	wt%	15.07	12.22	11.69	0.69	8.27	3.43	51.66	17.76	7.70	18.78
C		-	-	-	-	-	-	29.98	-	-	-
Or		2.42	1.65	3.60	0.65	0.30	0.41	0.12	13.00	1.83	8.04
Ab		17.94	21.58	33.59	19.97	11.08	12.10	0.25	24.88	17.68	28.43
An		23.76	23.33	30.37	27.64	32.23	29.69	0.08	17.88	23.54	21.09
Di		14.05	16.72	3.66	20.71	30.01	22.21	-	7.51	17.44	5.42
Hy		17.42	14.90	9.62	21.46	8.83	24.05	0.30	12.06	22.37	11.02
Mt		4.48	4.60	4.07	3.55	5.35	3.14	-	3.43	3.27	3.39
Hm		-	-	-	-	-	-	2.44	-	-	-
Il		1.01	1.14	1.29	1.23	1.25	1.37	0.53	1.08	1.08	0.99
Ru		-	-	-	-	-	-	1.49	-	-	-
Ap		0.25	0.25	0.51	0.09	0.09	0.09	0.19	0.53	0.35	0.58
TOTAL		96.40	96.40	98.41	95.99	97.93	96.49	87.04	98.13	95.26	97.75

各図に基づく、本地区の主要岩類の岩石化学特性は以下のとおりである。

- ①先ペリミアン花崗岩質岩（試料番号：II31B, MM39）
 - ・化学組成上、トータル岩の領域にある（図10）。
 - ・花崗岩の分類上、I-タイプに属している（図11・12）。
- ②ペリミアン火山岩類（試料番号：II24, LL33, NC29, NL31, NZ41, WX4-1）
 - ・化学組成上、玄武岩～玄武岩質安山岩の領域にある（WX4-1を除く、図9）。
 - ・ K_2O 値が低い（図9）。
 - ・玄武岩～玄武岩質安山岩は未分化マグマ領域のものがほとんどで、ソレイト系に分化していくのか、カルクアルカリ系に分化していくのか、はっきりしないが、カルクアルカリ系の火山岩類に分化していきそうな傾向にある（図13）。
- ③花崗閃緑岩（試料番号：BB32B, WW29B）
 - ・化学組成上、トータル岩の領域にある（図10）。
 - ・花崗岩の分類上、I-タイプに属している（図11・12）。

(3) Rb-Sr 全岩年代

本地区西部に分布する3岩体について、Rb-Sr全岩法による年代測定を行った。Rb-Sr年代測定に使用した岩石は各岩体から3個ずつ、合計9個である。

Rb-Sr全岩年代測定は、アメリカのTELEDYNE ISOTOPES社で行われた。測定された $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比は $^{86}Sr/^{88}Sr=0.1194$ に基準化し、アイソクロンはYork (1966)法により計算した。得られたデータは良好で作図結果も非常に良好であったが、算出された年代値にはやや大きい誤差が生じている。これは多分アイソクロンがやや緩傾斜であることによる。

これらの試料の岩石名、特徴、得られた年代値などを以下に示す。

試料番号：II31A, II31B, II31C

岩石名：角閃石石英閃緑岩

肉眼記載：中粒，粒状，塊状，色指数65%以上，角閃石多量

採集地：ナマロ地区西隅，シルバ川右岸

岩体：バソリス状岩体

地質年代：2,953±239Ma（始生代）

試料番号：BB32A, BB32B, BB32C

岩石名：角閃石トータル岩

肉眼記載：中粒，等粒状，色指数25%程度，変質緑色斜長石

採集地：ナマロ南西縁，シルバ川右岸

岩体：バソリス状岩体

地質年代：1,701±517Ma（原生代）

試料番号：WW29A, WW29B, WW29C

岩石名：角閃石トータル岩

肉眼記載：中粒，等粒状，塊状，色指数35%程度，短冊角閃石

採集地：ナマロ地区中西部，シルバ川中流左岸

岩体：岩株状小岩体

地質年代：1,868±239Ma（原生代）

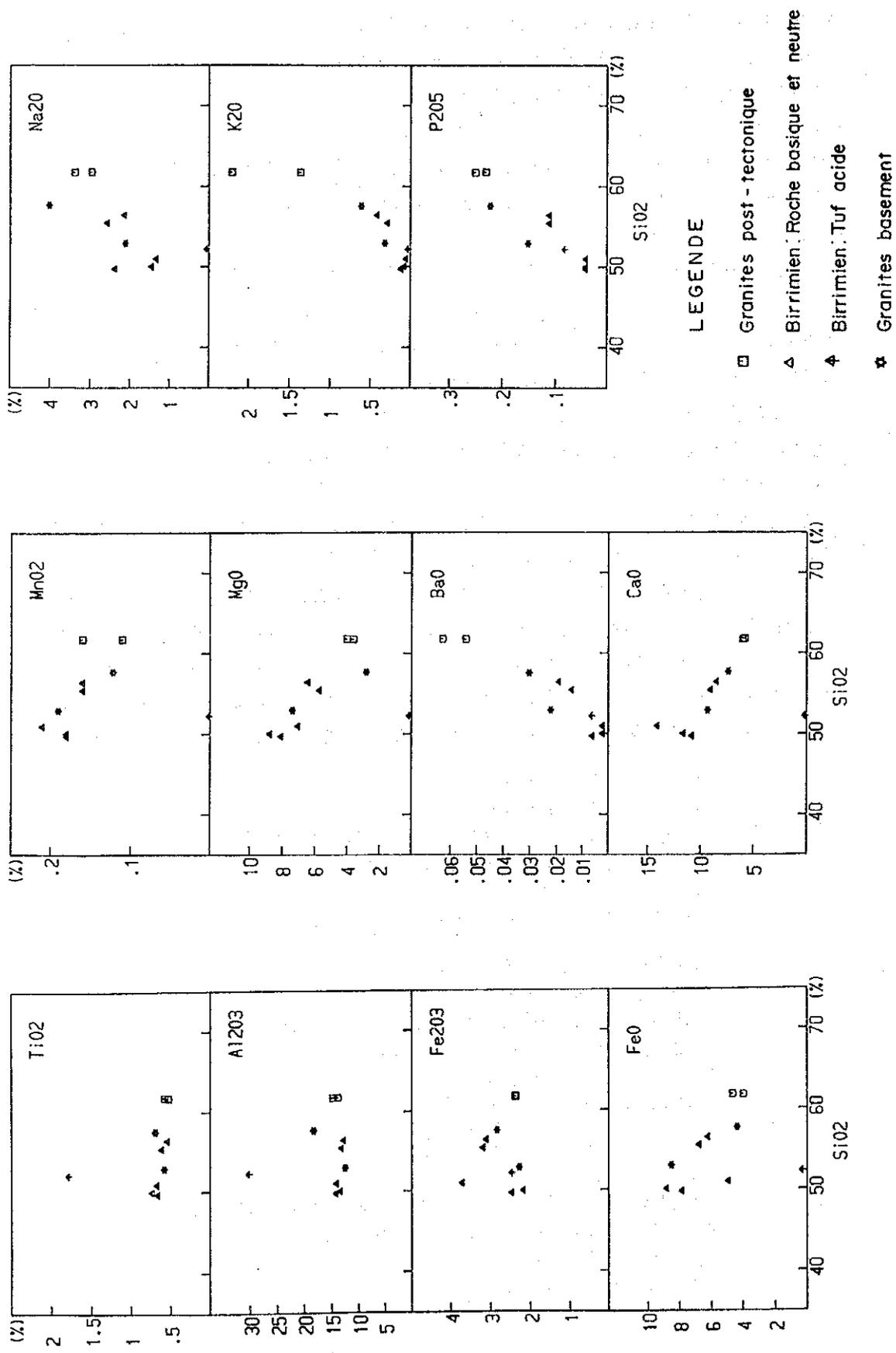


図9 八力

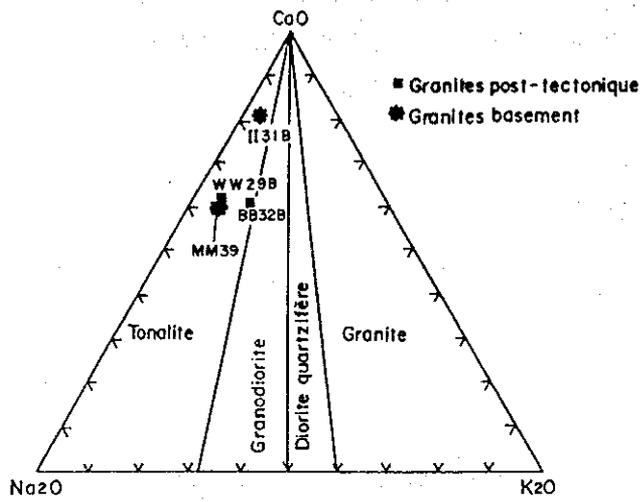


图 10 $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ 图

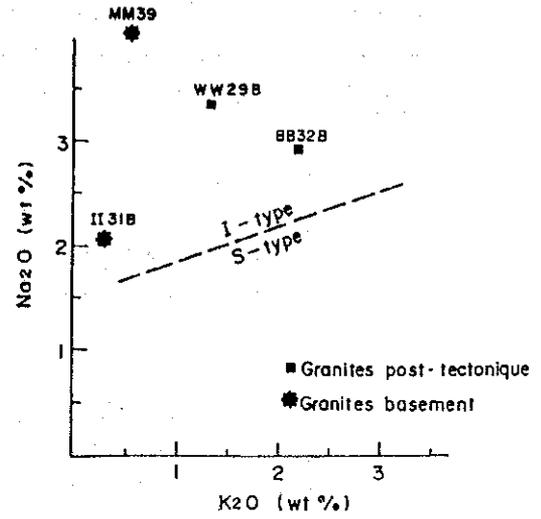


图 11 $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ 图

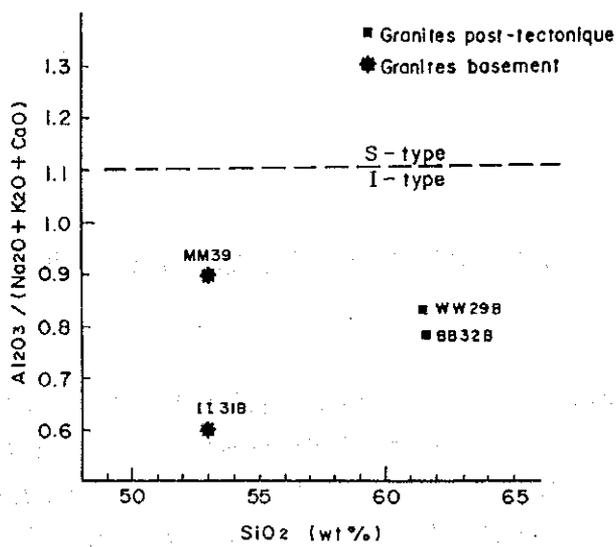


图 12 $\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}) - \text{SiO}_2$ 图

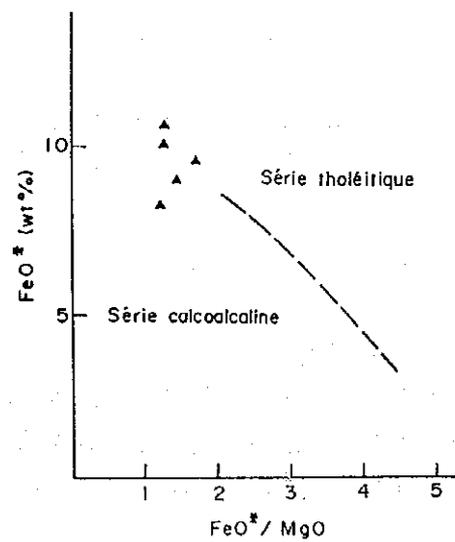


图 13 $\text{FeO}-\text{FeO}/\text{MgO}$ 图

(4) 変成作用

ペリミアン累層群は広域変成作用を受けている。後期の変形作用が本岩類を強度に変化させているため、初期の熱水活動の痕跡を確認することは非常に困難である。

検鏡による変成岩類の鉱物組み合わせは以下のとおりである。

試料番号：NZ41

岩石名：角閃岩（原岩：輝緑岩？）

変成相：角閃岩相？

鉱物組合せ：普通角閃石，斜長石，石英

試料番号：NL31

岩石名：塩基性片岩（原岩：玄武岩）

変成相：緑色片岩相

鉱物組合せ：アクチノ閃石，緑れん石，曹長石（緑泥石？），不透明鉱物

試料番号：NC29

岩石名：変はんれい岩

変成相：緑色片岩相？

鉱物組合せ：アクチノ閃石，曹長石，チタン鉱物，不透明鉱物，ぶどう石（脈）

試料番号：II24

岩石名：変安山岩（溶岩：石英は二次生成）

変成相：緑色片岩相？

鉱物組合せ：アクチノ閃石，緑れん石，緑泥石，斜長石，チタン鉱物，不透明鉱物
ぶどう石？，石英（二次生成）

試料番号：LL33

岩石名：変安山岩

変成相：緑色片岩相？

鉱物組合せ：普通角閃石，斜長石，石英，不透明鉱物

以上の変成鉱物の組み合わせから、ペリミアン累層群の変成度は緑色片岩相～角閃岩相である。

(5) 地質構造

本地区はシルバ緑色岩帯の北東端部にある。本地区の大半が風成層及びラテライトで覆われるため、地質構造の観察を困難にしている。シルバ緑色岩帯の地質構造トレンドは東部ではENE-WSW，中部ではNW-SE，西部ではENE-WSWの方向を示しており、全体として逆S字状の構造を呈している。このような構造は、右ずれの広域的ねじれ現象の結果と考えられ、これが右水平ずれの剪断に基づく変形を誘発していると考えられている。本地区はこの逆S字状構造の北東端部にあたり、片理は南部のNE-SW方向から北部のN-S方向へと変化する。

