

말리 부구니 지역에 대한 지화학탐사

김 인 준

한국지질자원연구원

Geochemical Exploration for the Bougouni Area in Mali

In-Joon Kim

Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon, 305-350, Korea

The ore depositional and geochemical exploration on Bougouni area in Mali, central-western Africa covering 2,000 Km² was conducted for determining the detailed survey area. According to the results of this exploration, the highly potential area for the zinc-tin-gold-silver mineralization was found in Kolani and Riarako areas. The contents of zinc in heavy sand collected in the stream sediments range from 14 to 8,600 ppm, while the mean values of zinc in this area are 543 ppm with threshold($x+2\sigma$) of zinc anomalies being 1,000 ppm in Bougouni area. Generally zinc anomalies are associated with the tin and molybdenum anomalies and hence the anomalous area was selected for the detailed survey area for tracing the primary zinc and precious ore deposits related to these anomalies in following project.

Key words : geochemical exploration, Bougouni, mineralization, threshold, anomalies

아프리카 중서부 말리의 부구니 지역에 대해 약 2,000 Km²를 대상으로 정밀탐사지역을 정하기 위하여 광상탐사와 지화학탐사를 수행하였다. 이 탐사의 결과, 아연-주석-금-은 광화작용에 대한 높은 이상대가 콜라니와 리아라코 지역에서 발견되었다. 수계 표사 시료에서 수집된 중사의 아연 함량은 14-8,600 ppm으로 나타난 반면에 이 지역에서 아연의 평균값은 543 ppm이고 한계값($x+2\sigma$)은 1,000 ppm으로 나타났다. 일반적으로 아연 이상대는 주석과 몰리브덴 이상대와 연관된다. 그러나 이상대 지역은 다음에 수행 할 이런 이상대들에 연관된 일차 아연과 귀금속 광상의 추적을 위한 정밀탐사 지역을 선정하였다.

주요어 : 지화학탐사, 부구니, 광화작용, 한계값, 이상대

1. 서 론

말리는 지리적으로 아프리카의 서북부에 위치하는 내륙 국가이다(Fig. 1). 광업이 차지하는 비율(GDP)은 1.5%로 천연자원인 금, 인, 고령토, 소금, 백운석, 우라늄, 보오크사이트, 철광석, 망간, 주석, 동 등이 매장되어 있다. 부구니(Bougouni) 시는 바마코(Bamako)에서 약 200 km 동남쪽에 위치하며 왕복 2차선의 포장도로로 자동차로 약 3시간 정도 소요된다. 조사지역은 부구니시에서 약 40 km 서남쪽에 위치하며 비교적 폭이 넓은 왕복 2차선의 비포장도로로 자동차로 약 1시간

정도 소요된다(Fig. 1). 조사지역의 지형은 전체가 구릉지와 평야지대로 해발 340-430 m로 표고차가 90m를 넘지 않는 완만한 지형으로 이루어졌다. 지역의 동측에는 바울르(Baoule) 강이 남북방향으로 흐른다. 또한 이강에서 갈라진 동서방향의 비교적 큰 지류(폭 5-30 m)와 남북방향의 작은 지류(폭 2 m 이내)가 있으며 이들은 우기때에만 물이 흐르고 있다.

아프리카 말리 부구니지역은 광업권 미 설정 지역으로 부구니의 서남측 약 2,000 km²를 대상으로 조사하였다. 이 지역은 과거 한국기업인 영풍광업이 등록한 광구지역 과도 바로 인접하며 지질, 광상 등이 비슷한 지역으로 브

*Corresponding author: ijkim@kigam.re.kr

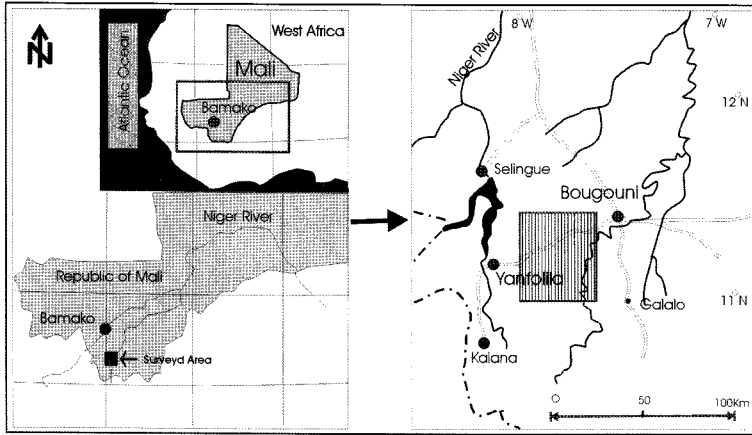


Fig. 1. Location map of project area in Mali, Western Africa.

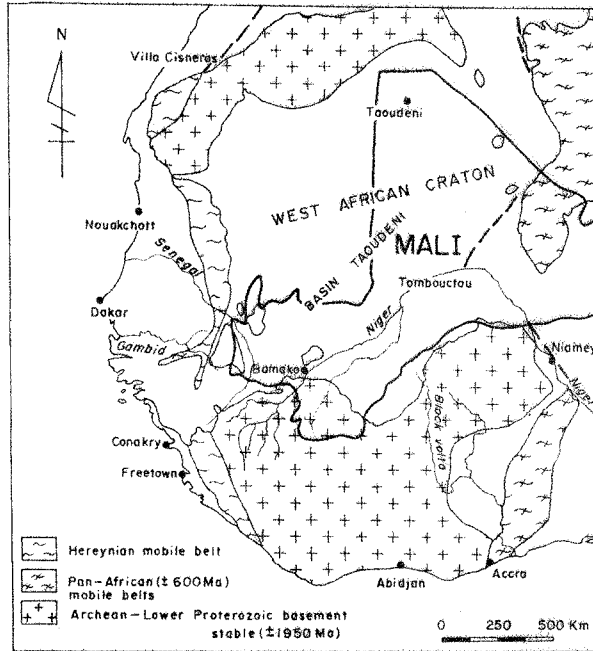


Fig. 2. Tectonic provinces of Mali, Western Africa(UNDP, 1987).

