

이슈보고서

지역연구팀

VOL.2023-지역이슈-7(2023.08)

아프리카 지역 핵심광물 부존 현황 및 시사점



CONTENTS

I. 아프리카 지역 광물자원 현황

II. 아프리카 지역 4대 핵심광물 부존 현황

1. 코발트
2. 니켈
3. 리튬
4. 흑연

III. 시사점

작성

책임연구원 김경하 (6252-3598)

kh.kim@koreaexim.go.kr

<요 약>

I. 아프리카 지역 광물자원 현황

- 아프리카는 세계 광물 매장량의 30% 이상을 차지하며, 2018년 기준 광물자원 의존도가 높은 상위 15개국 중 10개국이 아프리카 국가일 정도로 광업은 아프리카 정부의 재정수입 및 외화수입 중 상당 부분을 차지함.
- DR콩고와 남아공은 자원의 보고로 불릴 만큼 세계적인 광물자원 부존국임. DR콩고는 다이아몬드, 금, 코발트, 구리 등의 고부가가치 광물자원과 희토류 광물이 풍부하게 매장되어 있으며, 코발트와 산업용 다이아몬드는 매장량과 생산량 모두 세계 1위임. 남아공은 매장량 기준 전 세계 백금족(PGM) 금속의 약 90%를 차지함.
- 중국은 아프리카 광물 생산량 중 가장 큰 단일 구매자로 일찍이 에너지 및 광물자원의 공급기지로써 아프리카의 가치를 파악하고, 안정적인 에너지 자원 확보를 위하여 동 지역에 상당한 투자를 해옴.

II. 아프리카 지역 4대 핵심광물 부존 현황

- (코발트) DR콩고는 2022년 전 세계 코발트 생산량의 73%를 차지했으며, 전년 대비 전 세계 코발트 생산량 증가분 중 70%를 차지함. DR콩고 코발트의 최대 수입국은 중국으로 DR콩고 총 코발트 수출량의 약 90%를 수입하며, DR콩고 내 19개의 코발트 광산 중 15개, 이중 최대 규모의 코발트 광산 7곳 중 4곳 이상을 소유하고 있음.
- (니켈) 부룬디와 탄자니아 서부 지역은 상당량의 니켈이 매장된 동아프리카 니켈 벨트(EANB)에 위치함. EANB는 산화광 보다 공정이 쉬운 황화광 매장량이 풍부하여 산화광 부존량이 높은 세계 니켈 생산량 1위 인도네시아에 비해 생산에 유리한 이점이 있음. 이로 인해 아프리카의 니켈 프로젝트는 탄자니아가 주도하는 중임.
- (리튬) 아프리카에서 리튬을 생산 중인 국가는 짐바브웨와 나미비아로, 짐바브웨는 아프리카 1위, 세계 6위 리튬 생산국이며, 매장량으로는 DR콩고가 아프리카 1위임. 짐바브웨는 1억 6,200만 달러 규모의 Arcadia 리튬 프로젝트와 광물 산업 개발을 위한 정부 정책 및 지원 등을 통한 지속적 생산 증가로 단기적으로는 아프리카 1위 리튬 생산국의 위치를 유지할 것으로 전망됨. 한편, 중국은 아프리카 광산 부문 중 특히 리튬 광석에 더 집중하는 중으로 아프리카 지역의 리튬 광산을 대거 확보하며 배터리 공급망을 강화하고 있음.
- (흑연) 아프리카의 주요 흑연 생산국은 마다가스카르, 모잠비크, 탄자니아로, 모잠비크는 세계 최대의 천연흑연 매장량을 보유한 Balama 광산과 Ancuadbe 광산을 보유하며, 탄자니아는 향후 흑연 생산에 있어 상당한 잠재력을 보유한 곳으로 향후 10년간 흑연 생산량이 40배 이상 증가할 것으로 전망됨.