また、本地区は貫入岩や鉍化帯を規制するデバとナマロを結ぶ構造帯の北東端部を構成し、花崗閃緑岩や塩基性岩が貫入し、同時に形成された裂か系は片理に調和的で、南部で E-W 系～NE-SW 系、北部では NE-SW 系及び N-S 系からなり、石英脈の伸長方向として認められる。ランドサット TM 画像及び空中写真による地質判読結果によれば、本地区のリニアメントには N-S 系・NE-SW 系・E-W 系のものが発達している。このうち、N-S 系が規模及び数において卓越し、既往空中磁気探査及び地質調査による断層線に一致している。また、E-W 系のリニアメントは、中生代のドレライト岩脈の貫入方向と一致する。

2.1.2 鉍床

鉍化帯はシルバ緑色岩体の大構造に規制された弱線帯に花崗閃緑岩の貫入後に形成されたものと考えられ、石英脈は、花崗閃緑岩帯中では縁辺部の剪断帯、ビリミアン累層群中では片理構造沿いに形成されている。

鉍徴地としては 9 か所の採掘跡と 7 か所の新規石英脈を確認した。このうちで AA29, MM28, XX27 が採掘及び鉍脈の規模で卓越しており、UU27, XX23-XX27 がこれに次ぐ規模を示す。鉍石分析の結果、AA29 で 11.5g/t, UU27 で 2.64g/t, XX23-YY23 で 1.27g/t の脈別最高 Au 品位が得られ、母岩分析では MM28 で Au 0.48g/t が得られた (表 8, 図 14)。

AA29, MM28, VV26 石英脈の流体包有物均質化温度測定では、一次石英包有物が 157～171℃, 二次石英包有物が 158～161℃ を示す (なお、上記温度は圧力補正を考慮すれば、若干のアップが予想される)。R.W.Boyle (1979) によれば、緑色岩帯での含金石英脈の流体包有物均質化温度は、深度により 150～630℃ の範囲で変化するとされており、今回の値はこの低い方にあたる。

また、脈際母岩の X 線回折試験の結果では、原岩鉍物組成と強度の風化作用を反映した鉍物種が認められる。すなわち、花崗閃緑岩では石英・絹雲母・カオリン・針鉄鉍が検出され、安山岩ではこれに緑泥石、砂質泥岩ではモンモリロン石及びギブサイトが加わっている。MM28 の安山岩に石英がやや多いことは、露頭に弱珪化が認められる事実と調和する。

2.1.3 地化学探査

(1) 試料の採取及び分析方法

試料採取間隔は原則として 500m×500m グリッドとし、河川中の採取不可能な地点に代えて、本地区西部の鉍徴地周辺の一部で密度を上げて 250m とした。各採取地点は GPS で位置確認を行った。地化学探査土壌試料は原則として地表下 30～40cm (B 層) から採取し、現地で 80メッシュ以下に篩分け、100グラムを分析に供し同量を再分析試料として ONAREM 分析室に保管した。

1,707 試料に対し、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Se の 8 成分を、カナダの Chemex 社で分析した。各成分の検出限界及び分析方法は表 9 に示すとおりである。

表 8 (1) ナマロ地区の鉱徴の概要

名称	AA29	CC33	DD34	JJ28
位置	N13° 39' 58", E1° 32' 30"	N13° 41' 06", E1° 32' 04"	N13° 41' 06", E1° 32' 03"	N13° 41' 35", E1° 34' 24"
規模	南北50m、東西20mの範囲に採掘跡多数	南北7m、東西2m	7m×2m	南北20m、東西20m
母岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩
鉱化作用				石英脈無し
石英脈の形状				N70° Wの平行ビット(2ヶ所)
走向・傾斜	N3° W~17° E, 70~90° W	NS, 90°	N30° W, 90°	
脈幅	0.1~2.5m	10cm	10cm	
走向方向延長	50m+	5m+	5m+	ビット延長10m+
傾斜方向延長	7m+	1m+	1m+	
鉱石鉱物	黄鉄鉱、自然金、(黄銅鉱)	黄鉄鉱、自然金?	黄鉄鉱、自然金?	自然金(砂金)?
脈石鉱物	石英	石英	石英	
変質作用	強風化により不明	強風化により不明	強風化により不明	強風化により不明
規模	弱破碎			
上下盤の特徴				
珪化				
流体包有物温度	1次石英159.3°C			
分析値	Au= 0.21~11.5 Ag= 1.7~3.9	Au= - Ag= -	Au= - Ag= -	Au= - Ag= -
鉱石 (g/t)	0.17~0.21	-	-	-
母岩 (g/t)	<1.0 ppb	24 ppb	<1 ppb	2 ppb
土壌 (ppb, ppm)	<0.2 ppm	<0.2 ppm	<0.2 ppm	<0.2 ppm
関連火成岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩
構造的な位置付け	Déba~Namaroを結ぶリフト鉱化帯中軸部。後造山時進入大花崗閃緑岩体縁部の剪断帯	Déba~Namaroを結ぶリフト鉱化帯中軸部。後造山時進入大花崗閃緑岩体縁部の剪断帯	Déba~Namaroを結ぶリフト鉱化帯中軸部。後造山時進入大花崗閃緑岩体縁部の剪断帯	Déba~Namaroを結ぶリフト鉱化帯中軸部。後造山時進入大花崗閃緑岩体縁部

表 8(2) ナマロ地区の鉱徴の概要

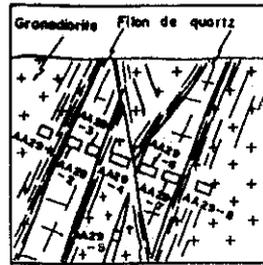
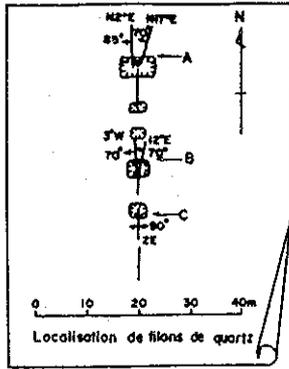
名称	MM28	UU27	VV26	WW29
位置	N13° 42' 22", E1° 34' 46"	N13° 43' 35", E1° 36' 40"	N13° 43' 37", E1° 37' 00"	N13° 44' 21", E1° 36' 39"
規模	川を挟んで南北100m、東西50mに採掘跡多数	南北50m、東西7mに採掘跡及び石英転石	4m×4m×深さ7m+のピットと南北に50m続く石英転石	南北15m、東西1m
母岩	変質緑岩	変安山岩	変安山岩	変安山岩、花崗閃緑岩
鉱化作用				
石英脈の形状				
走向・傾斜	N53°~73° W, 70°~90° W(2脈)	N17°~45° E, 70°~75° NW (片理に平行)	N15° W, 90° (片理に平行)	N3° E, 90°
脈幅	3~90cm	0.6~1.2m	0.5~1.0m	2~5cm
走向方向延長	60m+	50m+	50m+	10m+
傾斜方向延長	3m+	5m+	15m+	2m+
鉱石鉱物	黄鉄鉱(褐鉄鉱化)、自然金?	黄鉄鉱、自然金?、褐鉄鉱	黄鉄鉱、自然金?、(黄銅鉱)	黄鉄鉱、自然金?
脈石鉱物	石英	石英	石英	石英
変質作用				
規模				
上下盤の特徴				
珪化	脈際弱珪化	脈際弱珪化	脈際弱珪化	脈際数10cm珪化
流体包有物温度	1次石英170.7°C 2次161.2°C	1次石英170.9°C 2次157.8°C	1次石英170.9°C 2次157.8°C	
分析値	Au= <0.03~0.07 Ag= <1.7	Au= 0.79~2.64 Ag= <1.7	Au= 0.45 Ag= <1.7	Au= — Ag= —
鉱石 (g/t)	0.24~0.48	—	—	—
母岩 (g/t)	<1.0~27.0ppb	<0.2 ppb	<0.2 ppb	<0.2 ppb
土壤 (ppb, ppm)	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩
関連火成岩	Déba~Namaroを結ぶリフト鉱	Déba~Namaroを結ぶリフト鉱	Déba~Namaroを結ぶリフト鉱	Déba~Namaroを結ぶリフト鉱
構造的な位置付け	化帯中軸部。後造山時花崗閃緑岩岩株進入帯	化帯中軸部。後造山時花崗閃緑岩岩株進入帯	化帯中軸部。後造山時花崗閃緑岩岩株進入帯	化帯中軸部。後造山時花崗閃緑岩岩株進入帯

表 8(3) ナマロ地区の鉱徴の概要

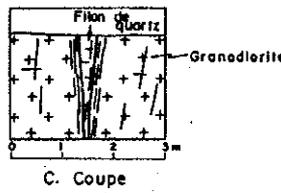
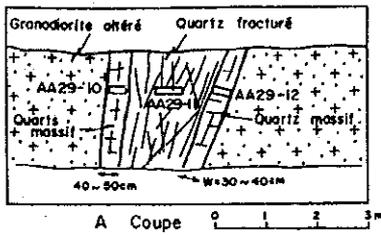
名称	XX23-YY23	XX26	XX27	XX27-28
位置	N13° 43' 27" , E1° 37' 55"	N13° 44' 00" , E1° 37' 14"	N13° 44' 12" , E1° 37' 13"	N13° 44' 13" , E1° 37' 09"
規模	15m x 40m のビット	1m x 10m	80m x 150m	1m x 15m 2箇所
母岩	変安山岩	変安山岩	変安山岩、花崗閃緑岩	花崗閃緑岩
鉱化作用				
石英脈の形状				
走向・傾斜	N30° E, 65~70° W	N20° W, 85° SW (2脈)	N10~60° E, 40~80° SE (8脈) EW, 60° S (1脈)	N26~30° E, 70~80° SE (2脈)
脈幅	0.5~1.2m	15~50cm	14~100cm	20~50cm
走向方向延長	20m+	1~6m+	1~100m+ (100m+は1脈)	10m+
傾斜方向延長	4m+	0.5m+	0.5~2m+	2~4m+
鉱石鉱物	黄鉄鉱、自然金?	黄鉄鉱(褐鉄鉱化)、自然金?	黄鉄鉱(褐鉄鉱化)、自然金?	黄鉄鉱、自然金?、(黄銅鉱)
脈石鉱物	石英	石英	石英	石英
変質作用	強風化により不明	強風化により不明	強風化により不明	強風化により不明
規模				
上下盤の特徴				
珪化				
流体包有物温度				
分析値				
鉱石 (g/t)	Au= 1.27	Au= 0.07~0.68	Au= <0.03~0.17	Au= <0.03
母岩 (g/t)	Ag= <1.7	Ag= <1.7	Ag= <1.7~7.1(17)	Ag= <1.7
土壌 (ppb, ppm)	<1.0~14.0ppb	<1.0ppb	<2.0ppb	2.0ppb
関連火成岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩
構造的な位置付け	Deba~Namaroを結ぶリフト鉱 化帯中軸部。後造山時花崗閃 緑岩岩株進入帯	Deba~Namaroを結ぶリフト鉱 化帯中軸部。後造山時花崗閃 緑岩岩株進入帯	Deba~Namaroを結ぶリフト鉱 化帯中軸部。後造山時花崗閃 緑岩岩株進入帯	Deba~Namaroを結ぶリフト鉱 化帯中軸部。後造山時花崗閃 緑岩岩株進入帯

