

기술정보

콩고민주공화국 지질 및 광물자원 부존현황

Geology and Mineral Resources of DR Congo

양 석 준(Seok-Jun Yang) · 고 상 모(Sang-Mo Koh)* ·
박 성 원(Sung-won Park) · 이 길 재(Gilljae Lee)

한국지질자원연구원 광물자원연구본부

(Mineral Resources Research Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon 305-350, Korea)

서 언

2000년 중반 이래로 세계는 광물자원을 확보하기 위하여 전쟁을 방불케 할 정도로 치열한 쟁탈전이 일어나고 있으며, 그 중심에는 첨단산업원료인 희토류 광물이 있다. 안정적인 광물자원확보가 국가의 산업이나 경제개발을 위해 반드시 해결되어야 하는 문제이며, 국가의 경쟁력을 좌우할 것이다. 우리 정부도 2000년도부터 광물자원확보 및 개발을 중요하게 생각하여 정책을 수립하고 대응책을 마련한 바 있다. 그 일환으로 국내에서 이미 개발된 광산에 대해 재평가가 진행되고 있으며, 해외 자원부국들을 상대로 해외자원을 확보하기 위한 다방면의 노력을 아끼지 않고 있다.

여러 자원부국들 중에서도 특히 아프리카는 자원부존량이 많은 곳이며, 자원을 개발하거나 탐사하는 기술들이 선진국들에 비해 상대적으로 떨어지기 때문에 전략적으로 접근한다면 자원확보가 유리한 지역으로 평가되고 있다. 이러한 점 때문에 서방국가들과 중국 및 일본 등 거의 모든 선진국들이 자체적인 전략을 가지고 공략하고 있다.

본 논고에서 소개할 나라는 아프리카 중앙에 위치하고 있는 콩고민주공화국(DR Congo)으로 다이아몬드, 금, 코발트, 구리, 아연 등 수많은 고부가가치 광물자원 및 카보너타이트와 연관된 희토류

광물들이 풍부하게 매장되어 있다. 그러나 풍부한 광물 부존에도 불구하고 사회적 불안으로 광업활동이 저조하였다가, 2002년에 신규 광업법을 공포하고 외국기업들의 참여를 유도하여 국가발전을 꾀하고 있다. 최근 국가차원의 광물자원정책 마련을 위하여 전략을 수립 중에 있다. 현재 한국계 기업의 아프리카에 대한 투자 및 진출은 외국기업들에 비해 저조한 편이다. 그리고 상대적으로 지질학적인 자료가 많이 개방되어 있지 않기 때문에 본 논고는 콩고민주공화국의 지질 및 광물 자원현황에 대한 기초적인 자료를 제공하고자 한다.

본 논고의 내용은 콩고민주공화국 지질연구소(Centre de Recherche Géologiques et Minières: CRGM)에서 발표되거나 제공한 자료들을 바탕으로 정리한 것임을 부연한다.

지형 및 일반사항

중앙아프리카에 위치하는 콩고민주공화국(구명: 자이르)은 북쪽으로 중앙아프리카공화국, 북동쪽으로 수단, 동쪽으로 우간다, 르완다, 부룬디, 탄지니아와 접해 있으며, 남쪽으로는 잠비아와 접해 있다(그림 1). 면적은 약 2,345,000 km²이고 아프리카에서 세 번째로 큰 나라이며, 수도는 킌샤사이다. 약 4,300 km까지 연장되는 콩고강은 콩고민주공화

*Corresponding author: +82-42-868-3106, E-mail: kohsm@kigam.re.kr

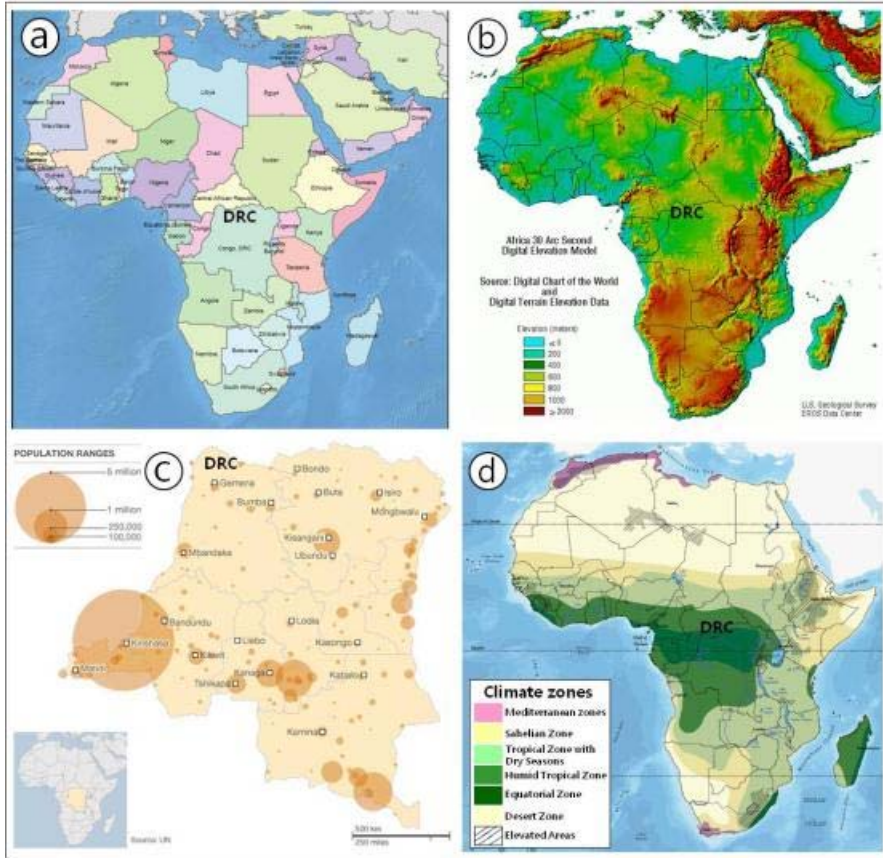


Fig. 1. Location map of DR Congo (a), DEM image of DR Congo (b), population distribution map of DR Congo (c), climate zones of Africa (d).