III. 시사점 및 협력 확대 방안

- 향후 탄소 중립 추진에 따른 재생에너지 설비, ESS 및 자동차 배터리 등에 대한 수요가 급증하면서 핵심광물에 대한 수요 역시 크게 증가할 것으로 전망됨.
- 우리나라는 핵심 6대 광물 중 흑연을 제외하고 전량 수입에 의존하는 상황이며, 특히 중국에 대한 의존율이 상당히 높음. 증가하는 수요에 발맞춰 안정적인 광물 수급을 위하여 공급망 확보 및 다변화가 필요하며, 이를 위해 풍부한 광물자원의 부존에도 불구하고 아직 상당한 미개발 지역이 존재하는 아프리카 지역에 대해 관심을 둘 필요가 있음.
- 패키지 딜, 현지에서 활동 중인 기업 및 현지 기업과의 제휴, 가공·제조 부문의 투자 등의 진출 방안이 있음.
- 효과적인 진출을 위하여 정부 간 협력 강화를 통해 정치적 리스크를 줄이고, 정책 자문, 개도국 지원 프로그램의 활용, 자유무역협정(FTA) 체결 등을 통해 선제적으로 협력 기반을 구축할 필요가 있음.

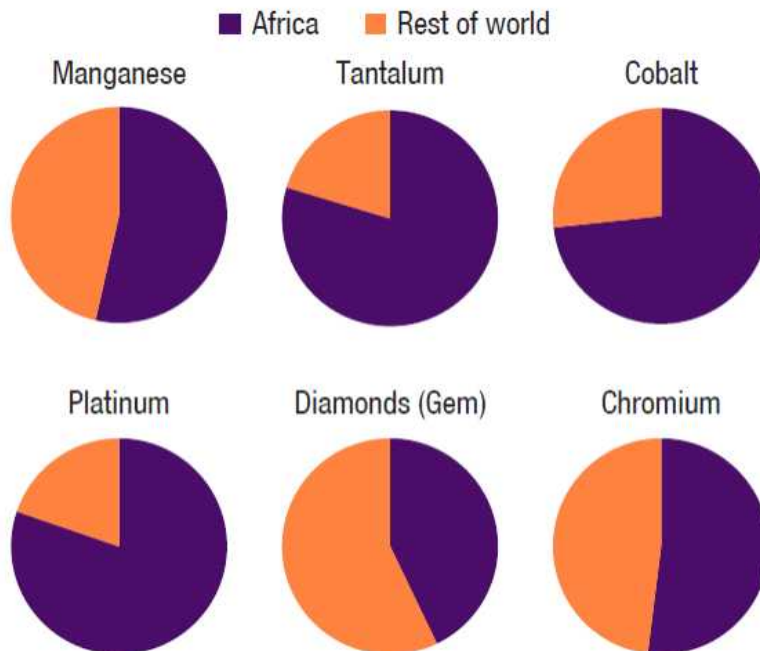


I. 아프리카 지역 광물자원 현황

아프리카 지역은 풍부한 광물자원을 보유

- 아프리카 지역은 세계 광물 매장량의 30% 이상을 차지하고 있으며, 전 세계 백금족(PGM) 매장량 및 생산량의 약 92%, 크롬 56%, 코발트 70% 이상, 망간 60% 이상, 금 30% 이상을 차지함.
- 친환경 에너지 전환 및 전기차 제조에 필요한 핵심광물 10개 중 리튬, 코발트, 백금을 포함한 7개의 광물을 생산하고 있으며, 전 세계 리튬, 인산염, 구리, 크롬, 망간, 금, 백금족, 다이아몬드 및 알루미늄 매장량의 큰 비중을 차지함.
- 주요 광물로는 콩고민주공화국(이하 DR콩고)의 코발트·탄탈룸, 보츠와나의 다이아몬드, 가나, 남아공, 수단, 금, 기니의 보크사이트, 잠비아의 구리, 나미비아의 우라늄, 라이베리아의 철광석, 남아프리카공화국(이하 남아공)의 백금 등이 있음.
- 금은 아프리카에서 가장 많은 국가가 생산하는 광물로 아프리카 54개국 중 34개국이 생산 중이며, 2018년 기준 수출액은 약 500억 달러로 천연가스와 원유를 제외하고 천연자원 수출 중 가장 많은 금액임.
- 다이아몬드는 아프리카 남부 지역에서 가장 많이 채굴되는 자원으로 아프리카는 전 세계 다이아몬드 생산의 약 47%를 차지하고 있으며, 보츠와나는 2017년 아프리카 총 다이아몬드 수출의 35%를 차지함.