表 8(4) ナマロ地区の鉱徴の概要

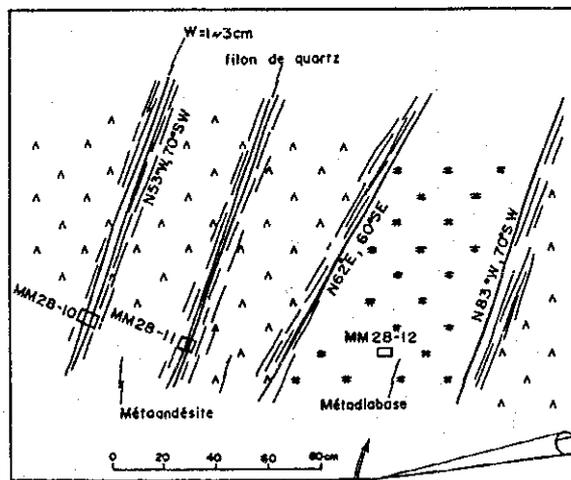
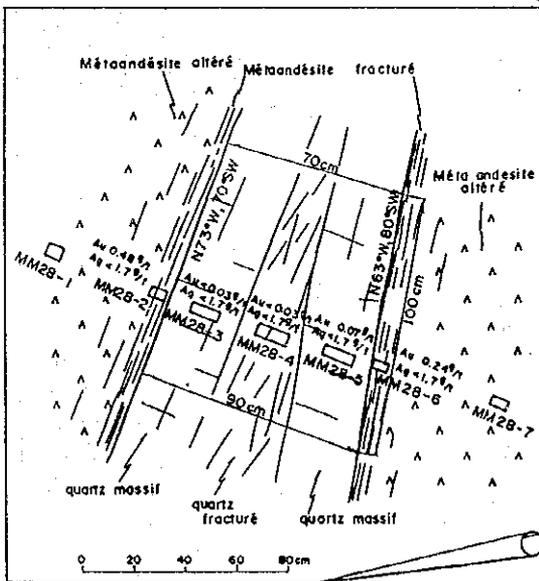
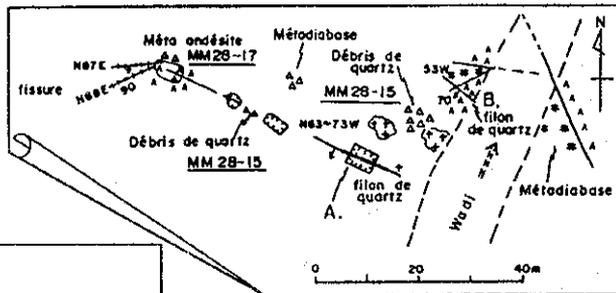
名称	NA13	NA31	NB11	NT24
位置	N13° 42' 13" , E1° 40' 39"	N13° 45' 31" , E1° 36' 59"	N13° 42' 03" , E1° 41' 15"	N13° 47' 13" , E1° 42' 11"
規模	2m x 15m 露頭	5m x 20m ビット	2m x 50m 露頭	
母岩	片状細粒砂岩	変安山岩 (片理有り)	片状細粒砂岩	片状細粒砂岩
鉱化作用				
石英脈の形状				
走向・傾斜	N28°~30° E, 70°~80° SE(2脈)	N0°~15° E, 55°~60° E (片理に平行)	N19°~30° E, 55°~70° SE (片理に平行)	N13° W, 85° SW
脈幅	10°~20cm	0.2°~2m	3°~20cm	0.3°~0.5m
走向方向延長	10m+	20m+	1°~3m+	2m+
傾斜方向延長	5m+	10m+	0.5m+	1m+
鉱石鉱物	黄鉄鉱? 石英	黄鉄鉱? 石英	黄鉄鉱? 石英	黄鉄鉱、自然金? 石英 (分泌石英脈様)
脈石鉱物				
変質作用	強風化により不明	強風化により不明		
規模				
上下盤の特徴			脈の周囲50cm 破碎風化粘土化	
珪化				
流体包有物温度				
分析値	Au=	Au=	Au=	Au=
銀石 (g/t)	-	<0.03	0.03	-
母岩 (g/t)	-	<0.03~0.03	<0.03	-
土壌 (ppb, ppm)	1.0 ppb	3.0 ppb	6.0 ppb	2 ppb
関連火成岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩	不明
構造的な位置付け	Déba~Namaro を結ぶリフト鉱 化帯南東縁部に位置。NNE- SSW 方向の構造規制有り。	Déba~Namaro を結ぶリフト鉱 化帯中軸部。後造山時花崗閃 緑岩岩株進入帯	Déba~Namaro を結ぶリフト鉱 化帯南東縁部に位置。NNE- SSW 方向の構造規制有り。	Déba~Namaro を結ぶリフト鉱 化帯中軸部に位置。N-S系断 層及び片理発達帯



AA 29-1	Au 0.17 ^g /t, Ag < 1.7 ^g /t
AA 29-3	Au 0.21 ^g /t, Ag < 1.7 ^g /t
AA 29-5	Au 11.50 ^g /t, Ag 3.9 ^g /t
AA 29-7	Au 1.51 ^g /t, Ag 3.7 ^g /t
AA 29-8	Au 0.21 ^g /t, Ag < 1.7 ^g /t



AA29



MM28



Texture

図 14 (1) ナマロ地区鉱微地スケッチ図

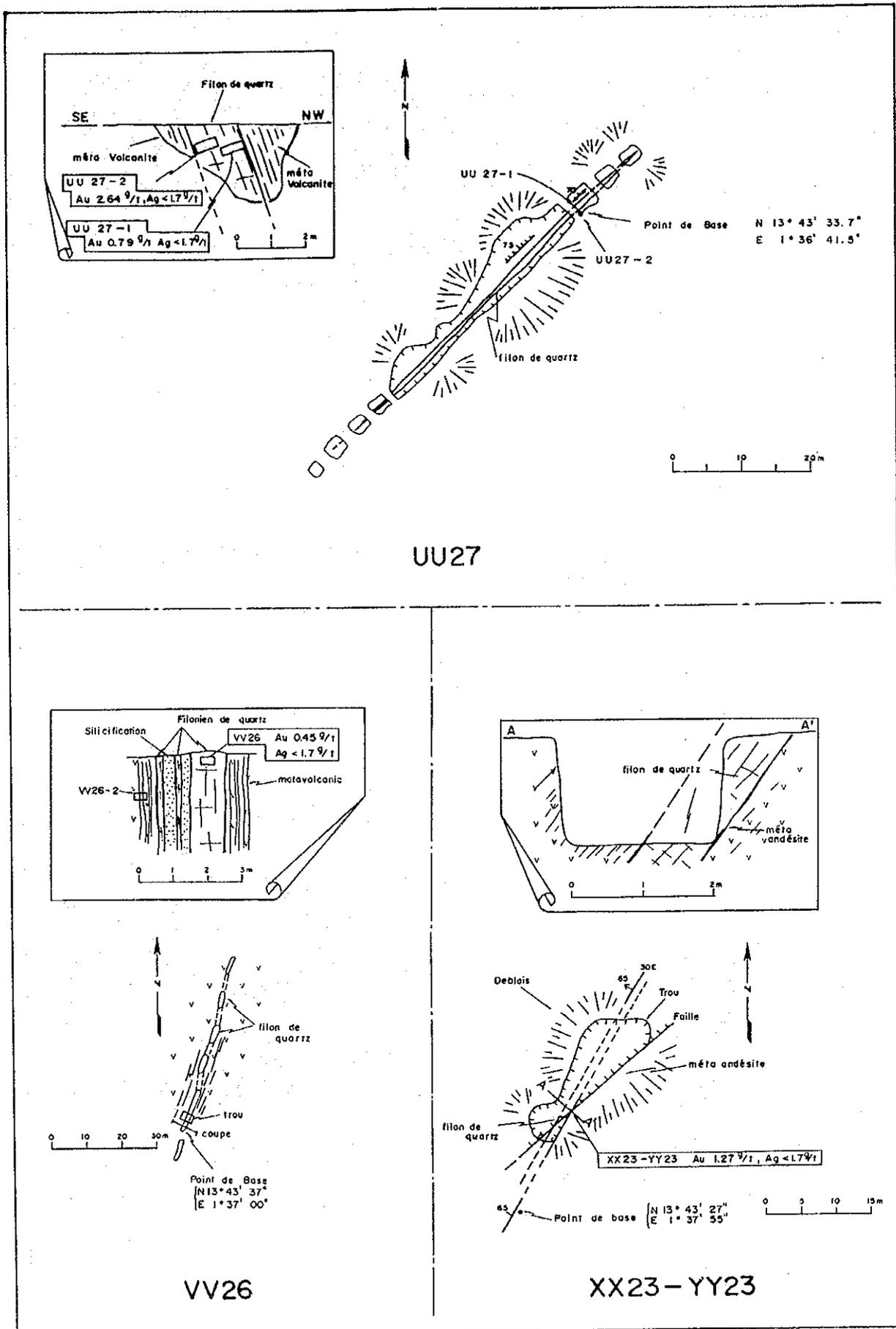
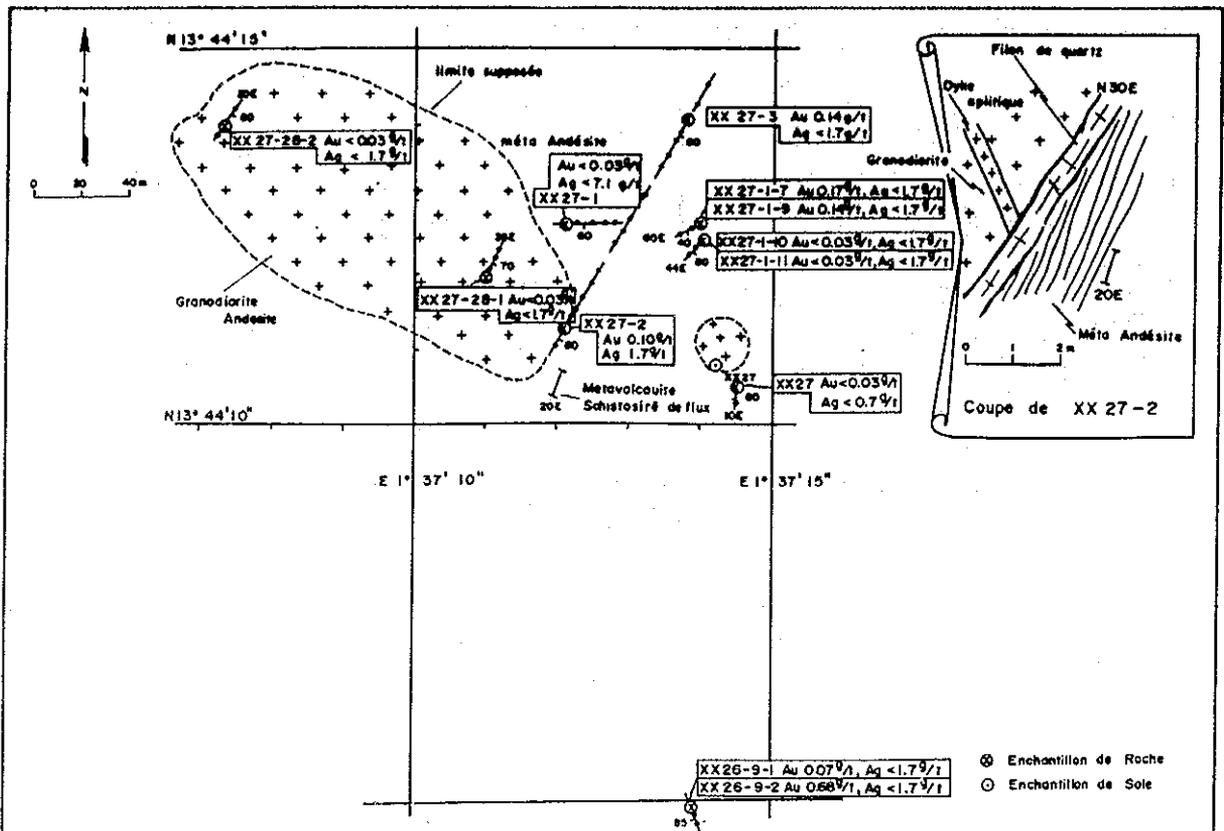
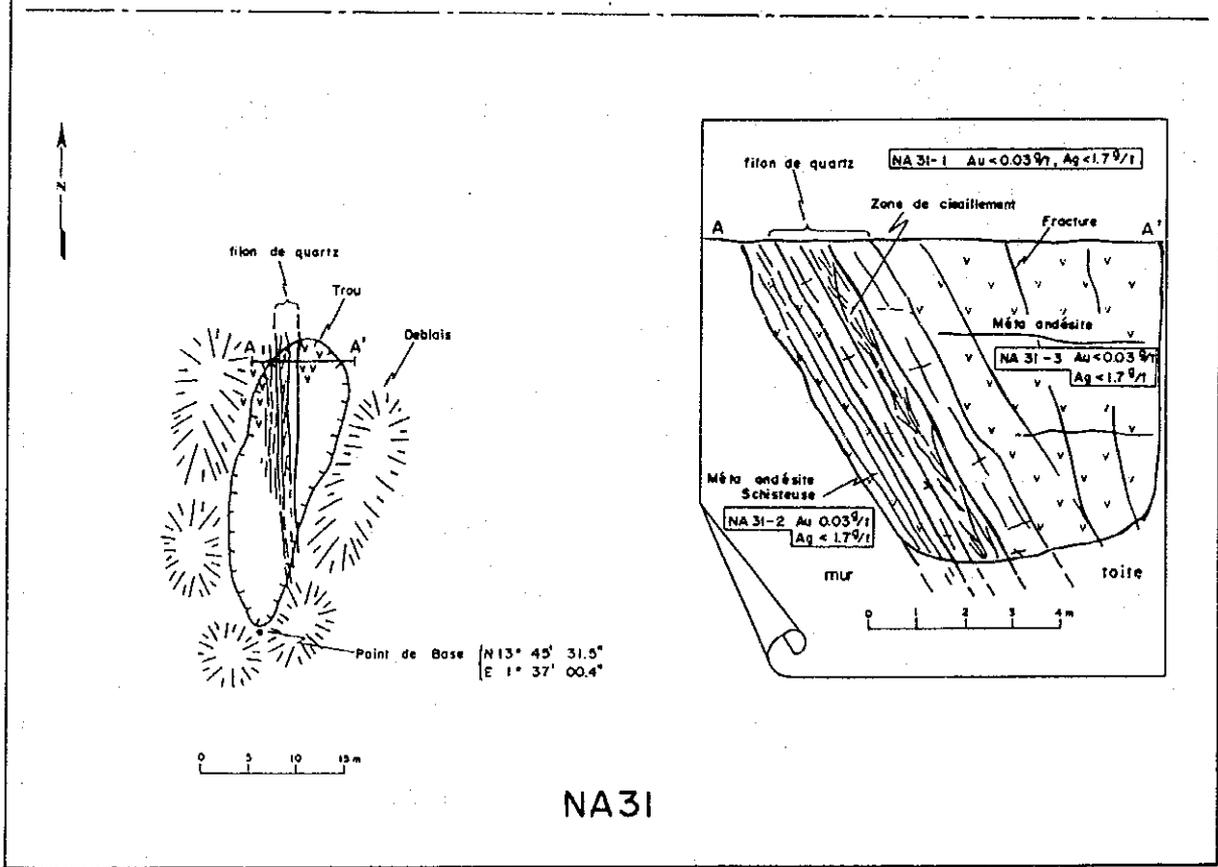