국의 북쪽 경계를 따라 흐르고, 국토의 50% 이상은 우림지역이며, 고원이 점차 상승하여 약 5,000 피트 높이에 이르는 곳도 있다. 동부 끝에는 아프리카 대열곡대(Great African Rift Valley)가 발달하는데, 이 지역에서는 현재도 화산활동이 진행 중에 있으며, 다른 지역보다 고도가 높다. 기후는 열대기후로 고온다습하며 건기와 우기로 구분된다. 적도 부근은 건기가 없으나 북부지방(12월~2월)과 남부지방(6~10월)에는 건기가 있다. 세계에서 가장 인구밀도가 낮은 나라 중의 하나로 전체 인구는 약 6,200만 명 정도이며, 주로 광산 주위로 인구가 밀집되어 있다.

지 질

아프리카에는 선캄브리아기 후기부터 고생대 초

기까지 활동한 변동대(mobile belt)인 모잠비크대(Mozambique belt), 카탕가대(Katanga belt), 서콩고대(West Congo belt), 마우리타니데대(Mauritanide belt)들이 있다. 이 변동대들을 경계로 아프리카에 발달하는 선캄브리아기 기반암은 칼라하리(Kalahari), 콩고(Congo), 서아프리카(West African) 지괴(craton)로 나누어진다(Waele *et al.*, 2008).

중아아프리카의 대부분을 차지하는 콩고 지괴의 기반암은 시생대 화강암계열이며, 콩고민주공화국의 2/3 이상이 콩고 지괴 내에 위치한다. 콩고민주공화국에서 선캄브리아기 기반암은 북동쪽에 북서-남동 방향으로 발달하고 있으며, 이 지역은 북동콩고지괴(Northeast Congo block)에 속해 있다. 주로 이 지역에는 저품위 호상 철광상들과 금-은 광상, 연 광상들이 분포한다(그림 2와 3).

콩고 지괴 내에 발달하는 콩고분지는 콩고민주

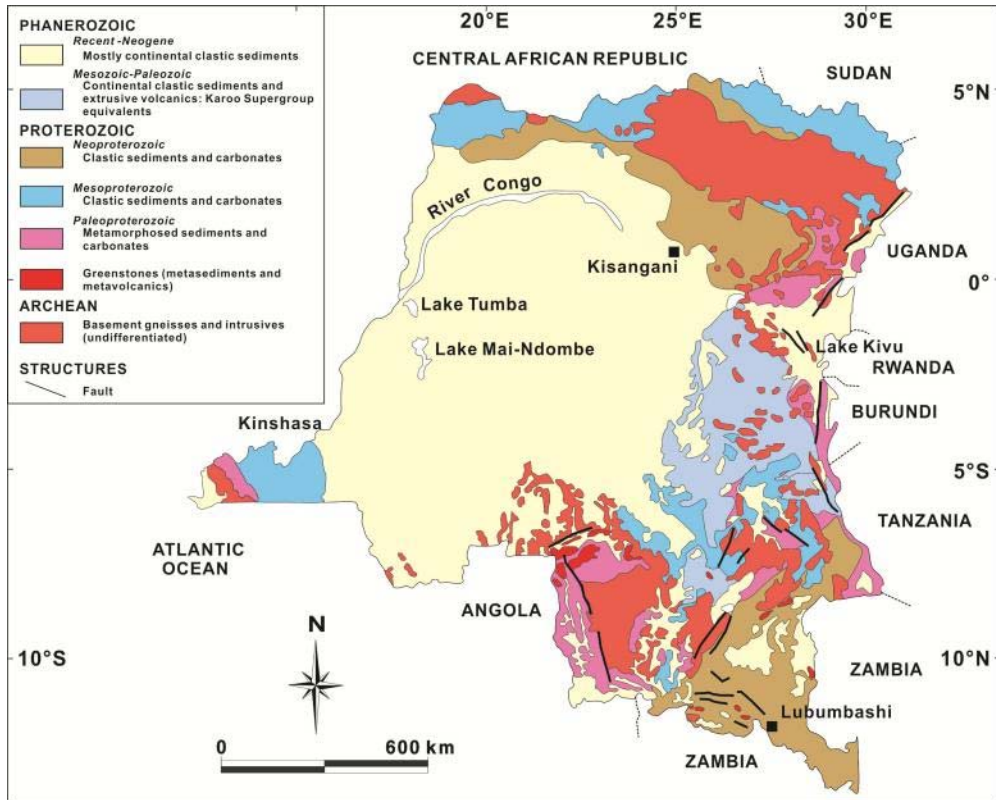


Fig. 2. Geological map of DR Congo (modified from Lofongo, 2011).