[그림 1] 광물별 전 세계 총생산 대비 아프리카 지역의 비중



자료: IMF(2021).



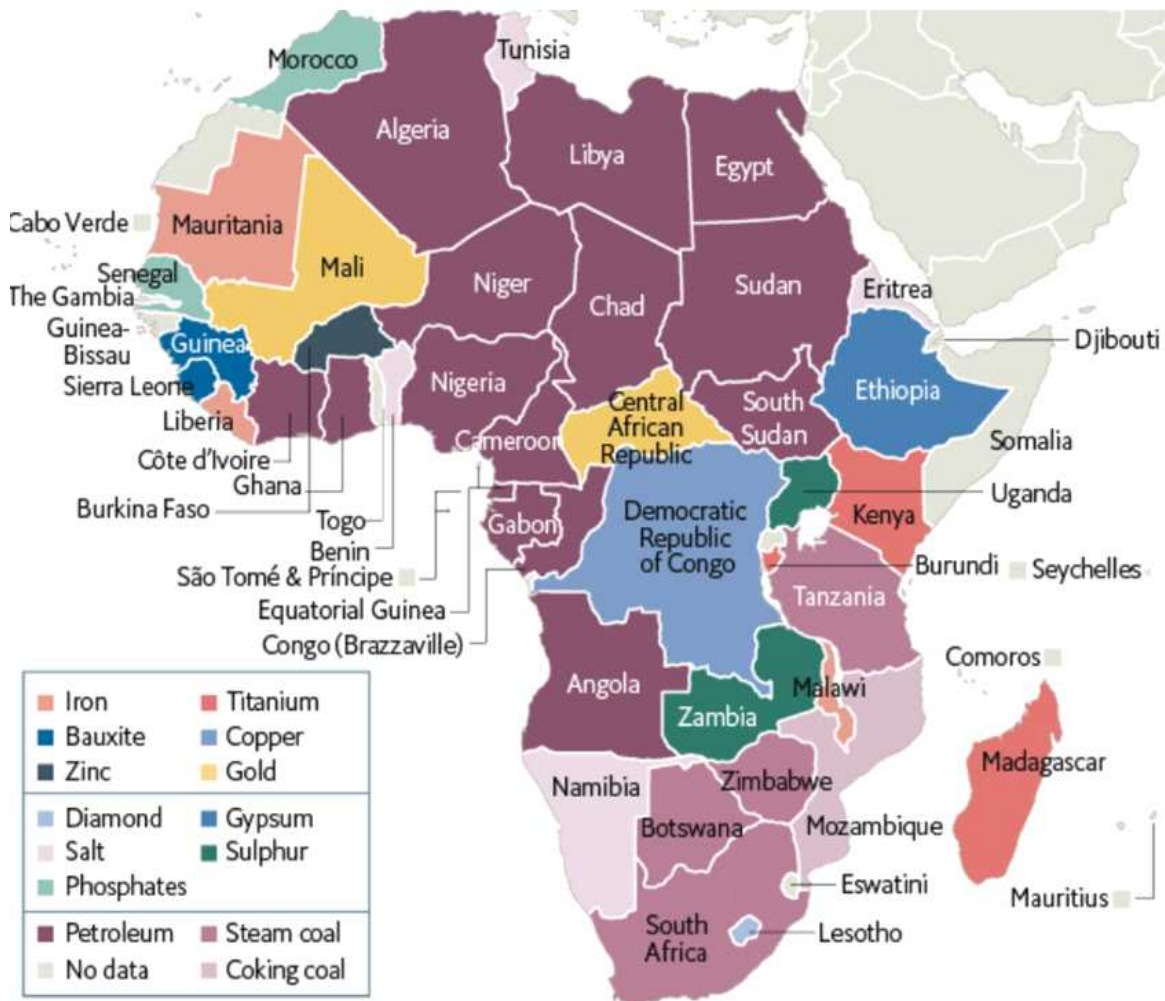
- 광물은 아프리카 각국에 다양하게 분포되어 있으며, 보크사이트, 구리 및 코발트, 크롬, 흑연, 망간, 금, 다이아몬드, 탄탈륨, 우라늄 및 백금족의 경우 아프리카는 선도적인 생산 지역임.