図 14(2) ナマロ地区鉱微地スケッチ図



XX26 ~ XX28



NA31

図 14(3) ナマロ地区鉱地スケッチ図

表 9 地化学探査土壌試料分析方法

	単位	処 理 法	分 析 法	検出限界	
				最低	最高
Au	ppb	Fuse 30g sample	FA-NAA	1.0	10,000
Ag	ppm	HNO ₃ -Aqua regia digest	AAS-BKGD CORR	0.2	100
As	ppm	HNO ₃ -Aqua regia digest	AAS-HYDRIDE/EDL	1.0	10,000
Cu	ppm	HNO ₃ -Aqua regia digest	AAS	1.0	10,000
Se	ppm	HCl-KClO ₃ digest, extrac	AAS-BKGD CORR	0.2	100
Pb	ppm	HNO ₃ -Aqua regia digest	AAS-BKGD CORR	1.0	10,000
Sb	ppm	HCl-KClO ₃ digest, extrac	AAS-BKGD CORR	0.2	1,000
Zn	ppm	HNO ₃ -Aqua regia digest	AAS	1.0	10,000

(2) 地化学探査結果

地化学探査試料の分析結果を用いて単一変量解析を行った。なお、検出限界以下の値を示すものについては、検出限界の1/2の値に置き換えて計算した。Ag, Seは90%以上が検出限界以下の値を示しており、これら2成分については統計計算から除外した。

(a) 各元素間の相関

各指示元素間に正の相関が認められる。相関係数の高いものは、Cu-Znで0.773を示すが、そのほかは0.4以下と低い。Auとの相関ではAu-Cu0.320, Au-Sb0.285, Au-Zn0.274といずれも低く、Auと相関のよい元素はない(表10)。

表10 各元素間の相関係数(ナマロ地区)

	Au	As	Cu	Pb	Sb	Zn
Au	—					
As	0.225	—				
Cu	0.320	0.096	—			
Pb	0.081	0.022	0.083	—		
Sb	0.285	0.219	0.134	0.158	—	
Zn	0.274	0.086	0.773	0.141	0.074	—

試料数1,707

(b) 地化学異常の設定

検出限界以下の値が90%以上を占めるAg, Seを除く6元素について、ヒストグラム及び累積頻度分布図を作成した。地化学異常の設定に当たっては複合母集団(地化学異常+バックグラウンド)を累積頻度分布に基づいて分割し、大津ほか(1984)の曲線照合法によりしきい値を決定した(表11)。

(c) 地化学異常

設定されたしきい値及び及び標準統計量に基づいて、各元素の濃度区分を行い、解析図を作成した(図15-1~6)。

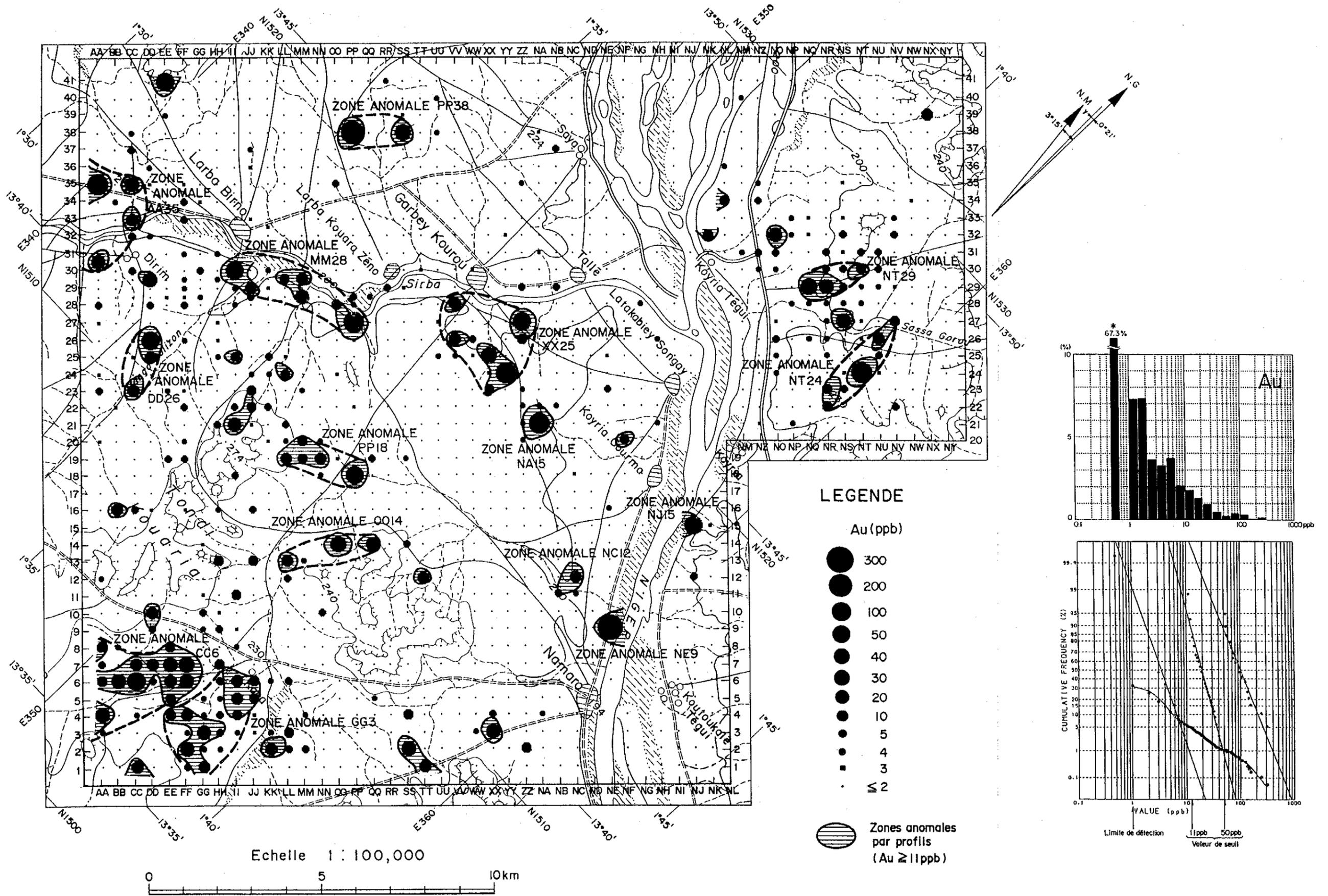


図 15-1 Au 地化学異常分布図 (ナマロ地区)

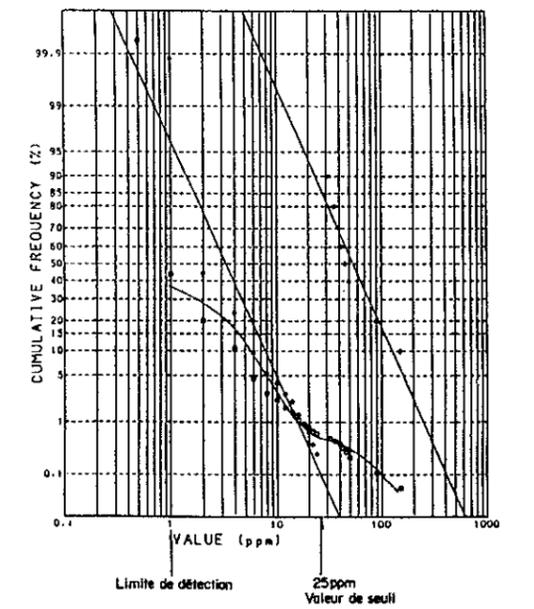
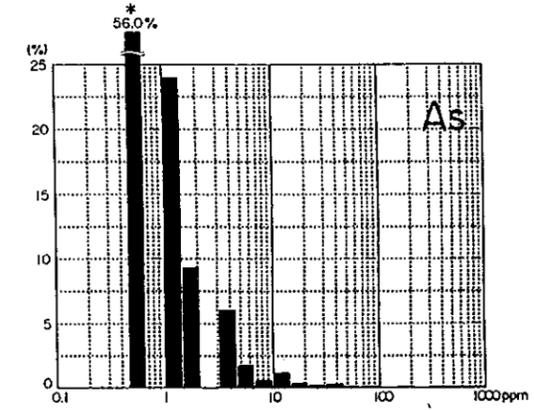
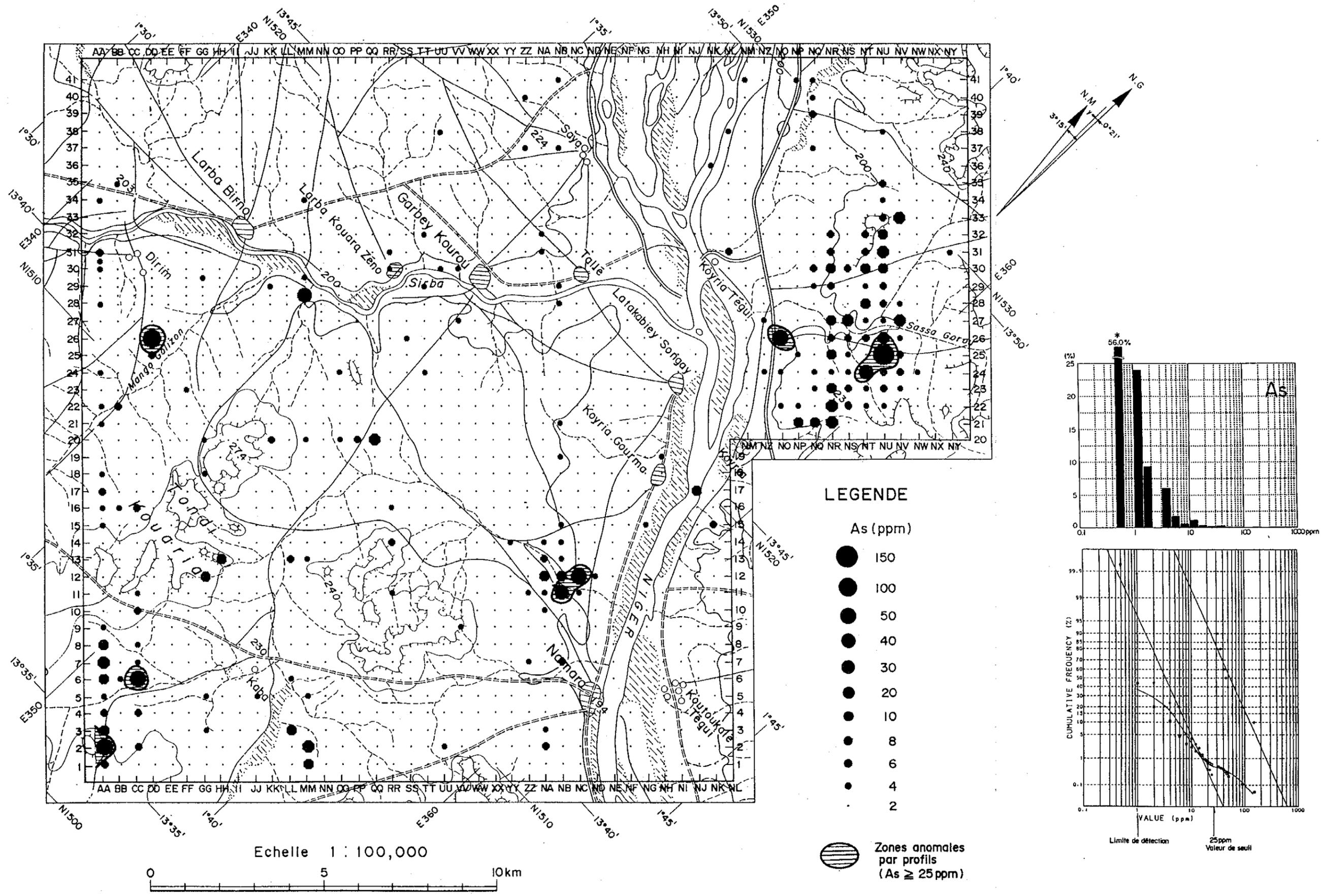
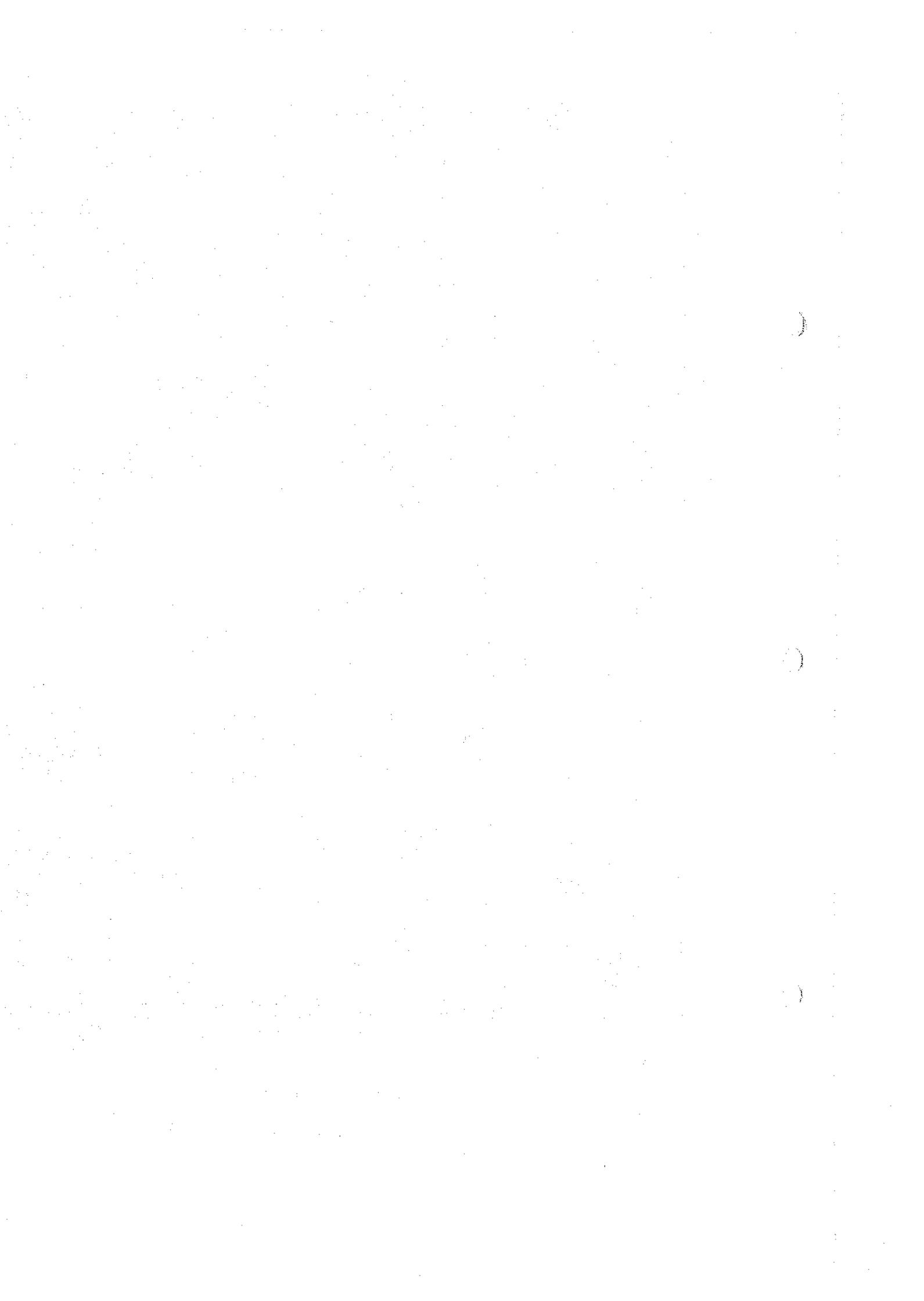