리미안층을 관입한 화강암의 잔류마그마에서 형성된 합금석영맥이 풍화침식에 의해 금이 사광으로 퇴적된 지역이고 원주민에 의해서 사금이 채취되었던 지역으로 1차 금광상의 존재 가능성이 높은 지역이다. 연구의 목적은 부구니지역의 지질 및 광상특성과 아울러 지화학 탐사를 수행하여 이상대 지역을 정하는 데 있다.

2. 지질

부구니 일대의 광역 지질은 주로 원생대 브리미안스

층이나 화강암류로 구성되며, 서부 아프리카의 남쪽 지괴에 속한다(Fig. 2). 브리미안층은 향사구조의 형태로 NNE-SSW 방향으로 수km 내지 수십km로 발달한다. 이 층은 서측에서부터 바게(Bagoe), 부구니-케코로(Kekoro), 안폴리아(Yanfolila, 영풍광구 지역) 및 캉카바(Kangaba)지역으로 나누어진다. 특히, 브리미안층은 쇄설성 암석이 변성을 받은 편암으로 이루어졌고 일부는 분출화산암으로 이루어 졌다. 이층은 상하부층으로 나뉘어지며, 하부층은 화산암(현무암이나 안산암) 및 화산쇄설물로 구성되며, 상부층은 변성쇄설물로 구

성된다. 부구니 지역은 화산암이 우세한 하부층이 나타나지 않는다. 바게지역은 향사구조를 이루며, 바게강을 따라서 발달한다. 중앙부는 육성퇴적물(편암이나 그레이와케(graywacke))로 구성되며 주변부는 변성화산암(현무암, 안산암, 석영안산암, 응회암 등)으로 구성되며 드물게 역이나 그레이와케로 구성된다. 부구니-케코로 지역은 편암이나 변성화산암(주로 안산암)으로 특징 지워진다. 안폴리아 지역은 플리쉬(flysch) 퇴적물(편암이나 그레이와케)로 구성되며, 화산암이나 규암을 포함한다. 캉가바 지역의 암석은 안폴리아 지역과 유사하나 아직 확실하지는 않다. 화강암류는 카디도 육괴(Kadido massif)나 코로니에바-마디나(Kolonieba-Madinai) 육괴, 산카라니(Sankarani) 육괴처럼 배사구조로 서측에 분포하며 다양한 화강암이 분포한다.

조사지역의 지구조 운동은 기본적으로 브리미안층군과 원생대(Proterozoic) 시대까지 관입한 화강암의

형성과 관련된다. 조사지역의 암석은 거의 대부분이 풍화를 심하게 받아 노두의 관찰이 어렵다. 따라서 조사지역의 지질은 UNDP(1987) 보고서를 참조하였다. 브리미안층군은 원생대로 퇴적암, 화산퇴적암 및 화산암으로 구성되며, 이는 사암-사질편암, 니질쇄설암-니질편암, 플리쉬호층, 규장질응회암-견운모편암, 변성현무암-녹색편암, 각섬암-전기석암 및 변성반려암으로 나누어진다. 그러나 지역의 지질은 사질편암, 니질편암, 규장질응회암-견운모편암, 변성현무암-녹색편암과 변성반려암 및 후에 이를 관입한 화강암류로 구성된다(Fig. 3).

사질편암(Bsg)은 재결정 작용을 받은 흑운모편암과 백운모편암 및 규암으로 구성된다. 편암의 암색은 암갈색에서 회색, 청회색으로 변한다. 편리가 발달하면서 흑운모나 백운모의 양이 증가하고 변성도가 심해진다. 암석을 자세히 관찰하면 원래 암석인 사질암이 매우 다양함을 알 수 있다. 편암을 구분하는데도 그레이와

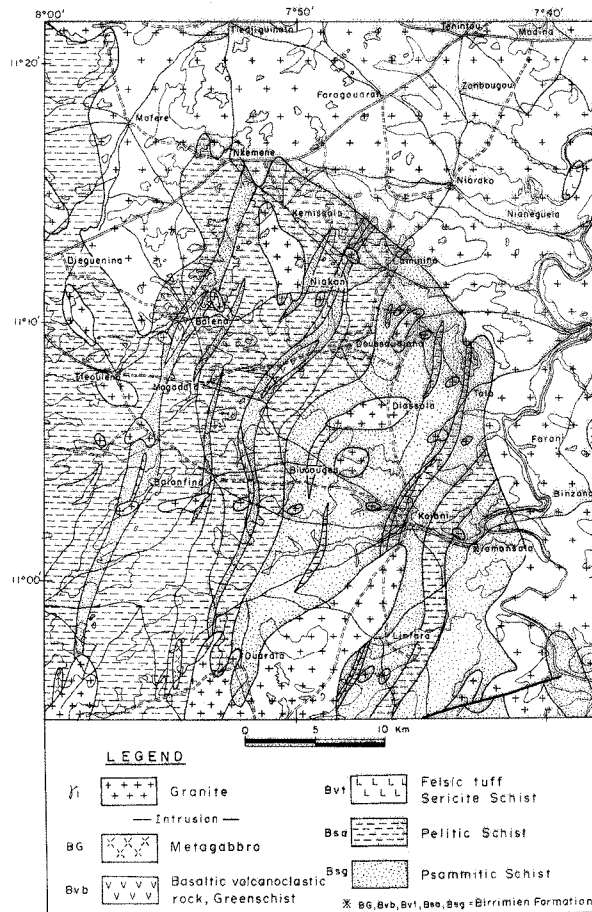


Fig. 3. Geological map of Bougouni area, Mali (JAICA, 1994).