[표 1] 아프리카 지역의 광물별 주요 부존국

광물	국가
구리, 코발트	DR콩고, 잠비아, 남아공, 짐바브웨
다이아몬드	DR콩고, 보츠와나, 남아공, 앙골라
백금	남아공, 짐바브웨
우라늄	나미비아, 니제르, 남아공
금	가나, 남아공, 수단
철광석	남아공, 라이베리아
망간	남아공, 가봉, 가나
보크사이트	기니
리튬	짐바브웨
석탄	남아공, 모잠비크

자료: EIU(2022). 자료 기반 저자 작성.

[그림 2] 아프리카 지역 주요 광물 분포



자료: EIU(2023).



- 아프리카에서 광업은 정부의 재정수입 및 외화수입에서 상당한 비중을 차지하며 아프리카 경제의 기여도가 높음. 아프리카 지역은 2019년 4,060억 달러 가치에 해당하는 10억 톤의 광물자원을 생산함.
 - 2018년 기준 광물자원예의 경제의존도가 높은 상위 15개국 중 10개국이 사하라 이남 아프리카 국가(DR콩고, 가나, 부르키나파소, 말리, 시에라리온, 라이베리아, 기니, 나미비아, 마다가스카르, 보츠와나)였음.
 - 2022년 기준 남아공은 지하자원*으로 아프리카에서 가장 높은 연간 1,250억 달러 수준의 생산액을 기록하였으며, 이어 나이지리아(530억 달러), 알제리(387억 달러), 앙골라(320억 달러), 리비아(270억 달러) 순으로 나타남. 동 5개국은 다이아몬드를 제외한 광물의 아프리카 5대 생산국으로, 아프리카 지역 광물 생산액의 2/3 이상을 차지함.
- * 지하에서 만들어진 유용한 자원으로 에너지자원(석유, 천연가스, 석탄 등)과 광물자원을 의미함.
- 지난 10년 간 광업 부문은 광물자원 의존도가 높은 아프리카 국가 국내총생산의 평균 약 10%, 총수출의 절반 이상, 그리고 아프리카 FDI 유입의 약 1/3을 차지함.
 - 한 예로, 다이아몬드를 비롯한 광물에 대한 경제의존도가 높은 보츠와나의 광물자원 생산 및 수출은 외화수입의 약 85%, 정부 재정수입의 33% 그리고 지난 40년 간 GDP의 25%를 차지함.

[표 2] 2022년 아프리카 상위 10대 지하자원 생산국

순위	국가	주요 자원	연간 광물 생산액(십억 달러)
1	남아공	금, 망간, 백금, 기타	124.96
2	나이지리아	원유, 철광석, 칼럼바이트, 기타	52.69
3	알제리	탄화수소	38.70
4	앙골라	다이아몬드, 금, 원유, 기타	32.04
5	리비아	원유, 점토광물, 시멘트, 소금, 기타	27.03
6	이집트	금, 구리, 은, 기타	23.22
7	가나	금, 석회암, 철광석, 기타	14.97
8	DR콩고	금, 구리, 코발트, 기타	13.69
9	가봉	망간, 철광석, 우라늄, 기타	10.92
10	짐바브웨	백금, 크롬, 금, 석탄, 기타	9.77