図 15-2 As 地化学異常分布図 (ナマロ地区)



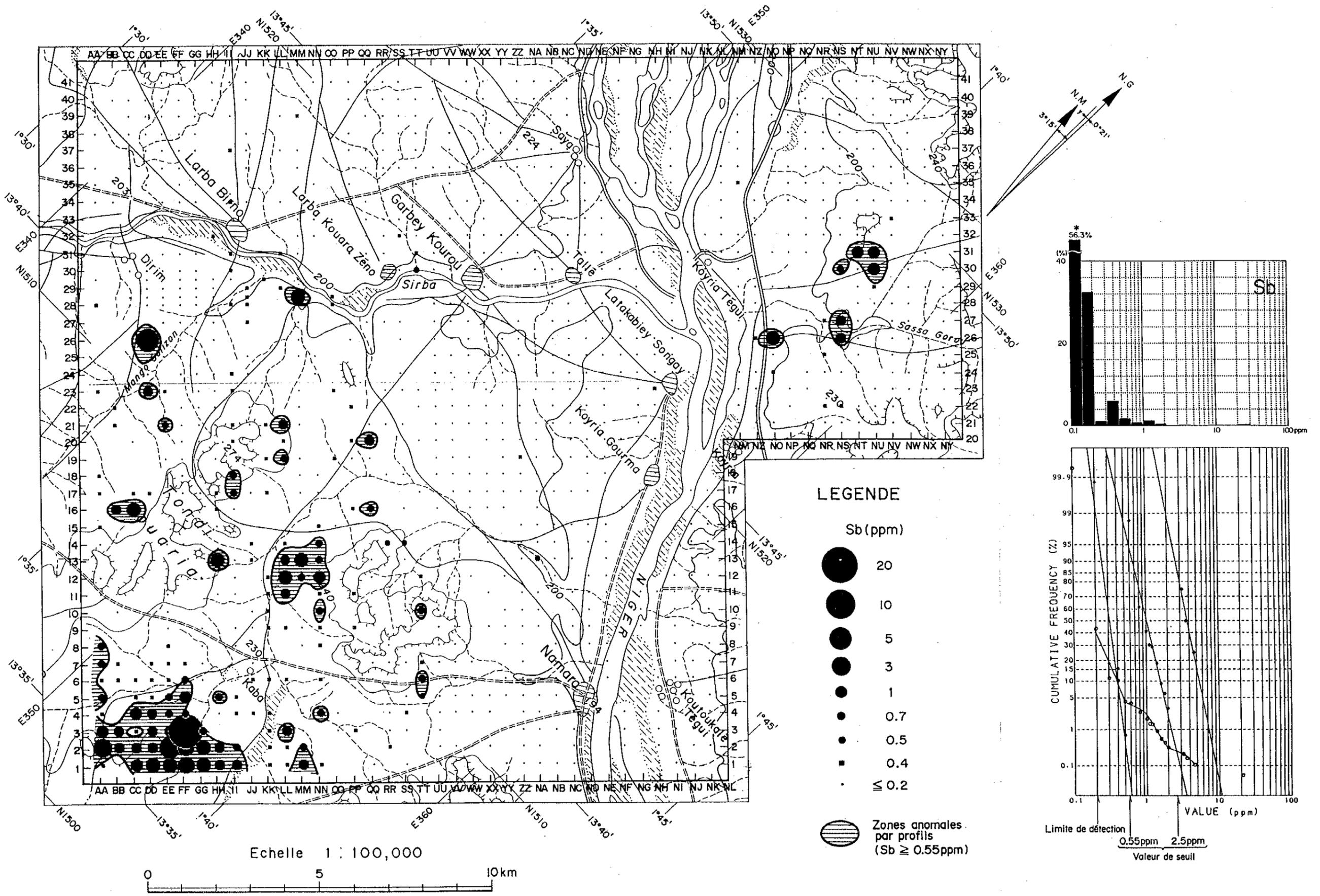
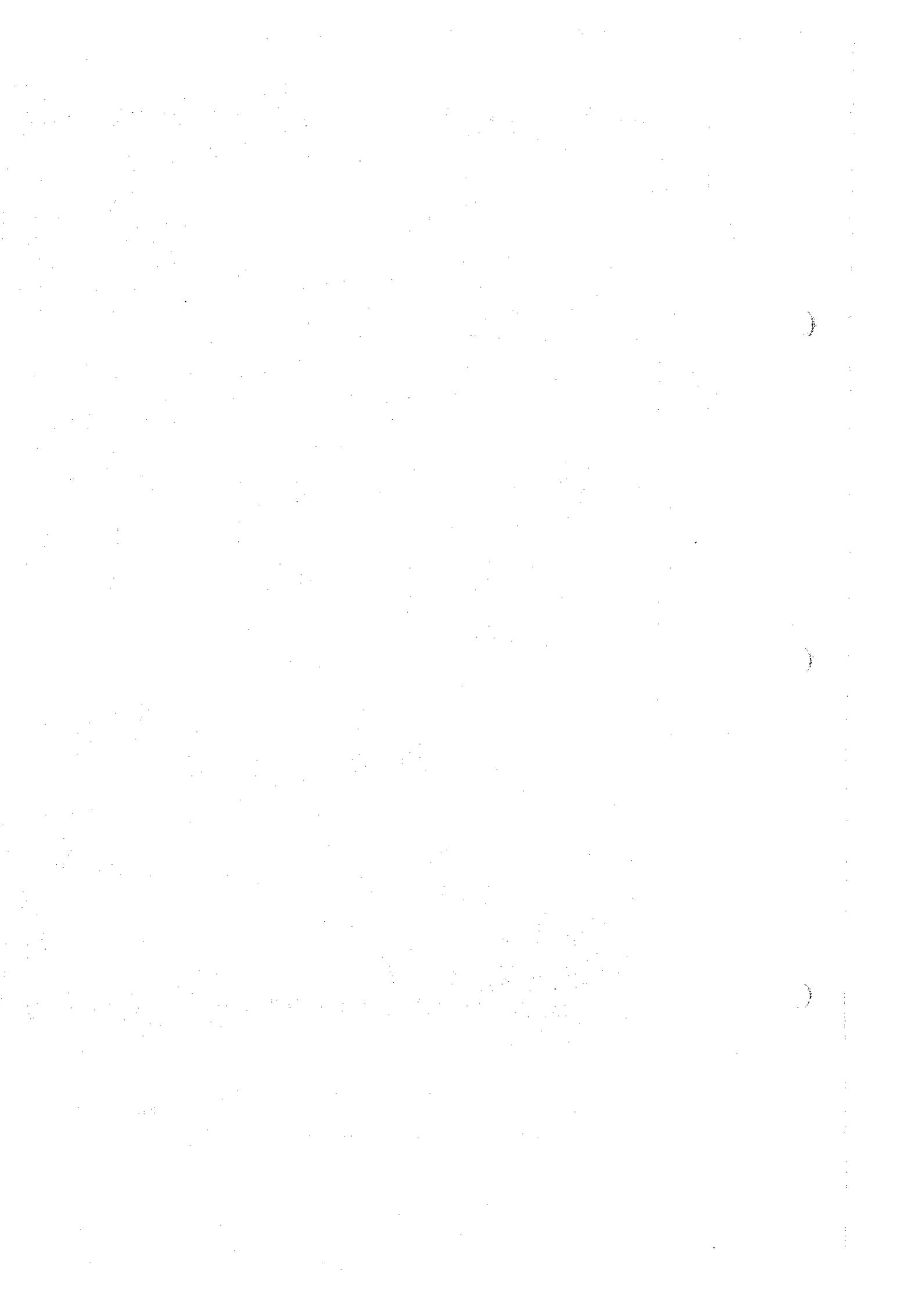


図 15-3 Sb 地化学異常分布図 (ナマロ地区)