케는 석영질을 많이 포함하는 것이 일반적이다. 주향은 NS방향으로 편리와 유사하다. 규암은 보통 청회색을 띠며 변성반려암이 재결정화 한 것으로 자주 황철석을 포함한다.

니질편암(Bsa)은 주로 흑운모 편암으로 암색을 띠며 편리가 잘 발달하고, NS방향의 주향을 갖는다. 암석은 후퇴변성작용을 받았으며 마치 반상변정과 같은 백운모를 보존하고 있기도 한다.

규장질응회암-견운모편암(Bvt)층 내의 응회암질편암은 응회암이 변성작용을 받아 생긴 암석으로 일부는 이때 재결정화작용이 일어나 규질화 되었고, 견운모편암은 편리구조를 잘 보이며 주로 석영, 장석 및 견운모로 구성되며, 땅간산화물이 소량으로 나타난다.

변성현무암-녹색편암(Bvb)은 편리가 보이지 않는 것이 특징이며 현무암이 변성을 받아 형성된 것으로 추정된다. 암석은 양기석과 녹염석 같은 변성광물이 나타나며, 녹색편암상과 일치한다.

변성반려암(BG)은 변성반려암과 변성휘록암으로 구분되나 지역에서는 변성휘록암만이 나타나며 전체구조와 조화를 이루고 있다. 이 암석은 검정색을 띠며 장석이 결정으로 남아있는 반상구조를 보인다. 암석은 각섬석, 흑운모 등의 변성광물로 구성되며, 종종 황철석과 황동석이 나타나기도 한다.

화강암류(γ_1)는 후조산기 화강암, 백운모-흑운모 화강암, 흑운모-각섬석 화강암, 섬록암, 미구분 화강암 및 반화강암으로 구성되나 조사지역에서는 흑운모-각섬석 화강암만이 분포된다. 암석은 저반 형태의 흑운모-각섬석 화강암으로 브리미안느층군을 관입했다. 암석은 주로 회색을 띠며 세립 내지 중립질로 흑운모와 알카리장석에 의해 특징지워지며 국부적으로 편리구조가 보이기도 하고 화강편마암으로 이화하기도 한다. 암석은 석영, 사장석 및 정장석으로 구성되며, 유색광물로는 각섬석과 흑운모가 산출된다. Rb-Sr에 의한 화강암의 연대는 1911 ± 18 Ma으로 보고되었다(DNGM/BRDM, 1980).

3. 광상

조사지역은 세네갈-말리-기니-말리로 이어지는 금광상 벨트 대 중 하나로 많은 1차 금광과 1차 금광이 퇴적되어서 생성된 사금광상이 많이 분포하고 있는 지역 중의 한곳이다. 지역은 전반에 걸쳐서 사금이 산재하고 있으며 아직은 이의 원광상인 1차 금광상은 아직 발견되지 않고 있다.

조사지역에 대해서는 1985년-1987년에 걸쳐 UNDP와 말리의 DNGM과 공동으로 말리 전역에 대하여 광상 조사를 하여 1987년에 발간된 보고서 내에 기술된 것이 있으며(UNDP, 1987), 1991년-1994년에 걸쳐 일본의 JAICA와 말리의 DNGM과 공동으로 이 지역 15,000 km²에 대하여 지질 및 광상 전반에 대하여 조사하여 1:200,000 지질도를 1994년에 발간하였다(JAICA, 1992; JAICA, 1993, JAICA, 1994a; JAICA, 1994b; JAICA/DNGM, 1994). 부구니 지역은 이미 외국의 기업이 광상이 좋고 개발가능성이 유망한 지역(5,000 km²)을 거의 확보한 상태이나 금번 조사지역은 모든 자료를 검토하여 남은 지역 중에서 1차 금광상의 존재 가능성이 높다고 판단된 서남부지역 약 2,000 km²를 대상으로 조사하였다.

조사지역은 전술한바와 같이 사금이 주로 채광되었고 사금은 표토 약 1m 이상의 깊이에 있는 감토층(clay 및 silt층)에서 산출된다. 또한 1차 금광상의 대상이라고 생각되는 석영맥은 브리미안느층군을 화강암 내에 맥상 내지 렌즈상의 형태로 산출된다. 석영맥은 보통 산화방간을 포함하고 있으며 일부는 산화방간 및 유화물(황철석)과 산출되고 있다. 또한 일부는 백운모와 같이 산출되고 있어 페그마타이트 양상을 보이기도 한다.

4. 연구방법

본 지역은 조사지역이 광범위 하고 풍화퇴적이 심하여 노두가 거의 없다. 광상조사는 1차 금광상을 대상으로 광역 수계 지화학 탐사를 실시하였다. 조사방법은 2차 수계 내지 3차 수계에 대해서 조사지역 전반에 걸쳐서 고르게 표토 1m이하의 깊이에서 표사시료 34개, 석영맥에서 1개와 하천표토상의 콩크 2개를 채취하였고 이중 표사시료를 다시 펜닝하여 중사시료를 만들었다. 중사시료는 표사시료에 비해 중광물의 농집도가 높아 이상대를 선정하기가 수월하다. 이들 시료를 채취한 곳의 토양단면을 관찰한 결과를 보면 지표에서 약 0.3m 지점에 자갈이 있는 퇴적된지 얼마 안되는 토양층이 나타나며 0.3m-0.7m사이는 식물의 썩은 뿌리, 나뭇가지, 잎을 포함하여 유기물을 함유하는 유기층이 나타나며 0.7m-1.0m사이는 둥근 자갈(5-12cm 크기)을 함유한 미사와 모래층이 나타나며, 그 하부에 사금을 포함하는 금광석을 함유한 감토층(점토 및 미사층)이 계속된다. 이러한 토양단면은 34개 시료 채취 지역(Fig. 4)에서 모두 비슷한 양상을 보인다.