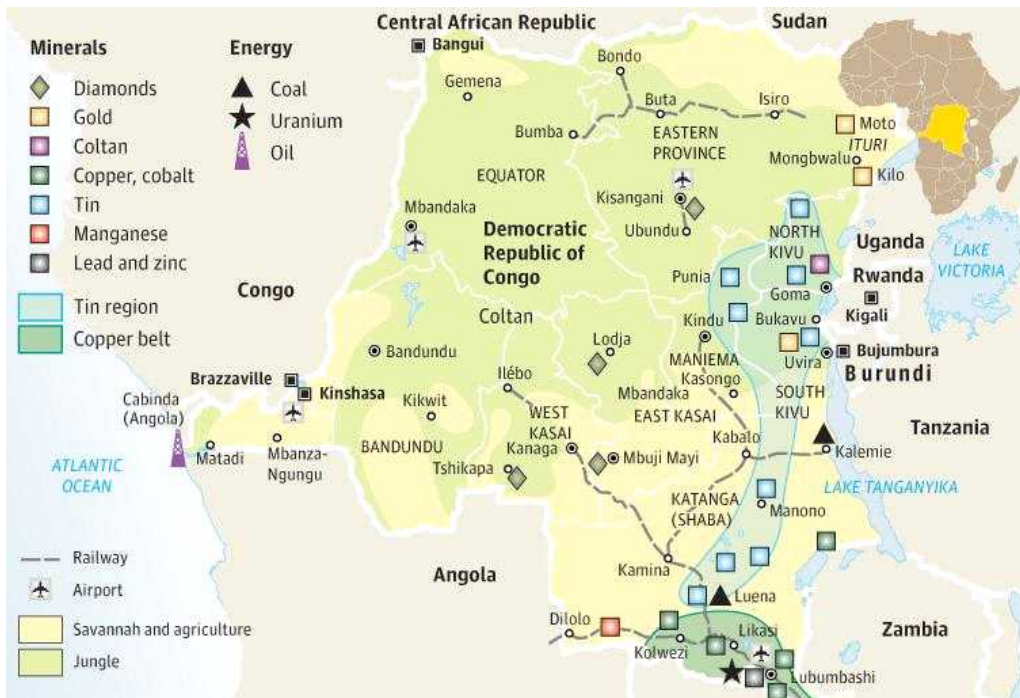
자료: Okafor(2023).

DR콩고와 남아공은 자원의 보고로 불릴 만큼 세계적인 광물자원 부존국

- DR콩고는 다이아몬드, 금, 코발트, 구리 등의 고부가가치 광물자원과 희토류 광물이 풍부하게 매장되어 있으며, 그중 코발트와 공업용 다이아몬드는 매장량과 생산량 모두 세계 1위임.
- 매장량 기준 전 세계 코발트의 75%, 금의 25%, 구리의 10%를 차지하며, 전자기기의 핵심 재료로 사용되는 탄탈륨이 들어있는 콜탄의 경우 전 세계 매장량의 80%, 생산량의 40%를 차지함.
- 아프리카 1위(2위 보츠와나, 3위 남아공), 세계 3위(1위 러시아, 2위 호주)의 다이아몬드 생산국으로 2020년 기준 전 세계 다이아몬드 매장량의 30%, 생산량의 약 20%를 차지했으며, 공업용 다이아몬드의 생산량은 세계 1위임.