공화국의 넓은 지역에 걸쳐 오랜 기간 동안 활동한 대륙판 내의 함몰대로서 Cuvette Centrale (Central Basin), Cuvette Congolaise, Zaire Interior Basin, Congo Basin 등의 이름으로도 불린다(Kadima *et al.*, 2011). 이 분지는 콩고민주공화국의 거의 모든 부분을 덮고 있으며, 아프리카판의 중앙에 위치한다(Giresse, 2005). 신원생대부터 퇴적, 침식, 지구 조운동 등의 지질학적 작용들이 일어났으나, 부족한 노두와 불명확한 시추자료, 지진파 탐사자료의 부족 등으로 인해 콩고분지의 정확한 지질학적 역사를 규명하기는 어렵다. 그러나 현재까지 조사된 연구들에서 콩고분지는 약 800만 년 동안 적어도 두 번(신원생대 대륙판 내부가 인장력 하에 놓이게 되면서 분지가 발달하기 시작한 후 신장되었던 암석권의 냉각에 의해 침강이 일어나면서 압축력의 영향) 이상의 지구동역학적 활동에 의해 영향을 받은 것으로 보고되고 있다(Kadima *et al.*, 2011).

신원생대부터 고생대 초기까지 콩고민주공화국 내에 퇴적된 퇴적암의 층서는 지역에 따른 다양성

을 가지기 때문에 복잡하다. 이 시대에 형성된 분지는 3개의 층군으로 구분되며, 분지를 기준으로 남서쪽에 위치하는 서콩고대에 포함되는 서콩고층군(West congolian group), 북쪽과 북동쪽에 발달하는 린디누층군(Lindi supergroup), 남동쪽에 발달하는 카탕가누층군(Katanga supergroup)으로 나눌 수 있다. 그리고 콩고분지의 동쪽경계를 따라 발달하며, 아프리카 남쪽의 2/3 이상을 덮고 있고, 고생대 석탄기부터 중생대 유라기까지 약 100만년에 걸쳐 퇴적된 카루층군(Karoo group)은 주로 사암과 셰일로 이루어져 있다(Catuneanu *et al.*, 2005). 이후 중생대에서 현생시기까지의 퇴적암, 퇴적물들이 주로 콩고민주공화국의 서부와 중앙부에 발달한다.

동아프리카열곡대(East Africa Rift System)는 서부열곡대(Western Rift Valley)와 동부열곡대(Eastern Rift Valley)로 나누어지고, 아직도 새로운 판을 만들기 위해 활동하고 있다. 콩고민주공화국과 탄지니아의 국가경계는 서부열곡대와 거의 일

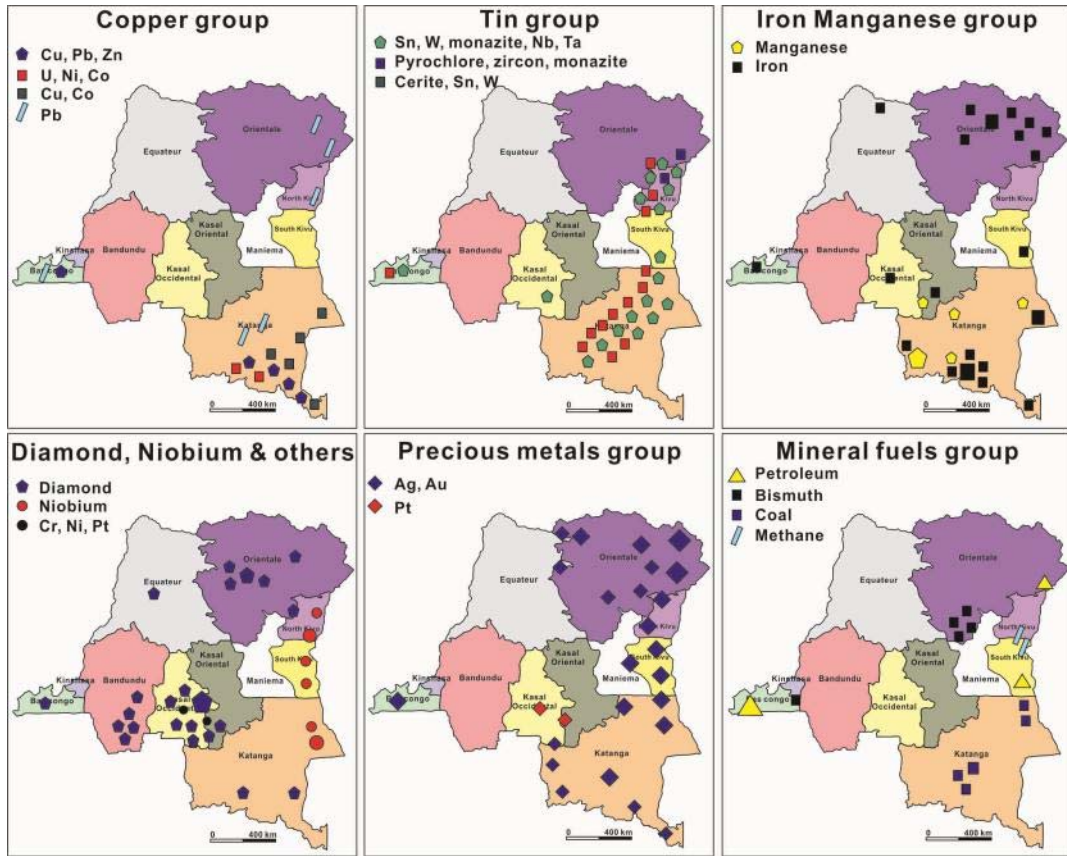


Fig. 3. Distribution of mineral resources of DR Congo (<http://blog.naver.com/sompat/80038635787>).