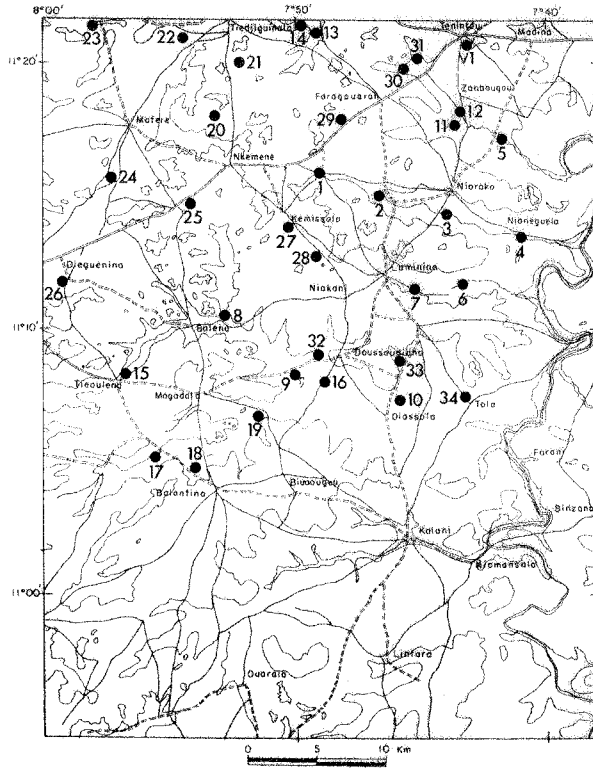


Fig. 4. Sample sites of heavy concentrates on Bougouni area, Mali.

금번 조사에서는 총 37개 시료, 10개 원소에 대하여 분석을 하였으며 그 결과는 Table 1과 같다. 각 원소에 대한 지각, 화강암, 토양 등에 대한 평균 함량이 각 문헌의 자료들(Lee, 1978; Fortescue, 1980)마다 약간의 차이를 보여 최소와 최대의 범위를 나타내었다.

5. 지화학탐사

본 지역은 광범위하게 사광이 산재하고 있으며, 현재까지 원주민에 의해 채광되어 오고 있다. 그러나 지역의 표토층이 두껍고(약 6-20 m), 전체적인 정밀 시료 채취, 품위 및 매장량 산출이 어려워 이에 대한 개발 및 채광여건 상 한정된 점토층에서만 금이 산출되어 사광의 편재성이 큰 광상으로 알려져 있다.

5.1. 은(Ag)

은(Ag)은 친동원소로서 지각중에 평균 0.05-0.07 ppm, 화강암중에 0.04 ppm, 현무암중에 0.1-1.1 ppm, 토양중에 0.1 ppm, 자연수중에 0.3 ppb가 함유된다. 은은 1가의 Na와 K에 치환되는 관계로 알칼

리암에 부화되는 경향이 있으며 Pb, Co, As, Bi 등의 황화물에 잘 수반된다. 또한 Cl이 풍부한 수용액내에서 Ag⁺ 이온은 Cl⁻ 이온과 잘 수반되며 퇴적물내의 은의 함량은 유기물질의 함량과 산성도 또는 기원물질에 좌우되기도 한다. 은의 분석결과는 1.8-18 ppm, 평균 6.4 ppm으로 나타났으나 이들의 60% 정도가 평균치 이하를 보여준다(Fig. 5). 시료내의 동 분포양상은 Fig. 5에 보여준 바, 조사지역의 중부에서 비교적 높게 나타내며 금 분포와 잘 일치한다.

5.2. 비소(As)

비소(As)는 친동원소로서 지각중에 평균 1.7-1.9 ppm, 화강암중에 10 ppm, 현무암중에 2 ppm, 퇴적암(사암)중에 0.1 ppm미만, 토양 중에 1.5 ppm이 함유되며 황화물과 공존한다. 비소는 열수작용에 의해 농집되는 특성이 있으며 특히 천열수와 중열수 금광상에도 높게 나타난다. 그리고 인회석 광물내에서는 As⁵⁺가 P⁵⁺를 치환하므로 인해 비소의 함량이 많아지게 되며 퇴적물내의 점토와 수산화망간에 농집되는 경향이 있다. 비소의 분석결과는 1-195ppm, 평균 15ppm으로

Table 1. Chemical compositions of heavy sand from Bougouni area, Mali (Au=ppb, other elements=ppm)

	Ag	As	Au	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	Sn	Zn
1	13	3.3	1.5	ND	18	160	12	0.67	1280	56
2	9.0	ND	160	ND	30	53	19	0.66	420	37
3	4.7	ND	15	ND	9	19	7.4	0.37	430	18
4	3.5	ND	8.3	ND	4	22	6.7	0.22	410	14
5	2.6	ND	6.3	ND	5	22	5.8	0.16	690	39
6	5.3	ND	7.5	ND	6	24	5.8	0.56	950	50
7	7.9	ND	19	ND	33	301	21	0.58	1690	56
8	4.2	ND	11	ND	6	14	3.7	0.31	340	27
9	18	ND	24	ND	23	31	15	0.64	1400	54
10	8.5	ND	15	ND	13	27	10	0.50	360	39
11	8.7	ND	3.8	ND	7	16	12	0.16	410	20
12	11	ND	7.7	ND	8	32	13	0.42	380	30
13	6.7	ND	11	ND	17	34	12	0.37	610	40
14	7.5	ND	6.4	ND	8	25	7	0.18	650	14
15	8.0	ND	5.9	ND	8	15	5.7	0.19	540	36
16	6.4	ND	70	ND	19	120	9.4	1.43	480	25
17	7.5	ND	21	ND	8	18	5.3	0.25	470	44
18	10	ND	35	ND	24	19	11	0.36	1290	33
19	3.4	ND	10	ND	22	33	13	0.66	520	29
20	6.4	11	10	ND	21	36	19	0.61	610	39
21	3.2	1.7	45	ND	6	150	5.1	0.30	360	66
22	3.5	ND	6	ND	5	21	4.0	0.13	900	34
23	7.8	4	4	ND	8	27	18	0.30	510	27
24	2.9	ND	6	ND	5	17	3.8	0.84	1230	30
25	2.6	ND	69	ND	10	188	5.7	1.6	420	41
26	1.8	ND	31	ND	4	245	12	0.68	290	26
27	2.7	4.2	71	ND	6	62	6.2	0.65	250	30
28	3.9	1.9	42	ND	14	115	15	2.8	360	35
29	2.3	195	68	ND	9	107	33	1.8	390	8600
30	5.2	ND	34	ND	4	69	7.1	2.4	370	23
31	6.9	98	26	ND	17	125	35	2.6	3070	3600
32	5.1	90	40	ND	8	115	21	1.3	728	2900
33	4.3	ND	57	ND	8	155	10	0.99	200	19
34	3.4	ND	20	ND	5	120	4.3	0.85	357	17
V1	9.2	5.6	21	ND	54	205	27	1.8	640	44
C1	17	87	45	ND	58	174	69	4.5	490	393
C2	3.5	45	49	ND	28	276	41	2.1	160	212