[그림 3] DR콩고의 자원 분포도

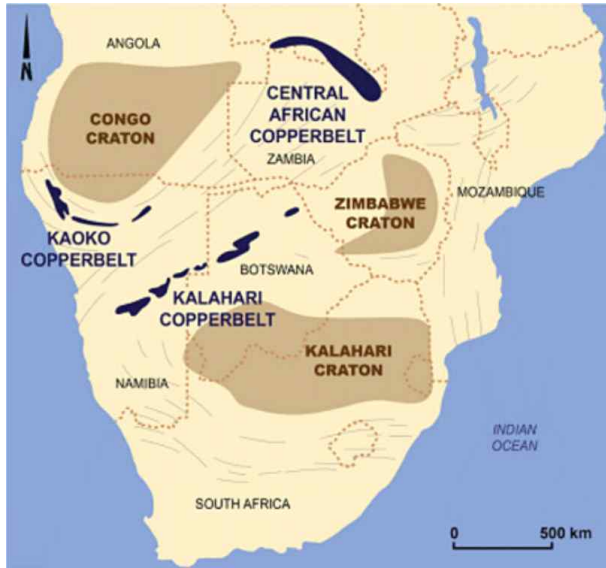


자료: Le Monde(2006).

- DR콩고는 앙골라-DR콩고-잠비아를 관통하는 중앙아프리카 구리 벨트(Central African Copperbelt)의 중심에 위치하여 풍부한 구리 및 코발트 매장량을 보유함.
- 구리 벨트는 보츠와나와 나미비아에 위치한 칼라하리 구리 벨트(Kalahari Copperbelt), 나미비아에 위치한 카오코 구리 벨트(Kaoko Copperbelt), DR콩고와 잠비아에 위치한 중앙아프리카 구리 벨트(Central African Copperbelt)가 있으며, 중앙아프리카 구리 벨트는 위치에 따라 콩고 구리 벨트, 잠비아 구리 벨트로 불림(그림 5 참고).
- 중앙아프리카 구리 벨트는 세계 구리 매장량의 15%, 코발트 매장량의 60%를 차지하며, DR콩고의 광산 개발은 동 구리 벨트가 위치한 Katanga 주 Lubumbashi 시에 집중되어 있음.
- 그 결과 DR콩고는 아프리카 1위 코발트 생산국으로 생산량 기준 세계 코발트 1·2·3위 및 6위 광산을 모두 보유하고 있으며, 2021년 코발트 생산량은 12만 톤으로 전 세계 코발트 생산 17만 톤 중 70% 이상을 차지함.
- 이미 세계 메이저 다국적기업들이 선점한 잠비아 구리 벨트와 달리 DR콩고 구리 벨트는 미탐사 지역이 많이 남아있는 상태이며, 현재까지 알려진 부존량은 구리 1억 5,000만 톤, 코발트 600만 톤으로 세계 1위임.

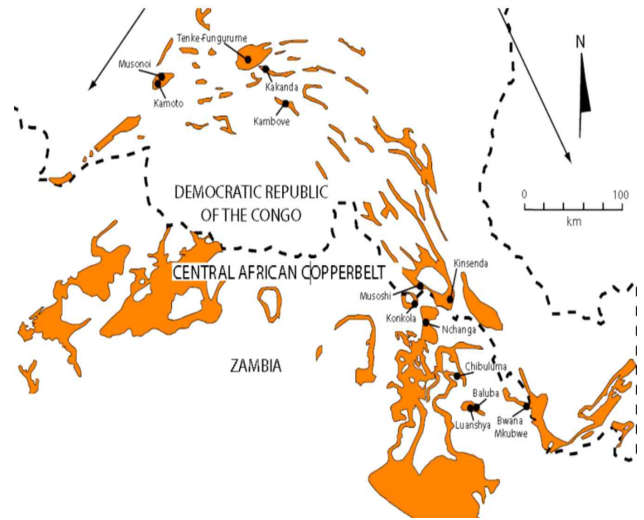


[그림 4] 아프리카 구리벨트



자료: MOD Resources; Taylor, et al(2009).