치하고 있으며, 이로 인해 콩고지역에는 제3기부터 최근까지 수많은 화산활동이 일어나고 카보너타이트가 관입해 있다(Maravic and Morteani, 1980).

콩고민주공화국 내에는 광상의 형성과 밀접한 연관을 가진 다수의 조산대들이 발달하는데, 서쪽에는 북북서-남남동 방향의 서콩고대(West Congo belt), 남동쪽에는 북동-남서 방향의 키바란대(Kibaran belt)가 발달하며, 남쪽에는 루필리안 호(Lufilian arc)가 발달한다. 키바란대 지역(Kibaran belt zone)은 루시지 우벤데대(Rusizi ubende belt)에 의해 다시 카랄웨-앵콜레대(Kararwe-Ankole belt)와 키바라대(Kibara belt)로 양분된다. 이 지역에는 고원생대와 중기원생대의 화강암들과 고철질 암석들에 의해 관입을 받았으며, 화강암의 관입과 연관된 광상들이 많이 분포 발달한다(Kokonyangi *et al.*, 2006).

광물자원 현황

콩고민주공화국의 광업은 국내 총생산의 28%를 차지하고 있으며, 전체 수출 중 광물 수출이 70%를 차지하고 있다. 주요 광물은 코발트, 다이아몬드, 구리, 아연 등이며, 코발트와 산업용 다이아몬드는 부존량 및 생산량이 세계 1위다. 코발트는 전 세계 생산량의 36% 이상이며, 다이아몬드는 26%를 차지한다(표 1). 동 부존량은 약 75백만 톤으로 세계 13위이며, 2008년 약 25만 톤의 구리를 생산하여 미국, 페루, 칠레, 중국, 호주 등에 이어 세계 12위를 기록한 바 있다.

광업현황

풍부한 광물 부존에도 불구하고 내전으로 인한 정정 불안으로 광업활동이 저조하였으나, 정치상황

Table 1. Mineral resources (or reserve base) of DR Congo (Mineral Commodity Summaries 2010, USGS)

광종	DR 콩고 내 부존량(A)	세계부존량(B)	점유율(A/B)
구리	7,500만 톤	5억 4,000만 톤	13.8%
코발트	340만 톤	730만 톤	46.5%
철	10억 톤	77억 톤	13%
주석	4억 5,000만 톤	560만 톤	-
아연	700만 톤	2억 톤	3.5%
망간	700만 톤	5억 4,000만 톤	1.3%
금	600 톤	4만 7,000톤	1.3%
다이아몬드	1억 5,000만 톤	5억 8,000만 톤	26%
니오븀	3,000만 톤	290만 톤	-
리튬	3,150 톤	990만 톤	0.032%

Table 2. State-funded mining corporations of DR Congo (<http://www.afdevinfo.com/>).

기업명	주요 대상광종	지분구조	비고
GECAMINES	동, 코발트, 니켈, 귀금속	콩고정부 100%	주요 자원개발 대상지역: Katanga 주 정부가 향후 발견될 광구의 콩고 측 지분을 51%로 결정함에 따라 기관 역할이 커질 것으로 추정
MIBA	다이아몬드, 금	GECAMINES 80%, Sibeka (벨기에) 20%	세계에서 가장 큰 다이아몬드 생산기업, 콩고 유일의 상업적 다이아몬드 생산
SAKIMA	금, 철, 주석	-	47개 광물개발 면허 보유 (10개 금광지역 포함)
OKIMO	금, 철, 주석	민영화 추진 중	금광 탐사 및 개발, 광물처리, 원광 판매를 하는 공기업이나 현재 민영화 단계
SODIMOCO	동, 코발트, 니켈	광업부 80%, Sibeka (벨기에) 20%	주요개발 현장: Musoshi, Kinsenda, Lubembe
EMK-Mn	망간	Ministry of Mines	망간개발 전문

이 빠르게 안정되고 2002년 신규 광업법 공포 이후 많은 국제광업회사들이 콩고로 진출하여, 대부분의 프로젝트를 이미 장악하였다. 세계은행과 함께 작성한 2002년 광업법은 투자자의 재산권 보장, 정부의 직접간섭 약화, 외국인투자자에 광업 개방 등을 주요 내용으로 한다. 그러나 현재 한국계 기업은 아프리카에 관심은 가지고 있으나 투자에 있어서는 다른 나라들에 비해 현저하게 저조하다. 현재의 세계추세를 따라가기 위해서는 아프리카에 대한 이해와 그에 맞는 진출전략 개발이 절실하다.