ND=Non detected

나타났으나 70% 정도가 1ppm 이하를 나타내며 90% 정도가 평균치 미만을 보여준다(Fig. 6). 시료내의 비소 분포양상은 Fig. 6에 보여준 바, 조사지역의 북동부에서 비교적 높게 나타나며 아연 동 분포와 잘 일치한다. 비소의 분포대는 비소의 광화작용이 실제로 존재하는 것이 아니고 단순히 비소의 지화학적 특성 때문에 연-아연과 수반되어 형성된 것이다.

5.3. 금(Au)

금(Au)은 친철원소로서 지각중에 평균 4-12 ppb, 화강암중에 4-8 ppb, 현무암중에 4-36 ppb가 함유된다.

금은 Ag, As, Cu 및 황화물등과 수반되며 원소의 이동성은 거의 없다. 또한 금은 세일내의 점토에 흡착되어 농축되기도 한다. 금의 분석결과는 1.5-160 ppb, 평균 29.3 ppb로 나타났으나 이들의 70% 정도가 평균치 이하를 보여준다(Fig. 7). 시료내의 금 분포양상은 Fig. 7에 보여준 바 조사지역의 중부에서 비교적 높게 나타나며 은 분포와 잘 일치한다.

5.4. 비스무스(Bi)

비스무스(Bi)는 전체가 1 ppm 미만으로 나타났다.

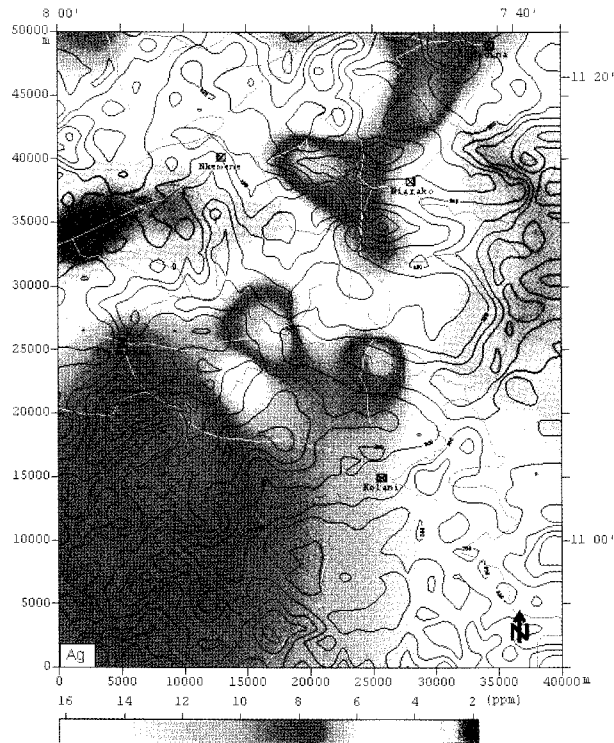


Fig. 5. Silver distribution map of heavy concentrates on Bougouni district, Mali.

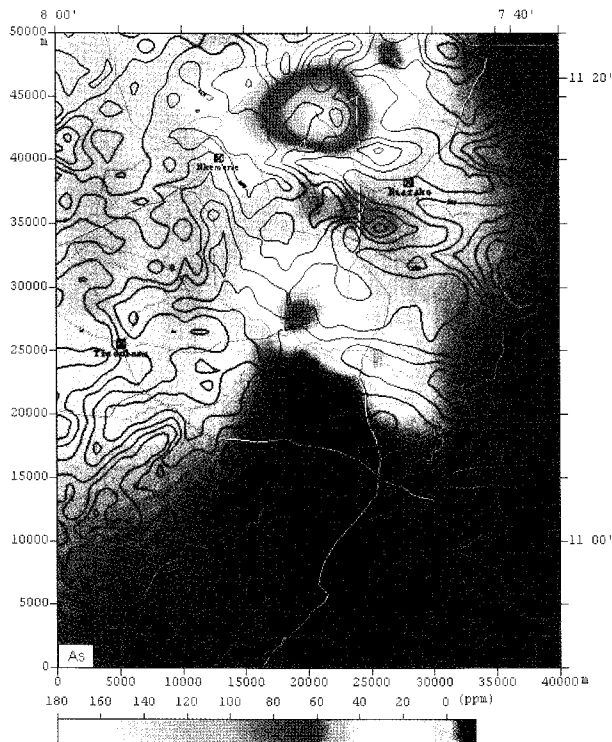


Fig. 6. Arsenic distribution map of heavy concentrates on Bougouni district, Mali.