[그림 5] 중앙아프리카 구리벨트



- 남아공의 비에너지 광물자원 매장량의 가치는 2조 4,000억~3조 달러 정도로 추정되며, 공급량 기준으로 전 세계 백금족(PGM)¹⁾의 약 75%, 망간의 약 60%, 팔라듐의 약 40%를 차지함. 매장량 기준으로는 전 세계 PGM의 약 90%, 망간의 약 40%, 크롬의 약 50%를 차지함.
- 남아공의 광물자원 부문의 수익은 철과 비철금속이 큰 부분을 차지함. 남아공은 특히 PGM 금속의 세계 최대 생산국임.
- 석탄은 부가가치 측면에서 가장 중요한 광물로, 2020년 확인된 석탄 매장량은 약 99억 톤으로 세계 8위 수준임. 남아공은 생산된 석탄의 약 75%는 국내 에너지 소비에 사용하고 남은 물량인 약 25%만을 수출하면서 세계 5위 석탄 수출국임.

서방의 다국적 기업은 아프리카 광업 분야에서 주도적인 역할을 담당

- 서방의 다국적 광산기업은 상대적으로 광물자원 개발에 대한 역량이 부족한 아프리카 정부 및 국내 투자자들보다 자본, 노하우, 기술의 우위를 바탕으로 효율적으로 자원을 탐사하고 광산을 운영하며 이익을 극대화할 수 있는 역량이 있음.
- 그 결과 아프리카 지역에서 활동 중인 광산기업들의 대다수는 서방의 다국적 기업으로, 본사는 남아공 요하네스버그, 영국 런던, 캐나다 토론토, 호주 시드니 등지에 위치하며 주로 현지 정부와의 조인트 벤처 형태로 운영 중임.

1) Platinum Group Metal: 주기율표 제8, 9, 10족에 속하는 원소 중에서 루테튬(Ru), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 오스뮴(Os), 이리듐(Ir), 백금(Pt) 등 6원소의 총칭으로 많은 유기/무기화학 반응에서 촉매제로 사용되어 산업적으로 중요한 가치를 지님



[표 3] 아프리카에서 활동 중인 주요 다국적 광산기업

회사	본사 소재지	진출국	광물
Rio Tinto	영국 런던	카메룬, 가나	알루미늄
		기니	보크사이트
		남아공	구리, 티탄철석
		모잠비크	티탄철석
Anglo American	영국 런던	보츠와나, 나미비아, 남아공	다이아몬드
		짐바브웨	백금, 팔라듐
		남아공	철광석, 망간
Glencore Xstrata	스위스 바르	모리타니아	철광석
		부르키나파소	아연
		DR콩고	구리, 코발트
		탄자니아	니켈
		잠비아	아연, 구리, 코발트
Newmont	미국 덴버	말리	금
AngloGold Ashanti	남아공 요하네스버그	가나	금
Kinross	캐나다 토론토	가나, 모리타니아	금

자료: IMF(2021), op. cit. 자료 기반 저자 작성.