콩고에서는 계획 단계 사업들을 포함하여 광업 관련 프로젝트(항만 등 인프라 프로젝트 포함) 29건이 진행 중으로, 구리 18건, 금 8건, 다이아몬드 2건, 아연 1건 등 구리 관련 사업이 주를 이룬다. 2008년 아프리카 투자금액 18.83억불 중 3억불이 콩고에 투자되어 남아공에 이어 2위를 차지하였다. 콩고의 자원개발은 대규모의 국영기업, 국영민간 합작기업, 민간기업, 소규모의 영세채광업자에 의해 이루어지고 있는데, GECAMINES 등 국영 기업은 주요 광산의 대부분을 소유하고 있다. 외국계 광업

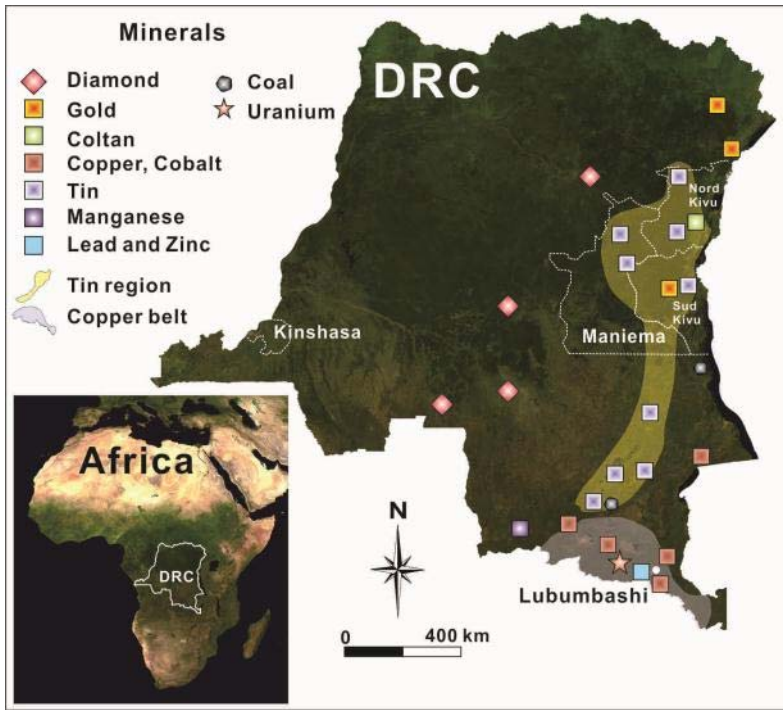


Fig. 4. Simplified satellite image showing the distribution of mineral resources in the DR Congo (<http://www.bbc.co.uk/news/world-africa-15722799>).

회사들은 대부분 국영기업들과 제휴 협정을 맺고 자원개발에 참여 중이며, 낙후된 광업 부문의 발전을 위해 카빌라 대통령은 관련 법령의 제정 및 개정, 정부간섭 최소화 등 투자촉진 정책을 시행하고 있어 향후 콩고의 광물생산이 크게 증가할 전망이다.

광업활동은 콩고민주공화국에서 잠비아까지 연장되는 동벨트(copper belt)가 위치한 남부 및 동부 지역에 대부분 집중되어 있으며, GECAMINES(국영기업)의 통제하에 진행되고 있다. 국영기업으로는 GECAMINES, OKIMO, MIBA, SODIMICO, SAKIMA, EMK-Mn 등이 있으며, 외국기업으로는 BHP Billiton, Forrest Groupe, Anvil Mining, OMG 등 주로 호주, 캐나다, 벨기에, 남아공에 본사를 둔 기업의 활동이 활발하다(표 2).

광화대

다이아몬드를 제외한 콩고민주공화국의 광화대와 주요 광상들은 주로 남쪽과 동쪽에 밀집되어 있는데(그림 4), 이는 1) 남동쪽의 북동 방향의 키바라이드대(Kibaride belt), 2) 남쪽의 루필리안호 습

곡/트라스트(Lufilian arc fold and thrust) 지역, 3) 동쪽의 열곡 지역으로 크게 나눌 수 있다. 이는 각각 1) 콩고지괴(Congo Craton: CC), 방웰루 블럭(Bangweulu Block: BB)과 탄자니아 지괴(Tanzania Craton: TzC)의 충돌, 2) 콩고 남쪽 지역과 잠비아 북쪽 지역에 걸쳐 발달하는 루필리안호의 영향, 3) 콩고와 인접한 우간다, 루완다, 부룬디, 탄자니아의 국경을 따라 발달하는 열곡대의 영향 등 때문이다.

남동부에 발달하는 중기 원생대 북동-남서 방향의 키바란대(폭이 약 100~300 km이고 약 600 km 까지 연장되어 일어난 변성작용과 화성활동)는 콩고와 탄자니아 지괴 내에 발달하며 콩고의 카탕가로부터 우간다까지 연장된다(Kokonyangi *et al.*, 2006; 그림 5). 키바란대 내에는 표성퇴적암과 화산퇴적암이 발달하는데, 이들은 수많은 화성암에 의해 관입을 받았으며, 이로 인해 이 지역에는 주석, 콜탄(콜럼바이트-탄탈라이트) 등의 광상들이 우세하게 발달한다.