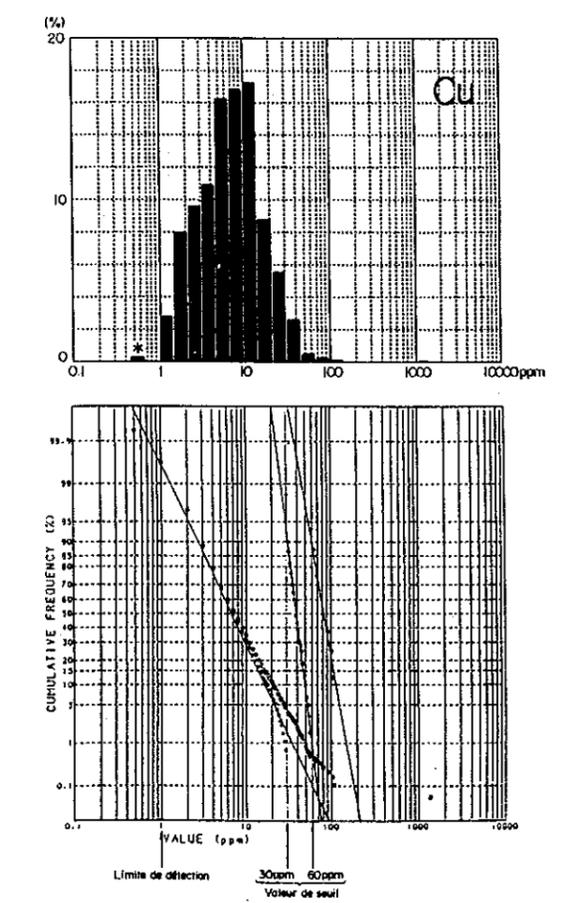
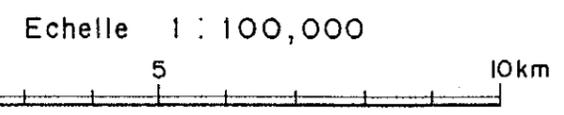
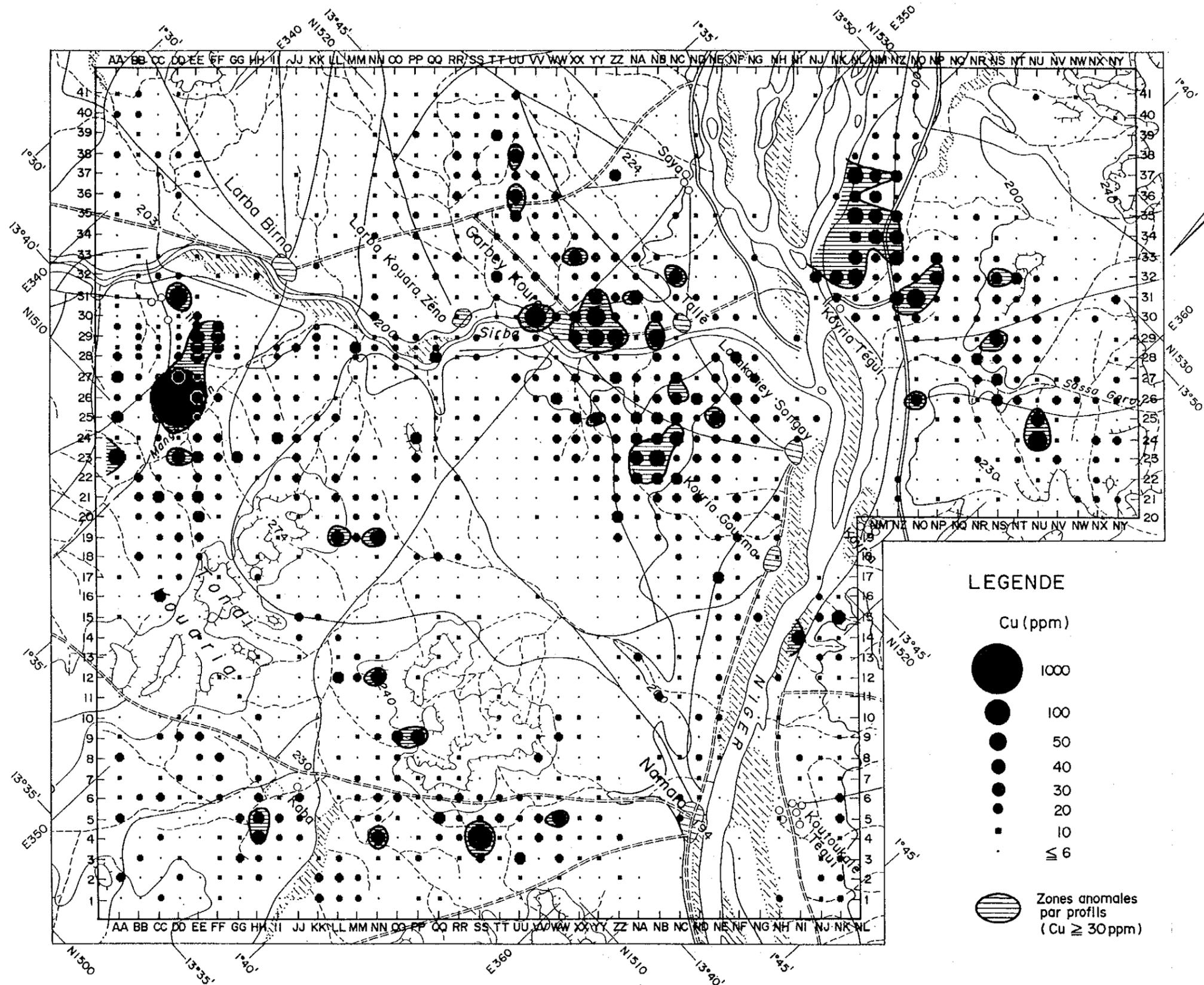
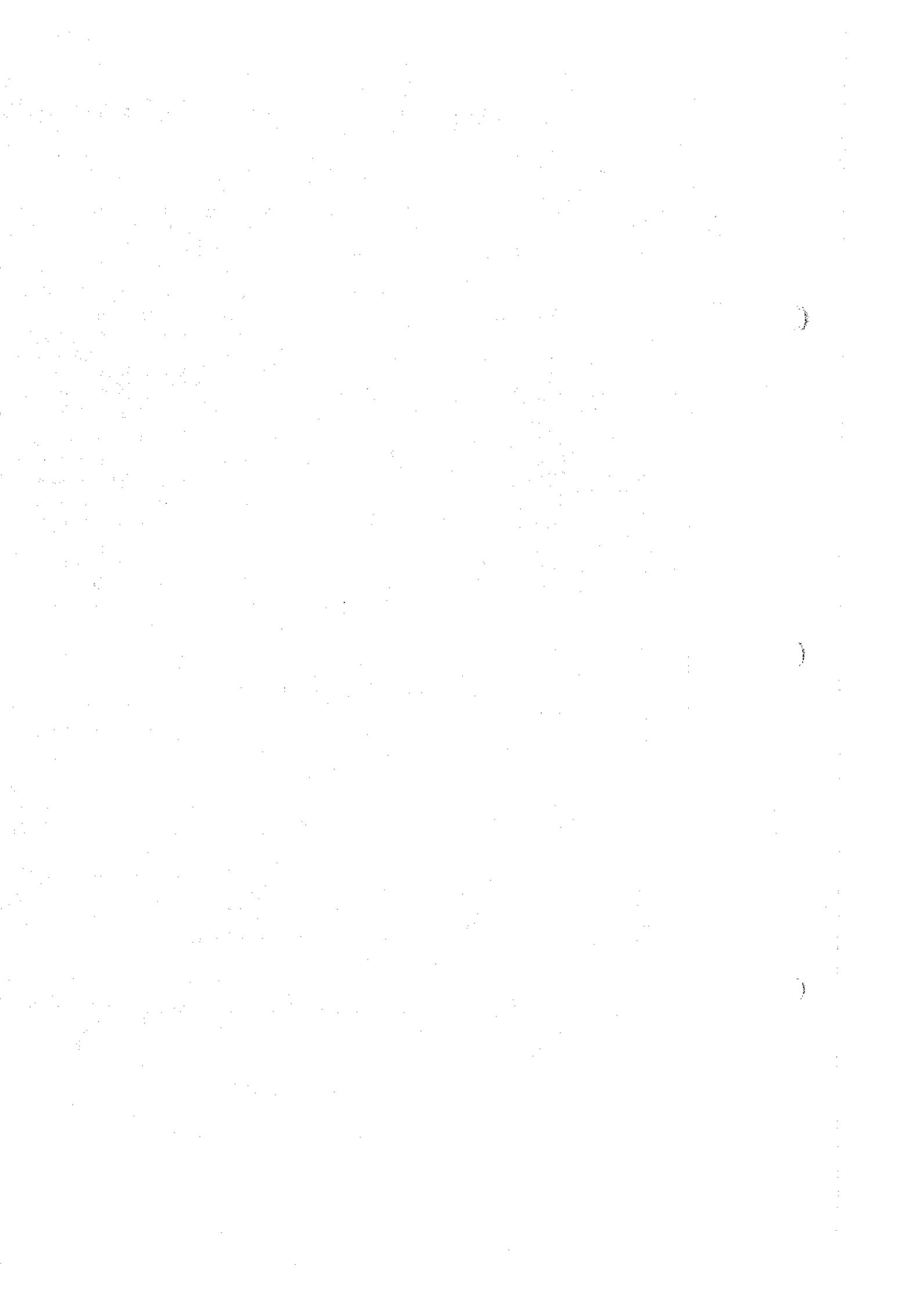


图 15-4 Cu 地化学異常分布図 (ナマロ地区)



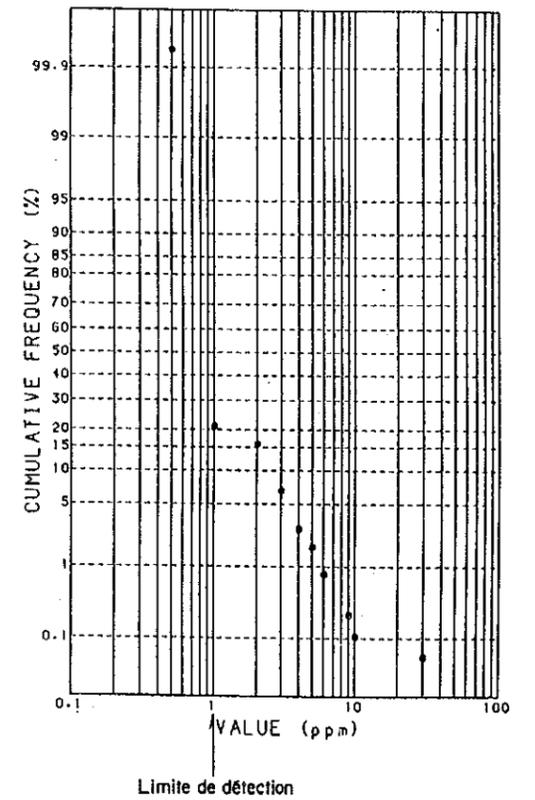
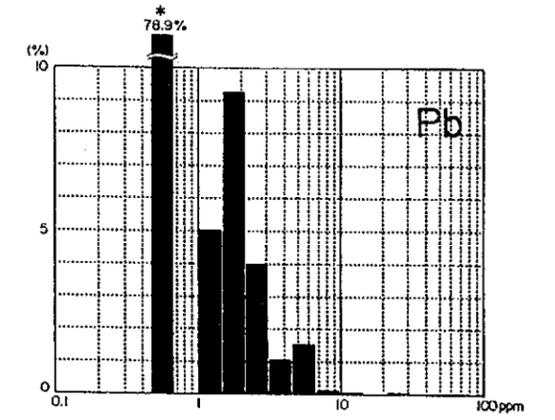
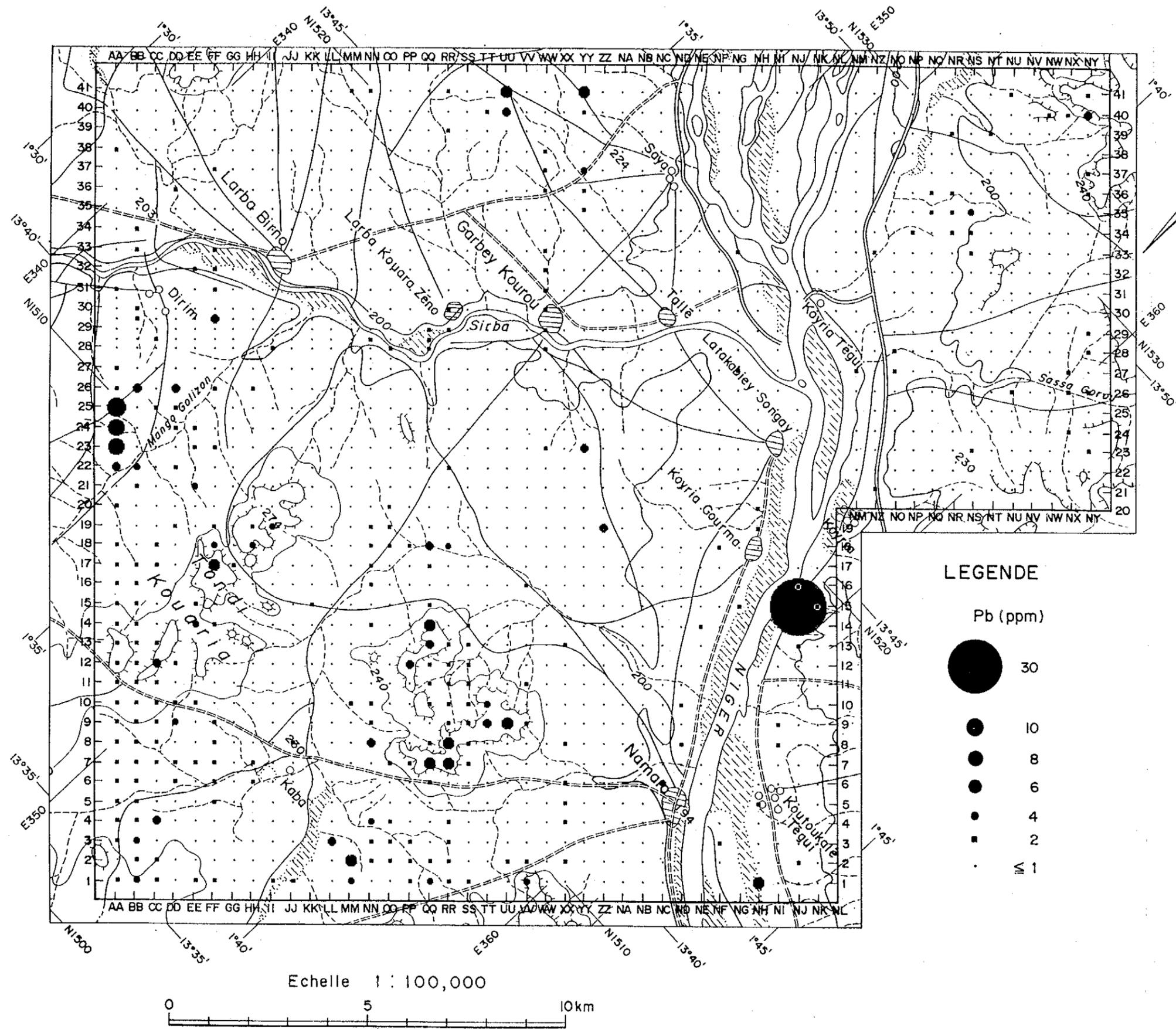
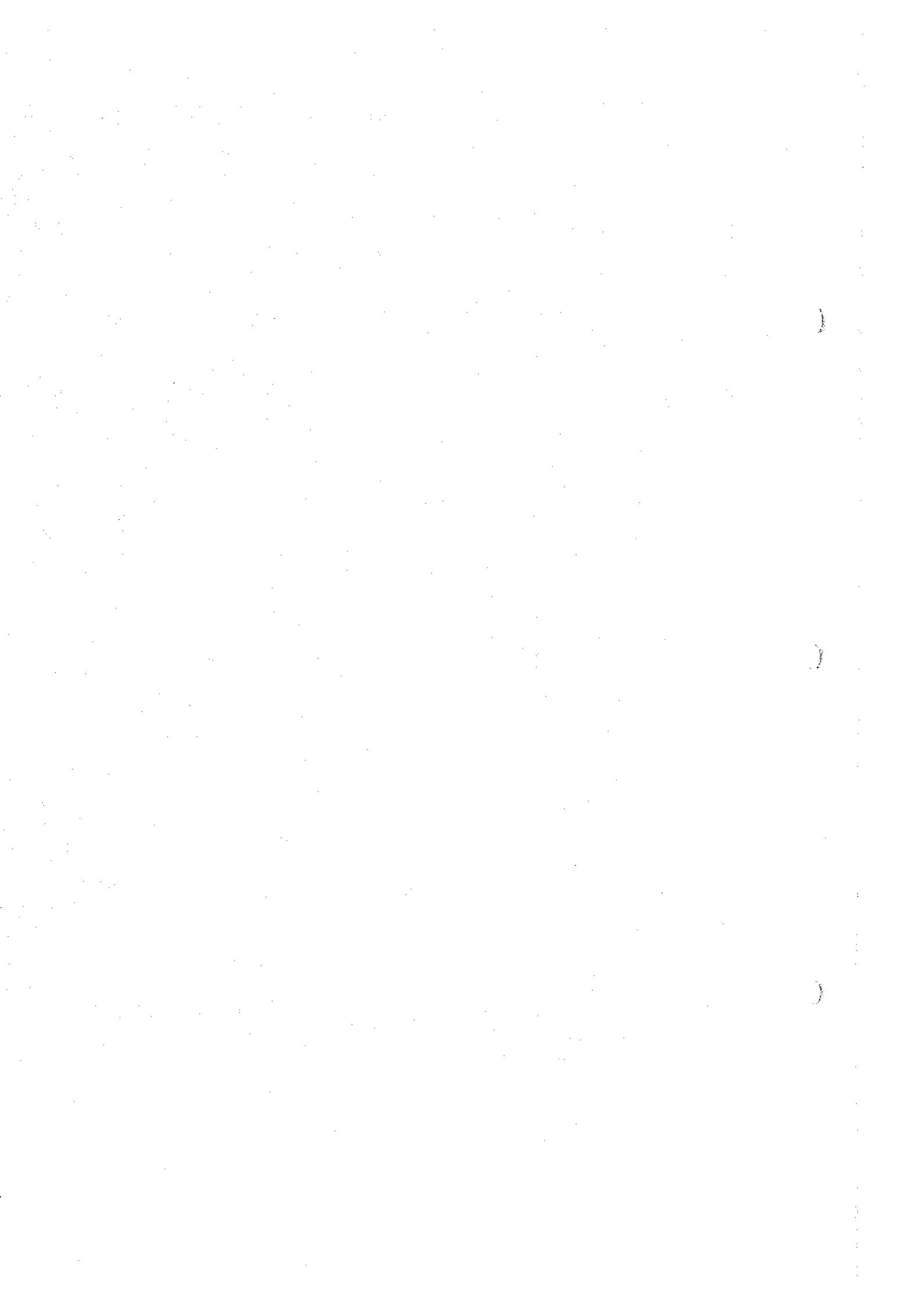