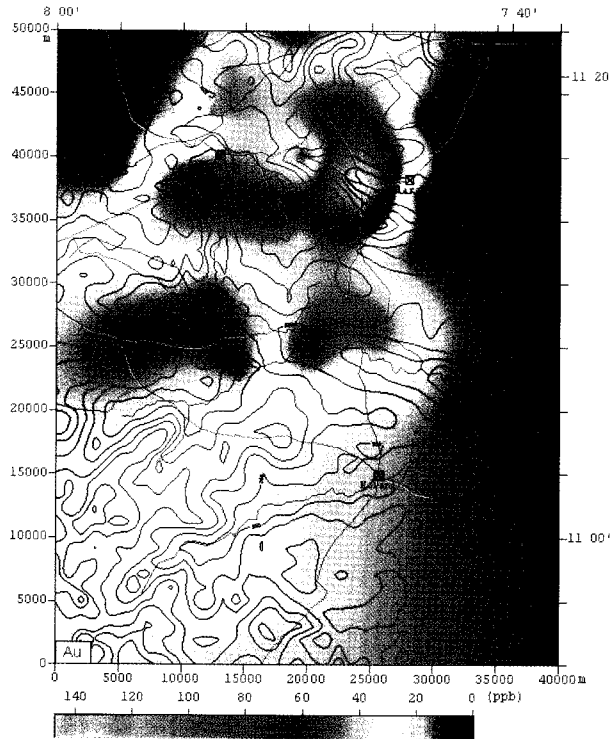


Fig. 7. Gold distribution map of heavy concentrates on Bougouni district, Mali.

5.5. 동(Cu)

동(Cu)은 친동원소로 지각중에 평균 50-70 ppm, 화강암중에 10 ppm, 현무암중에 87-100 ppm, 퇴적암(사암)중에 10 ppm, 토양중에 20 ppm, 자연수중에 11 ppb가 함유된다. 동은 Fe, Zn, Pb, As등과 공존하며 원소의 이동성은 낮으며 황화물과 공존한다. 또한 동은 퇴적물내에 점토에 흡착되기도 하며 산화물(산화동)로서 존재하기도 한다. 동의 분석결과는 4-58 ppm, 평균 14 ppm으로 나타났으나 이들의 70% 정도가 평균치 이하를 보여준다(Fig. 8). 시료내의 동 분포양상은 Fig. 8에 보여준 바 조사지역의 북동부에서 아주 높게 나타내며 띠 분포와 잘 일치한다.

5.6. 몰리브덴(Mo)

몰리브덴(Mo)은 친동원소로 지각중에 평균 1.3-1.5 ppm, 화강암중에 1.3-2 ppm, 현무암중에 1-1.5 ppm, 퇴적암(사암)중에 0.2 ppm, 토양중에 2 ppm 함유된다. 몰리브덴은 W, Sn, F, Cu등과 공존하며 원소의 이동성은 산화환경에서는 매우 높으나 환원환경에서는 거의 없고 황화물과 공존한다. 몰리브덴의 분석결과는 14-301 ppm, 평균 86 ppm으로 나타났으나 이들의 60%

정도가 평균치 이하를 보여준다(Fig. 9). 시료내의 몰리브덴 분포양상은 Fig. 9에 보여준 바 조사지역의 중앙 약간 북동부에서 비교적 높게 나타난다.

5.7. 연(Pb)

연(Pb)은 친동원소로서 지각중에 평균 10-16 ppm, 화강암중에 19-20 ppm, 현무암중에 5-6 ppm, 퇴적암(사암)중에 7 ppm, 토양중에 17 ppm, 자연수중에 5ppb가 함유된다. 또한 연은 Ag와 같은 귀금속과 친화하고 황화광물의 Fe, Zn, Cu, Sb와도 공존하며 원소의 이동성은 비교적 낮다. 연의 분석결과는 3.7-69 ppm, 평균 14 ppm으로 나타났고 이들의 70% 정도가 20 ppm 미만을 나타낸다(Fig. 10). 시료내의 연 분포양상은 Fig. 10에 보여준 바 조사지역의 중부에서 비교적 높게 나타나며 안티몬 분포와 잘 일치한다.

5.8. 안티몬(Sb)

안티몬(Sb)는 친동원소로서 지각중에 평균 0.2 ppm, 화강암중에 0.2 ppm, 현무암중에 0.2 ppm, 토양중에 5 ppm이 함유된다. 안티몬은 Pb, Zn, Cu등과 공존하며 원소의 이동성은 거의 없고 황화물과 공존하기도 한다.

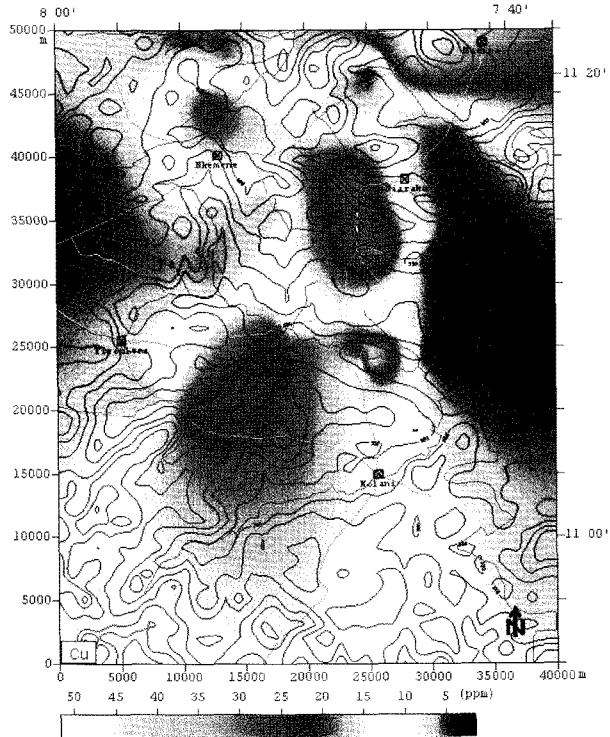


Fig. 8. Copper distribution map of heavy concentrates on Bougouni district, Mali.