콩고민주공화국 남쪽에서 잠비아에 걸쳐 발달하는 루필리안호(그림 5)는 습곡과 쓰러스트의 발달

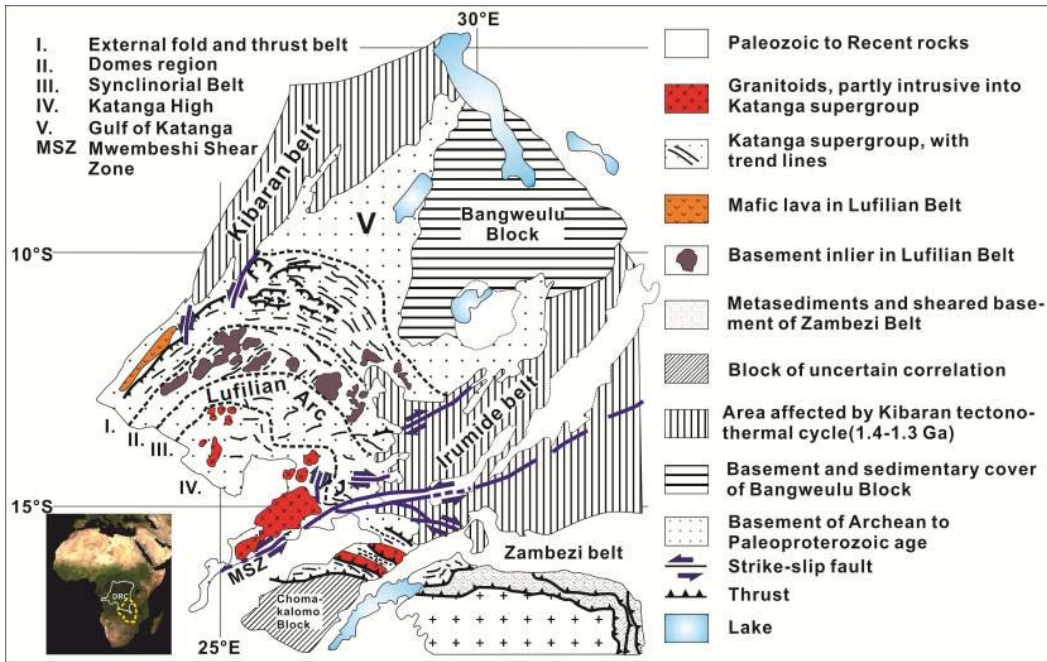


Fig. 5. Simplified model of the Lufilian Arc and Kibaran belt (Kröner and Stern, 2004).

이 우세한 지대(fold and thrust belt)로 층상 코발트-구리광산과 후기 조산기원의 맥상형 다황화물 광산으로 특징지어지는 동벨트를 제어했다(Dewaele *et al.*, 2006). 또, 남부지역은 호(arc)에 의해 구조적으로 습곡과 쓰러스트가 우세한 지역(external fold and thrust belt), 돔 지역(Domes region), 향사 지역(synclinal belt), 카탕가 고지대(Katanga high)로 나뉘는데, 그 중 습곡과 쓰러스트가 우세한 지역에 광상들이 집중하여 발달한다(Hamdy *et al.*, 2010).

광화대 발달이 동쪽에 우세한 또 다른 이유는 콩고민주공화국의 동쪽 국경(루완다와 부룬디 지역과의 경계부, 키부 호수)에 발달하는 동아프리카 열곡대의 영향을 들 수 있다(Mavonga *et al.*, 2010; 그림 6). 콩고민주공화국 내에는 열곡대와 관련된 루에셰(Lueshe)와 빙고(Bingo) 카보너타이트 광상이 있다. 루에셰 카보너타이트는 주로 소량의 인회석을 함유한 섬장암과 카보너타이트로 구성되며, 흑운모와 질석은 822 Ma의 백운석질 카보너타이트의 경계부를 따라 발달한다(Maravic and Morteani 1980). 빙고 카보너타이트는 인산염 리저버와 연관이 있으나, 자세한 연구는 수행되지 않고 있다.

콩고민주공화국의 희유금속은 화강암질 페그마타이트와 네페린 조면암질 편마암과 연관 있으며,

주로 코발트(2009년 세계 1위, 25,000 t), 주석(2009년 세계 5위, 12,000 t), 탄탈륨(2009년 세계 3위, 100 t) 등이 동부지역에 분포한다(그림 7). 이러한 희유금속의 분포양상은 주로 콩고민주공화국 남동부에 발달하는 북동-남서 방향의 키바란대 내 주석광화대와 연관이 있다.

동부 지역 광물 생산 및 무역

콩고민주공화국 동부지역(북키부, 남키부, 마니아마)은 주로 금과 3Ts라 불리는 주석, 폴탄, 중석을 생산한다(표 3). 주석, 탄탈륨, 중석과 니오븀은 전자산업에 활용되고 있어 세계적으로 각광받고 있는 희유금속종이다. 그 중 주석의 단가는 폴탄과 중석에 비해 떨어지지만 생산량이 현저히 많기 때문에 콩고민주공화국 동부에서 생산되는 가장 중요한 광물이다. 동부지역에는 이렇게 풍부하고 다양한 종류의 광물이 부존하는 광화대들이 발달하고 있지만, 10년이 넘게 무장분쟁상황이 지속되고 있다. 이로 인한 보안과 안정성의 문제로 기업들의 진출이 여러 해 동안 상대적으로 부진했다. 그러나 이투리지역(Ituri district), 오리엔탈 지역(Oriental province) 같이 금이 풍부한 지역에는 이러한 위협에