图 15-5 Pb 地化学異常分布図 (ナマロ地区)



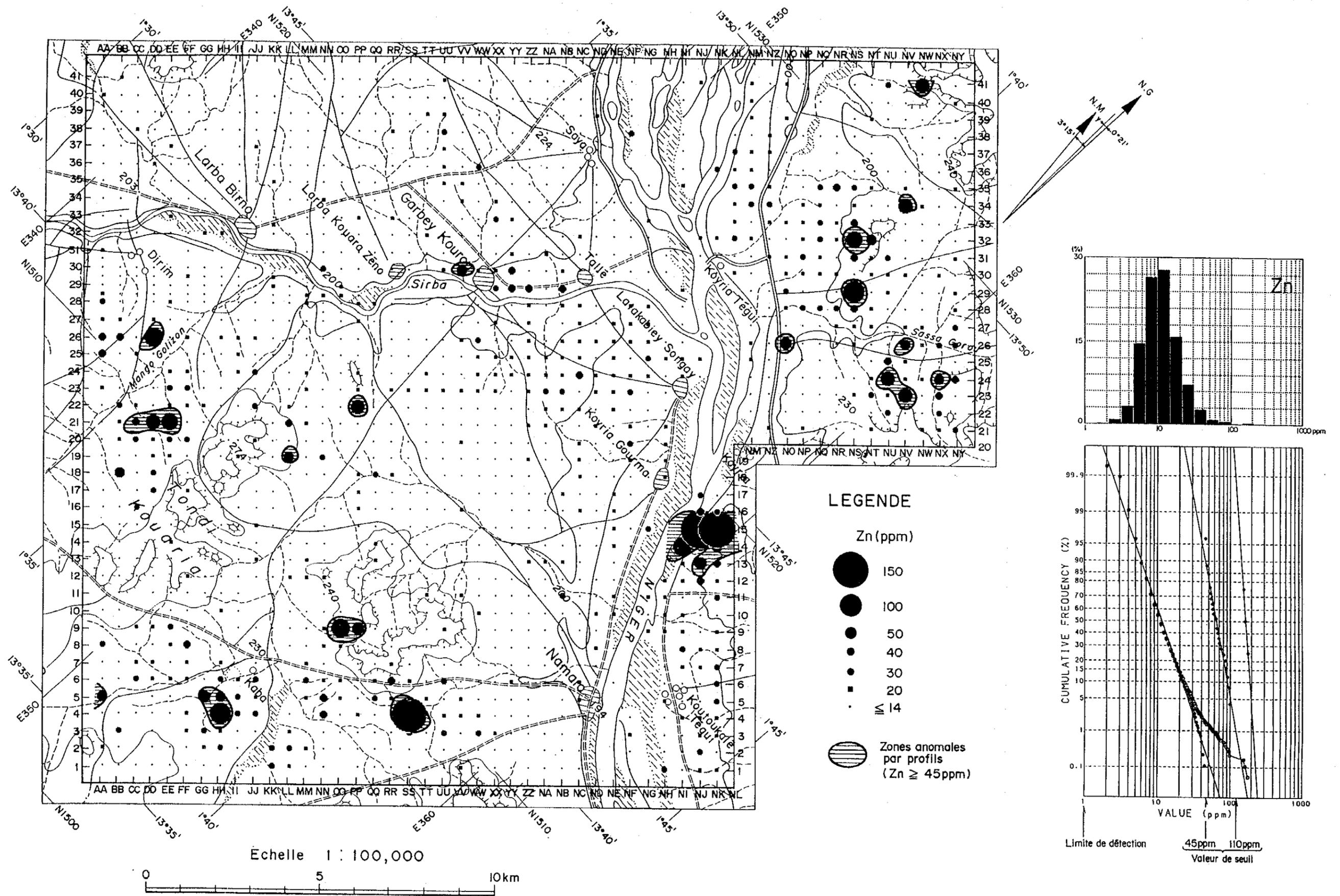


图 15-6 Zn 地化学異常分布図 (ナマロ地区)

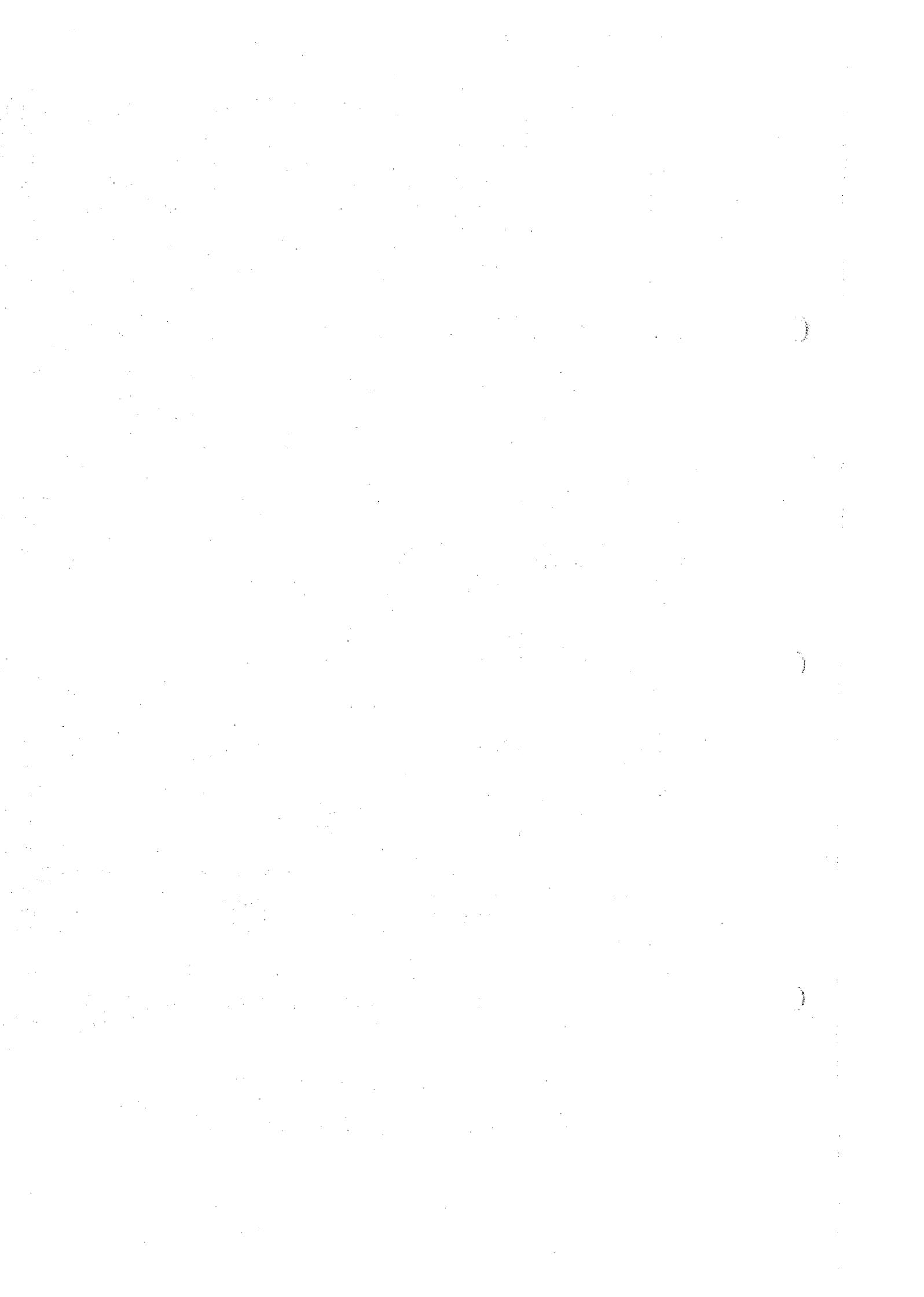


表11 元素別標準統計量及び濃度区分値 (ナマロ地区)

元素	最大値	最小値	平均値	標準偏差 (対数値)	しきい値	地 化 学 異 常	
						A 級	B 級
Au	314	0.5	0.95	0.487	11, 50	Au ≥ 50	50 > Au ≥ 1
(Ag	0.8	0.1	0.10	0.025)	—	—	—
As	150	0.5	0.88	0.364	25	As ≥ 25	—
Sb	21	0.1	0.15	0.254	0.55, 2.5	Sb ≥ 2.5	2.5 > Sb ≥ 0
Cu	1360	0.5	6.84	0.368	30, 60	Cu ≥ 60	60 > Cu ≥ 3
Pb	30	0.5	0.68	0.273	?	—	—
Zn	178	2.0	10.7	0.251	45, 110	Zn ≥ 110	—
(Se	0.4	0.1	0.10	0.035)	—	—	—

試料数：1,707 単位 Au:ppb, そのほか:ppm

各成分の主要な地化学異常帯は以下のとおりである。なお、地化学異常帯の呼称については、その中心又は代表的異常値のグリッド座標を用いた。

Au地化学異常帯 A～B級 Au地化学異常は、南部（CC6～GG3 Au地化学異常帯）、シルバ川沿い（AA35, DD26, MM28, XX25 Au地化学異常帯）、東部（NT24 Au地化学異常帯）及び中央部（PP18 Au地化学異常帯）に分布する。シルバ川沿いの Au地化学異常帯は花崗閃緑岩体の縁部又は周囲に分布し、東部の Au地化学異常帯と共に石英脈を伴う鉱化露頭の位置とよく一致する。しかし、分布の最も広い南部の Au地化学異常帯には、関連する鉱化露頭が認められていない。また、Au検出限界（1ppb）以下の値が広くまとまって分布するのは砂丘、ラテライト、河床堆積物及び基盤の片麻状花崗岩分布域に一致する（図15-1）。

Ag地化学異常帯 NK15（0.3ppm）、NJ15（0.8ppm）の2試料を除き検出限界（0.2ppm）以下であった。

As地化学異常帯 Au地化学異常帯と重複する DD26, MM28, NC12, NT24, CC6 As地化学異常帯が認められ、最高値は NT24 As地化学異常帯の150ppmで、そのほかの As地化学異常帯では40～90ppmを示す。XX25 Au地化学異常帯には As異常は認められない（図15-2）。

Sb地化学異常帯 A～B級 Sb地化学異常のまとまったものは、本地区南部の FF3を中心に分布する（最高21ppm）。これは GG3 Au地化学異常帯の分布とほぼ一致している。そのほか DD26に突出した1点の A級 Sb地化学異常、MM29, NT30, LL12付近に小規模な B級 Sb地化学異常が認められる（図15-3）。

Cu地化学異常帯 一般に Au地化学異常帯とは多少位置がずれている。A～B級のまとまった Cu地化学異常は本地区北～西半部に分布し、DD26, YY30, NZ33 Cu地化学異常帯などがある。各 Cu地化学異常帯の最高値は60～100ppmで、DD26の1,360ppmだけ突出した値を示す。これらの Cu地化学異常帯は、ピリミアン累層群の中性～塩基性火山岩類の分布域内又は近傍に位置する。このほか本地区南部にも小規模な B級 Cu地化学異常が認められ、HH4の Cu地化学異常は GG3 Au地化学異常帯と重複する（図15-4）。

Pb地化学異常帯 6 ppm以上の値が AA24, RR7, UU41, NJ15 に認められるだけである (図15-5)。

Zn地化学異常帯 本地区中央東部の NJ15 周囲に A～B 級 Zn 地化学異常 (最高値178ppm) が認められるほか、北東部の NT29・NT24 Au 地化学異常帯と重複する NS29・NU24 及び南部の G3 Au 地化学異常帯と重複する HH4・DD21 に B 級 Zn 地化学異常帯が認められる。これら Zn 地化学異常帯はほぼ Cu 地化学異常帯と重複した分布を示す (図15-6)。