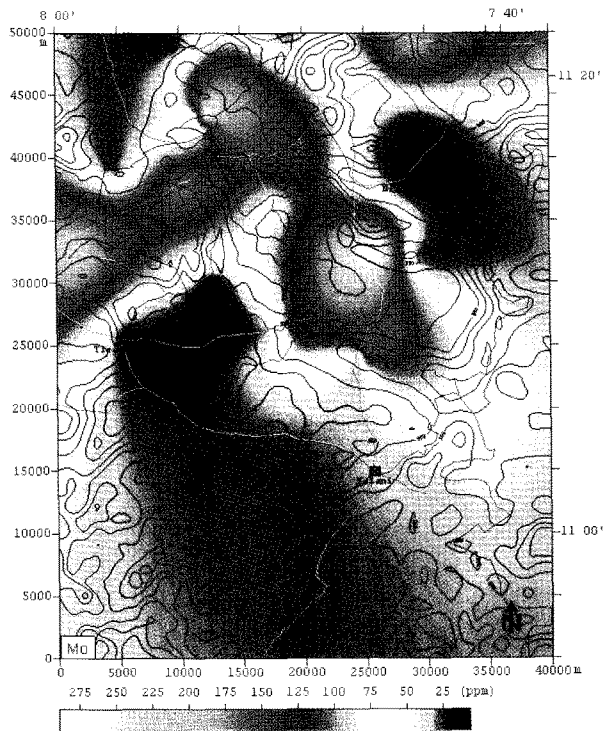


Fig. 9. Molybdenum distribution map of heavy concentrates on Bougouni district, Mali.

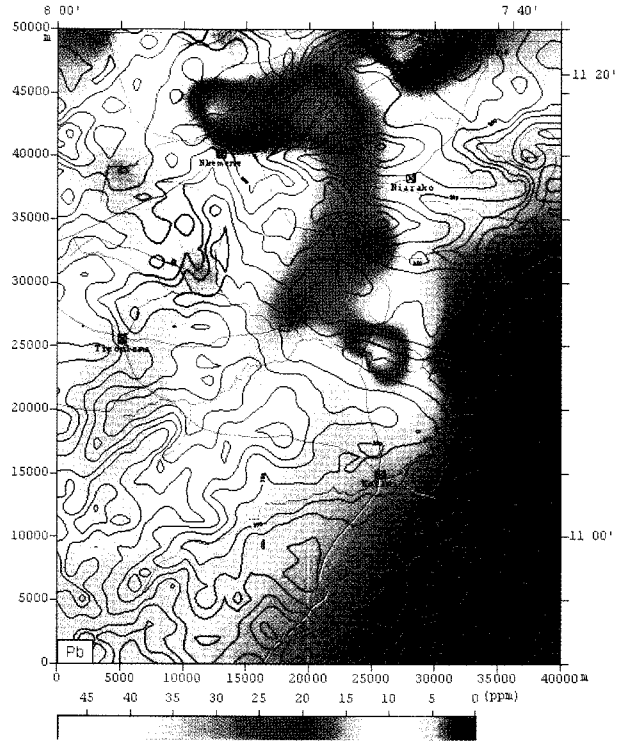


Fig. 10. Lead distribution map of heavy concentrates on Bougouni district, Mali.

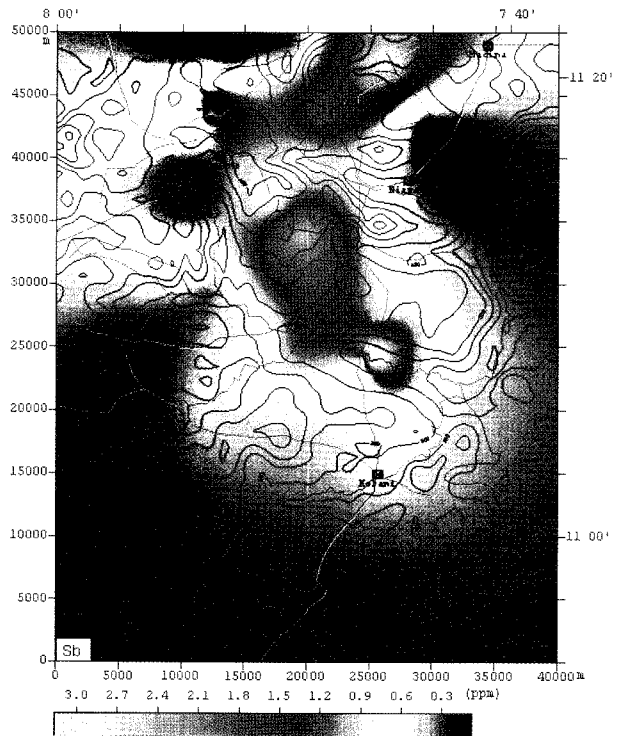


Fig. 11. Antimony distribution map of heavy concentrates on Bougouni district, Mali.

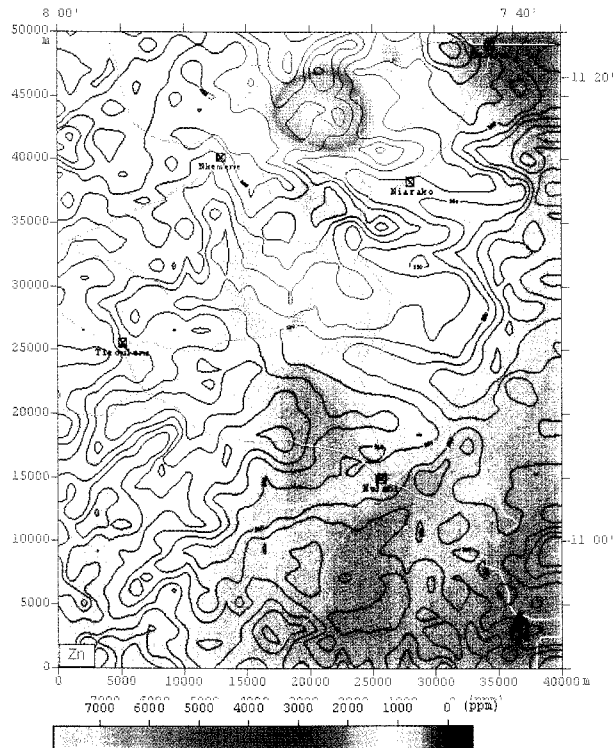


Fig. 13. Zinc distribution map of heavy concentrates on Bougouni district, Mali.