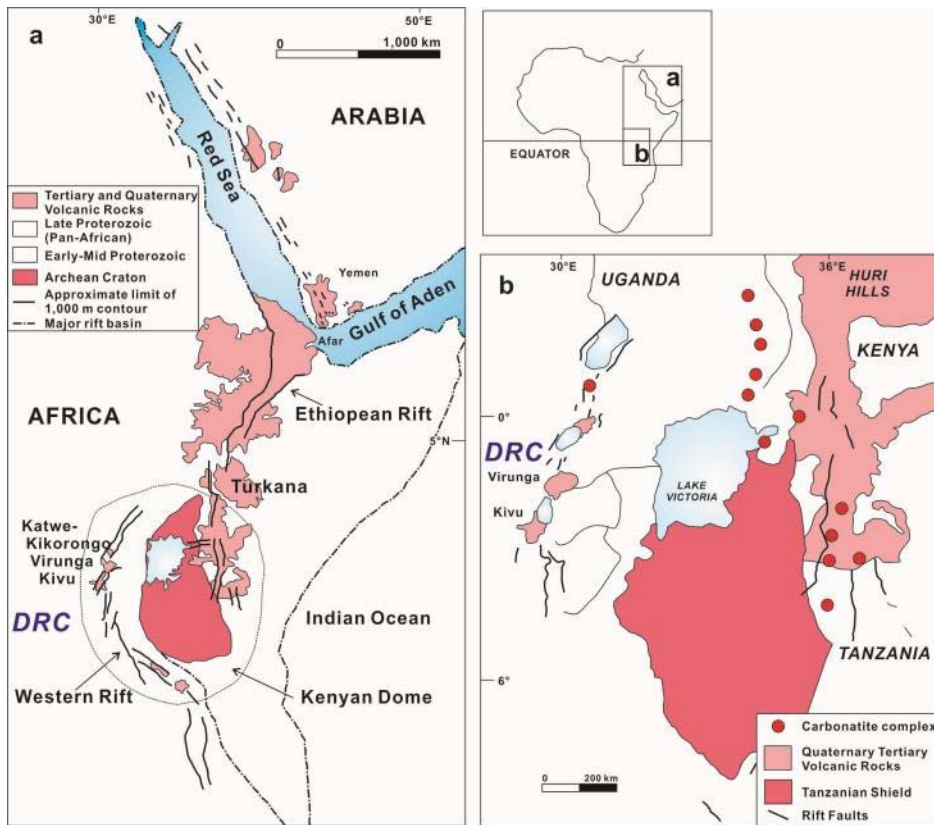


Fig. 6. East African rift system. Distribution of magmatic and tectonic provinces (a), distribution of carbonatite complexes (b) (Ernst and Bell, 2010).

Table 3. Situation of production of major mineral resources in east part of DR Congo (Koning, 2011)

지역	광종	2007	2008	2009	2010(1~6월)
북키부	주석	10,172톤	13,331톤	10,543톤	4,569톤
	콜탄	74톤	87톤	281톤	99톤
	중석	719톤	548톤	304톤	38톤
남키부	주석	4,731톤	6,004톤	4,652톤	1,908톤
	콜탄	354톤	440톤	187톤	7톤
	중석	455톤	168톤	81톤	7톤
총량		16,505톤	20,578톤	16,048톤	6,628톤

도 기업들의 진출이 다시 이루어지고 있다. 하지만 채광 및 개발이 여전히 수공업으로 작업이 이루어지고 있어, 가장 기본적인 광물의 생산만이 이루어지고 있다. 그리고 기업의 주도하에 이루어지는 채

광 외에도 불법적인 채광도 빈번히 일어나고 있어, 금의 생산에 있어서는 정부에서 생산량 및 그에 관한 정보들을 정확히 파악하지 못하고 있다. 그에 반해 3Ts는 정부에서 직접 관여를 하고 개발허가

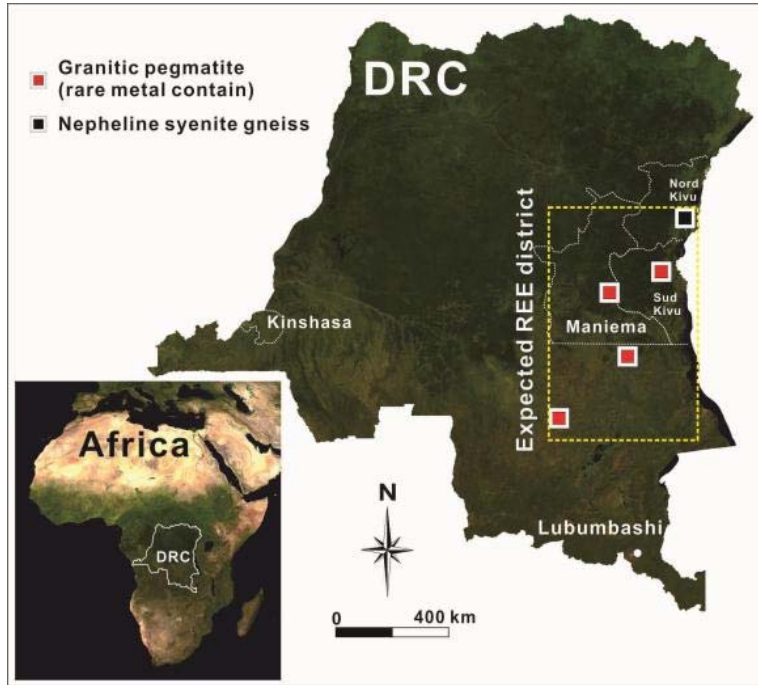


Fig. 7. Simplified satellite image showing REE potential area in the DR Congo (modified from Lofongo, 2011).