Au 地化学異常帯と石英脈を伴う鉍化帯の分布位置は、本地区南部の局所的な異常帯や散点的な高異常値を示す箇所を除き、よく一致する。Au 地化学異常帯及び石英脈を伴う鉍化帯露頭と Au 以外の元素の異常帯との関連は低い。この原因として、Cu はペリミアン累層群の火山岩の分布と相関があることや、鉍化作用のタイプや時期が異なっていることが考えられる。したがって、Au 以外の元素の異常帯が在っても、金鉍床を指示するものではない。

2.1.4 考 察

(1) 地質・地質構造

本地区の地質は基盤のペリミアン片麻状花崗岩と、これを被覆するペリミアン累層群の火山岩、砂泥質堆積岩 (火山性堆積物挟在)、第三紀～白亜紀酸性凝灰岩などから構成される。貫入岩類は塩基性岩、花崗閃緑岩及びドレライト岩脈からなる。シルバ川周辺を除き、一般に風成層、ラテライト被服層及び沖積層に覆われているため露頭は少ない。

先ペリミアン片麻状花崗岩は本地区西部～北部及び東端部に分布し、一般に片麻状構造を示す。西部の岩体は、鏡下では石英閃緑岩～トータル岩と鑑定され、花崗岩の分類上は I-タイプに属する。西部に分布する本岩の Rb-Sr 法年代測定の結果、 $2,953 \pm 443$ Ma の年代が得られ、誤差範囲は大きいがペリミアン期以前の始生代の花崗岩であるものと推定される。

ペリミアン累層群の下部層を成す塩基性～中性火山岩類は、本地区西部に連続分布するほか、地区中央部に小分布する。上部層を成す砂泥質堆積岩類は本地区東半部に分布し、砂岩及び泥岩起源の片状岩からなり火山性堆積物を伴う。これらペリミアン累層群は、広域変成作用により緑色片岩相ないし一部角閃岩相の変成岩になっている。地層は西部から東部へ累重しており、上位ほど火山性堆積物は減少する。東部から北部の地層には顕著な片状構造が見られる。なお、本累層群は、下部原生代 2,200～2,000 Ma に形成されたと考えられている。

塩基性岩はペリミアン初期の塩基性火成活動に関係あるものと思われる。花崗閃緑岩は中粒・等粒状・塊状の岩石で、花崗岩の分類上、I-タイプに属する。Rb-Sr 法年代測定の結果、 $1,701 \pm 517$ Ma、 $1,868 \pm 239$ Ma の年代が得られた。年代測定誤差範囲が大きいので貫入時期を特定できないが、鏡下では、これら花崗閃緑岩に変形は認められないことから、進入時期は本地区における主要な構造運動の最末期かそれより後、すなわち、ペリミアン期末期又はそれ以後の貫入と考えられる。ドレライト岩脈は既往調査資料により中生

代に貫入したものと推定されている。

南部の台地を形成して分布する酸性凝灰岩も既往調査資料により、第三紀～白亜紀と推定されている。ラテライト層は本地区中央南部・西部・北東部に台地頂部に礫岩状を成し層厚1～3mで分布し、酸化鉄被膜を有する珪質礫とスコリア～粗砂状の酸化鉄及び赤褐色土からなり、第三紀に形成されたものと考えられる。

本地区を含むシルバ緑色岩帯は広域的右ずれ運動により逆S字状のねじれ構造を呈している。本地区はこの北東端部に当たり、地質トレンドは南部のNE-SWから北部のN-S方向に変化する。本地区は貫入岩や鉱化帯を規制するデバとナマロを結ぶ構造帯の北東端部を構成し、花崗閃緑岩や塩基性岩が貫入している。同時期に形成された裂か系は片理に調和的で、南部でE-W系～NE-SW系、北部ではNE-SW系及びN-S系からなり、石英脈の伸長方向として認められる。

(2) 鉱床

鉱徴地は16か所あり、うち9か所に採掘跡がある。石英脈及びその転石帯の分布範囲の規模で本地区西部シルバ川右岸の花崗閃緑岩縁部(AA29, MM28)及び近傍(UU27, XX23-XX27)が卓越し、鉱徴地別の鉱石Au最高品位は、1.3～11.5g/t(最高値はAA29鉱化帯)を示す。石英脈の流体含有物の均質化温度は160～170℃を示し、いわゆる“プレカンブリアの緑色岩に伴う中熱水～深熱水含金石英脈鉱床”としては低温の部類に属する。

これらの鉱化帯はシルバ緑色岩体の大構造に規制された弱線帯に花崗閃緑岩の貫入後に形成されたものと考えられ、花崗閃緑岩帯縁辺部の剪断帯及びピリミアン累層群の片理構造沿いに石英脈が形成されたものと推定される。

(3) 地化学探査と鉱化帯

地化学探査はAu, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Seの8成分を指示元素として分析を行った。このうちAg, Pb, Znの大部分は検出限界以下の値を示した。Auと他の元素との相関は全て0.4以下と低く、Cu-Zn相関のみ約0.8と高い相関を示すが、それ以外に相関が認められるものはない。含金石英脈を伴う鉱化帯はAu地化学異常帯とよく一致し、ほかの元素の異常帯とは一致しないことから、金鉱床を指示する元素はAuしかないと考えられる。

(4) 総合評価

本地区南部のCC6～GG3 Au地化学異常帯地区は地表部に露頭が少ないため、鉱化帯は認められていないが、Au地化学異常帯の分布が最も広く、ムバンガ地区の鉱脈トレンドの延長上にあり、また、As, Sb, Cu, Zn地化学異常帯とも重複するなど、セイファナンギの鉱床と類似しており、既知鉱化帯とは異質なタイプの潜頭鉱床の存在が期待される。

西部のシルバ川沿いに分布するXX25, AA35, MM28 Au地化学異常帯は、NE-SW方向の構造線上に採掘跡、石英脈、転石帯などの既知鉱化があり、この周辺に有望鉱床の存在が期待される。XX25 Au地化学異常帯は岩株状花崗閃緑岩群の周囲にあり、地化学探査のA級Au地化学異常が多く、鉱石分析では最高2.64g/tのAu品位が得られている。AA35 Au地化学異常帯は花崗閃緑岩体中にあり、石英脈の分析では最高11.5g/tのAu品位が得られている。MM28地化学異常帯は花崗閃緑岩縁辺部にあり、地化学探査のA級Au地化学異常が多く、最高

155ppbを示す。

Au地化学異常帯のうち、最も分布範囲が広い南部のCC6～GG3 Au地化学異常帯と西部のシルバ川右岸の花崗閃緑岩近傍の地表鉍化帯が認められているXX25, AA35, MM28 Au地化学異常帯が最有望地区として抽出される。

地化学異常帯及び関連鉍化帯を含む各地区について、今後の調査の優先度をA, B, Cに区分して表12に示した。

表12 ナマロ地区の地化学異常帯と鉍化帯及び精査優先度

地区名	地化学異常						地表鉍化状況		優先度
	Au	規模	As	Sb	Cu	Zn	鉍化位置	露頭Au品位(g/t)	
AA35	135	大	×	×	×	×	AA29, CC33 DD34	鉍石 0.21~11.5 母岩 0.17~0.21	A
CC6	72	大	○	△	×	△	——	——	A
DD26	105	中	○	○	○	△	——	——	B
GG3	30	大	×	△	△	△	——	——	A
MM28	155	大	△	△	×	×	JJ28, MM28	鉍石 0.03~0.07 母岩 0.24~0.48	A
OO14	56	中	×	○	△	×	——	——	C
PP18	96	中	×	×	△	△	——	——	C
PP38	245	中	×	×	×	×	——	——	C
XX25	123	大	×	×	△	×	UU27, VV26, WW29 XX23-YY23, XX26 XX27, XX27-XX28	鉍石 0.03~2.64	A
NA21	123	小	×	×	×	×	——	——	C
NC12	22	小	○	×	×	×	NA13, NB11	鉍石 0.03	C
NE9	314	小	×	×	×	×	——	——	B
NJ15	91	小	×	×	○	○	——	——	C
NT24	143	中	○	×	△	△	NR24	——	B
NR29	44	中	×	○	△	△	——	——	C

Au:ppb ○:分布する △:部分的に分布する ×:分布しない
A:是非必要 B:可能なら実施する C:取りあえず保留

2.2 ムバンガ地区

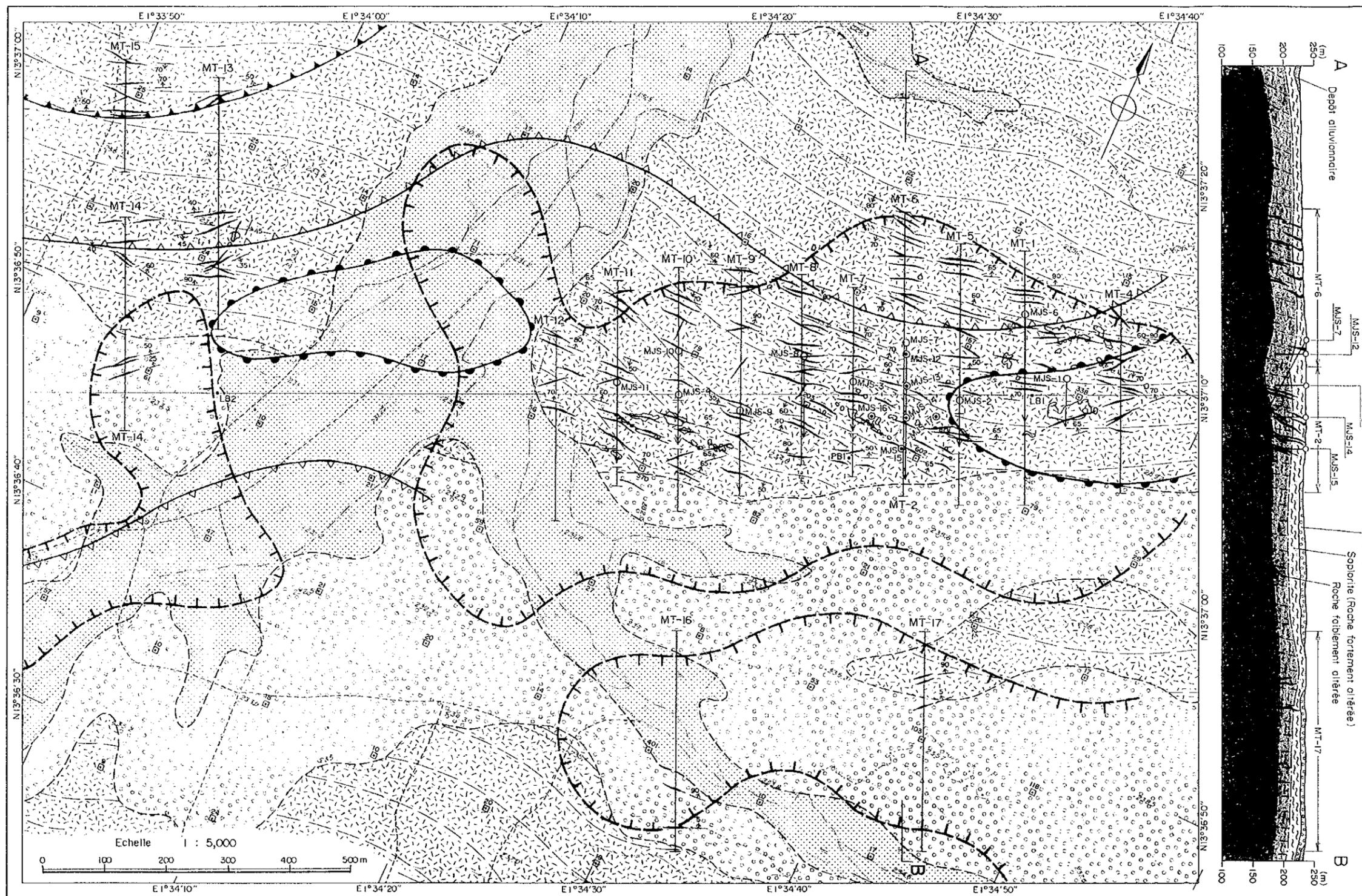
2.2.1 地質・地質構造

(1) 地質

ムバンガ地区はナマロ地区の西南外縁の小地区で、大局的な地質はナマロ地区の地質と同様である。詳細な地質、岩石化学、地質年代、変成作用については、ナマロ地区の地質の項を参照のこと。

ムバンガ地区には下部原生代ペリミアン累層群に属する火山性堆積岩類が広範囲に分布し、閃緑岩、粗粒玄武岩、安山岩、石英安山岩などが貫入している。これらを不整合に覆って、台地状地形部に酸性凝灰岩類が分布する。これらの地層の分布地帯の地表部にはラテライト層が広く発達し、また、沢沿いに河川堆積物が分布する(図16)。

ペリミアン累層群に属する火山性堆積岩類は、主に安山岩質溶岩及び火砕岩からなり、



- LEGENDE**
- Dépôt alluvionnaire
 - Latérite
 - Tuf andésitique schisteux et andésite schisteux
 - Veine de quartz
 - Direction et pendage de veine de quartz
 - Tranchée
 - Point de sondage (inclination : -30° ou -60°)
 - Point de sondage (vertical)
 - Excavation d'orpillage
 - Point d'échantillonnage géochimique et teneurs en Au (g/t)
 - Zone anormales par profils (Au ≥ 30 ppb)
 - Zone résistible (plus de 6,000 ohm-m)
 - Zone conductible (moins de 4,000 ohm-m)
 - Zone conductible (moins de 500 ohm-m)

Fig.16 Carte et coupe géologique de la zone minéralisée de Mbanga Nord
 図 16 ムバンガ北部地区地質図