Table 2. Statistics data of chemical compositions for heavy sand from Bougouni area, Mali (Au=ppb, other elements=ppm).

	Ag	As	Au	Cu	Mo	Pb	Sb	Sn	Zn
Maximum	1.8	1	1.5	4	14	3.7	0.13	160	4
Minimum	18	195	160	58	301	69	4.5	3070	8600
Mean	6.4	15.4	29.3	14.5	86	14.4	0.9	666	453
Std dev (2 σ)	7.6	79.4	61.3	25.7	162	25.9	1.9	1085	3127
Std err	0.6	6.5	5.0	2.1	13	2.1	0.2	89	257
2 σ + Mean	14.0	94.8	90.6	40.2	248	40.3	2.8	1751	3580

* Std dev=Standard deviation, Std err=Standard deviation error.

이어짐을 알 수 있으며 이 지역에서는 퇴적광상 및 1차광상이 기대되는 지역이다. 그러나 이동성이 큰 원소는 수계에서 먼 거리 까지 이동되어 수용성 이온의 분산이 잘 이루어지며 또한 이동성이 적은 원소는 그 자리에 농집되는 현상을 나타낸다. 조사 지역은 또한 우기와 건기로 나누어지고 우기에는 집중 호우 현상에 의해 퇴적물들이 먼 거리까지 이동되므로 이들 이상대 양상을 해석하는 데는 주의가 필요하다. 따라서 다원소의 비교적 큰 이상대를 보여주는 북동부 지역을, 정밀 지화학탐사와 물리탐사가 요구되는 유망한 지화학 이상대로 추천하고자 한다.

7. 결 론

각 원소들에 대한 이상대는 본 지역의 중앙에서 북동으로 이어지며 이 지역에서는 퇴적광상 및 1차광상이 기대되는 지역이다. 그러나, 모든 여건을 종합한 결과 다원소의 비교적 큰 이상대를 보여주는 북동부 지역을, 정밀지화학탐사와 물리탐사가 요구되는 유망한 지화학 이상대로 추천한다.

사 사

이번 연구는 당 연구원이 말리 부구니 지역에 대해

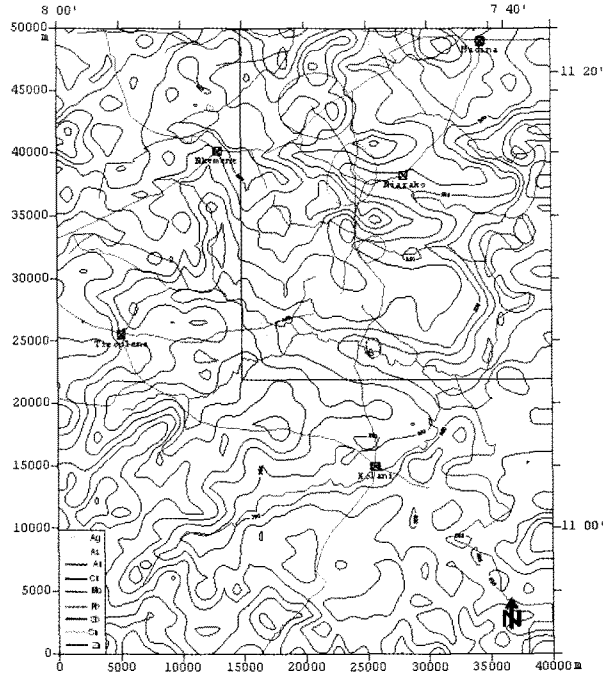


Fig. 14. Anomalies map of heavy concentrates and promising area of various elements for the possible ore deposits on Bougouni district, Mali.

여 지식경제부 과제인 "해외 광물자원 협력 및 기술정보 구축" 사업의 지원을 받아 수행한 연구 결과의 일부이며 연구비 지원에 감사를 드립니다.

참고문헌

Lee, J.Y. (1978) Geochemistry in mineral exploration, Yonhap Ltd., 237p.
 Bassot, J.P., Meloux, J. and Traore, H. (1981) Notice explicative de la carte geologique a 1:1,500,000 de la Republique de Mali, 137p.
 DNGM/BRDM (1980) Carte geologique de la Republique de Mali 1:1,500,000.
 Fortescue, J.A.C. (1980) Environmental geochemistry, Springer-Verlag, 347p.
 JAICA (1992) Papport de prospection miniere dans la

region de Bougouni Republique de Mali, Premiere annee, 79p.
 JAICA (1993) Papport de prospection miniere dans la region de Bougouni Republique de Mali, Deuxieme annee, 153p.
 JAICA (1994a) Papport de prospection miniere dans la region de Bougouni Republique de Mali, Rapport final, 158p.
 JAICA (1994b) Papport de prospection miniere dans la region de Bougouni Republique de Mali, Troisieme annee, 119p.
 JAICA/DNGM (1994) Papport de prospection miniere dans la region de Bougouni Republique de Mali, Note explicative sur la geologie et les gisements dans la region de Bougouni de la Republique de Mali, 36p.
 UNDP (1987) Mineral resources of Mali, 64p.

2008년 9월 26일 원고접수, 2008년 10월 23일 게재승인.