증이 있어야 무역을 할 수 있어 상대적으로 정보과
악이 잘 되고 있지만, 여전히 불법채광 등으로 인
한 문제가 있다.

요 약

콩고민주공화국은 아프리카의 중앙에 위치하며,
기반암인 화강암계열의 암석들은 주로 북쪽과 북
동쪽에 위치한다. 신원생대부터 중생대까지의 퇴적
암들은 주로 콩고분지와 카루분지에 연관하여 발
달하며, 중생대에서 현생시기까지의 퇴적암, 퇴적
물들은 주로 콩고의 서부와 중앙부에 발달한다.

콩고민주공화국에 발달하는 대부분의 광상은 화
강암계열의 관입암과 연관되어 나타나며, 키바라이
드대, 루필리안호, 열곡대 등의 영향으로 주로 남
쪽과 동쪽에 밀집된다. 남쪽과 동쪽을 포함하여 콩
고민주공화국 내에는 다이아몬드, 금, 코발트, 구
리, 아연 등 수많은 고부가가치 지하자원 및 카보
너타이트와 연관된 희토류 광물들이 풍부하게 부
존되어 있다.

콩고민주공화국의 자원개발은 대규모의 국영기
업, 국영민간 합작기업, 민간기업, 소규모의 영세채

광업자에 의해 이루어지고 있는데, 외국계 광업회
사들은 대부분 국영기업들과 제휴 협정을 맺고 자
원개발에 참여 중이며, 낙후된 광업 부문 발전 도
모를 위해 카빌라 대통령은 관련 법령의 제정 및
개정, 정부간섭 최소화 등 투자촉진 정책을 시행하
고 있어 향후 콩고의 광물생산이 크게 증가할 전망
이다. 따라서 전략적으로 접근한다면 자원 확보가
유리한 지역으로 판단된다.

사 사

본 연구는 한국지질자원연구원이 주요사업으로 수행
하고 있는 “해외 희유금속자원 탐사 및 부존잠재성 평가
사업(GP2012-002)”에서 지원되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Catuneanu, O., Wopfner, H., Eriksson, P.G., Cairn-
cross, B., Rubidge, B.S., Smith, R.M.H., and Han-
cox, P.J. (2005) The Karoo basins of south-central
Africa. *Journal of African Earth Sciences*, 43, 211-
253.
- Dewaele, S., Muchez, Ph., Vets, J., Fernandez, M.A.,

- and Tack, L. (2006) Multiphase origin of the Cu - Co ore deposits in the western part of the Lufilian fold-and-thrust belt, Katanga (Democratic Republic of Congo). *Journal of African Earth Sciences*, 46, 455-469.
- Ernst R.E. and Bell, K. (2010) Large igneous provinces (LIPs) and carbonatites. *Miner Petrol.*, 98, 55-76.
- Giresse, P. (2005) Mesozoic-Cenozoic history of the Congo Basin. *Journal of African Earth Sciences*, 43, 301-315.
- Hamdy, A., Philippe, M., Adrian, J., Boyce, Jens, S., Jacques, L.H.C., Stijn, D., and Albrecht, Q. (2010) Genesis of sediment-hosted stratiform copper-cobalt mineralization at Luiswishi and Kamoto, Katanga Copperbelt (Democratic Republic of Congo). *Miner Deposita*, 45, 735-763.
- Kadima, E., Delvaux, D., Sebagenzi, S.N., Tackw, L., and Kabeya, S.M. (2011) Structure and geological history of the Congo Basin: an integrated interpretation of gravity, magnetic and reflection seismic data. *Basin Research*, 23, 499-527.
- Kokonyangi, J.W., Kampunzu, A.B., Armstrong, R., Yoshida, M., Okudaira, T., Arima, M., and Ngulube, D.A. (2006) The Mesoproterozoic Kibaride belt (Katanga, SE D.R. Congo). *Journal of African Earth Sciences*, 46, 1-35.
- Koning R.D. (2011) Conflict minerals in the Democratic Republic of the Congo. SIPRI Policy paper No. 27.
- Kröner, A. and Stern, R.J. (2004) Pan-African Orogeny North African Phanerozoic Rift Valley, *Encyclopedia of Geology*, 1, 1-11.
- Lofongo, D.P.I., (2011) Country report of Democratic Republic of Congo, GRM.
- Maravic, H. and Morteani, G. (1980) Petrology and geochemistry of the carbonatite and syenite complex of Lueshe (N. E. Zaire). *Lithos*, 13., 159-170.
- Mavonga, T., Zana, N., and Durrheim, R.J. (2010) Studies of crustal structure, seismic precursor to volcanic eruptions and earthquake hazard in the eastern provinces of the Democratic Republic of Congo. *Journal of African Earth Sciences*, 58, 623-633.
- USGS (2010) Mineral Commodity Summaries 2010.
- Waele, B.D., Johnson, S.P., and Pisarevsky, S.A. (2008) Palaeoproterozoic to Neoproterozoic growth and evolution of the eastern Congo Craton: Its role in the Rodinia puzzle. *Precambrian Research*, 160, 127-141.

접수일(2012년 7월 20일), 수정일(1차 : 2012년 9월 25일),
 게재확정일(2012년 9월 25일), 책임편집위원 : 신동복