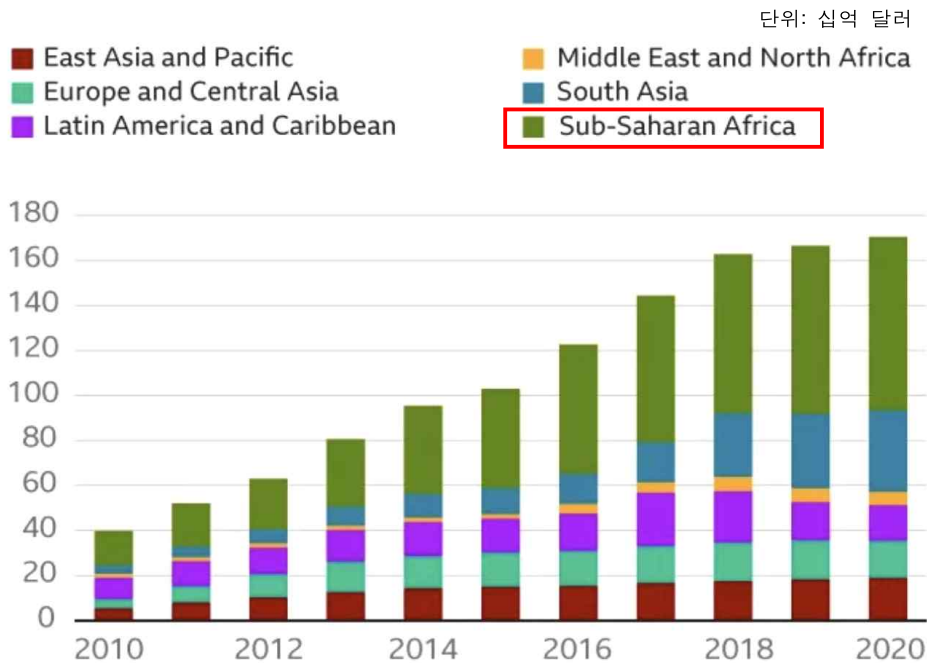
아프리카 광업 분야에 대한 중국의 투자 지속

- 중국의 아프리카 광업 분야에 대한 투자는 국가 차원에서 자원 확보를 목적으로 국영기업에 의해 진행되고 있음.
- 중국은 일반적으로 자원 보유국의 각종 기반시설 건설에 대규모 차관을 제공하고 그 대가로 자원개발권을 획득하거나 원자재를 직접 받는 차관-인프라-자원이 연계된, 일명 '앙골라 방식'(자원 담보 차관)으로도 불리는 '패키지 딜'(package deal) 방식으로 거래함.
- 중국은 일찍이 에너지 및 광물자원의 공급기지로 아프리카의 가치를 파악하고, 자국의 지속적 경제성장을 위한 안정적 자원 확보를 위하여 아프리카 각국에 상당한 투자를 해옴.
- 중국의 개발도상국에 대한 금융지원은 중국개발은행과 중국수출입은행의 주도로 이루어지고 있으며, 아프리카에 대한 금융지원은 2010년부터 크게 증가함(그림 6 참고).
- 2000~18년 동안 중국이 아프리카에 제공한 차관은 1,480억 달러로 주로 대규모 인프라 프로젝트에 집중되었으며, 2016~21년 동안의 대출액 중 66%는 교통과 에너지 부문에 제공됨.
- 2005~2015년 사이 아프리카 광업 분야에 대한 중국의 투자는 25배 증가했으며, 전체 대 아프리카 투자 중 광업 부문의 비중은 2005년 10%에서 2013년 50%로 크게 증가함.
- 2018년 기준 서아프리카(석유, 가스, 금)는 중국의 광업 분야 투자에서 가장 큰 부분을 차지했고 다음으로 남아프리카(금, 백금, 니켈, 코발트)가 높았으며, 동아프리카와 중앙아프리카는 정치적 불안정 등의 이유로 가장 적은 투자를 받음.



- 중국의 아프리카에 대한 영향력은 중국의 신경제구상인 '일대일로'(一帶一路, 육상·해상 실크로드)를 앞세워 계속 확대되고 있음.
- 중국은 아프리카 광물 생산량의 가장 큰 단일 구매자로 2020년 사하라 이남 아프리카 총 광물 수출의 43%(87억 달러 가치), 그리고 광석 및 금속 수출의 32%(166억 달러 가치)를 구매함(EIU).
- 중국 기업은 아프리카 광물 분야 생산 가치의 6~8%를 점유하며 이러한 점유율은 국가에 따라 상이함. 예를 들어 DR콩고의 광물 및 금속 생산의 약 25%를 차지하며, 에리트레아와 기니에서는 약 37%, 잠비아에서는 약 12%를 점유하고 있음.
- 2000년대 및 2010년대와 비교하면 아프리카 광물 수입 증가세는 2020년대 들어 다소 약화되었으나, 중국의 탈탄소화 추진 및 첨단기술 산업 개발에 관한 관심 등은 향후 아프리카 광물에 대한 수요와 투자를 증가시킬 것으로 사료됨.

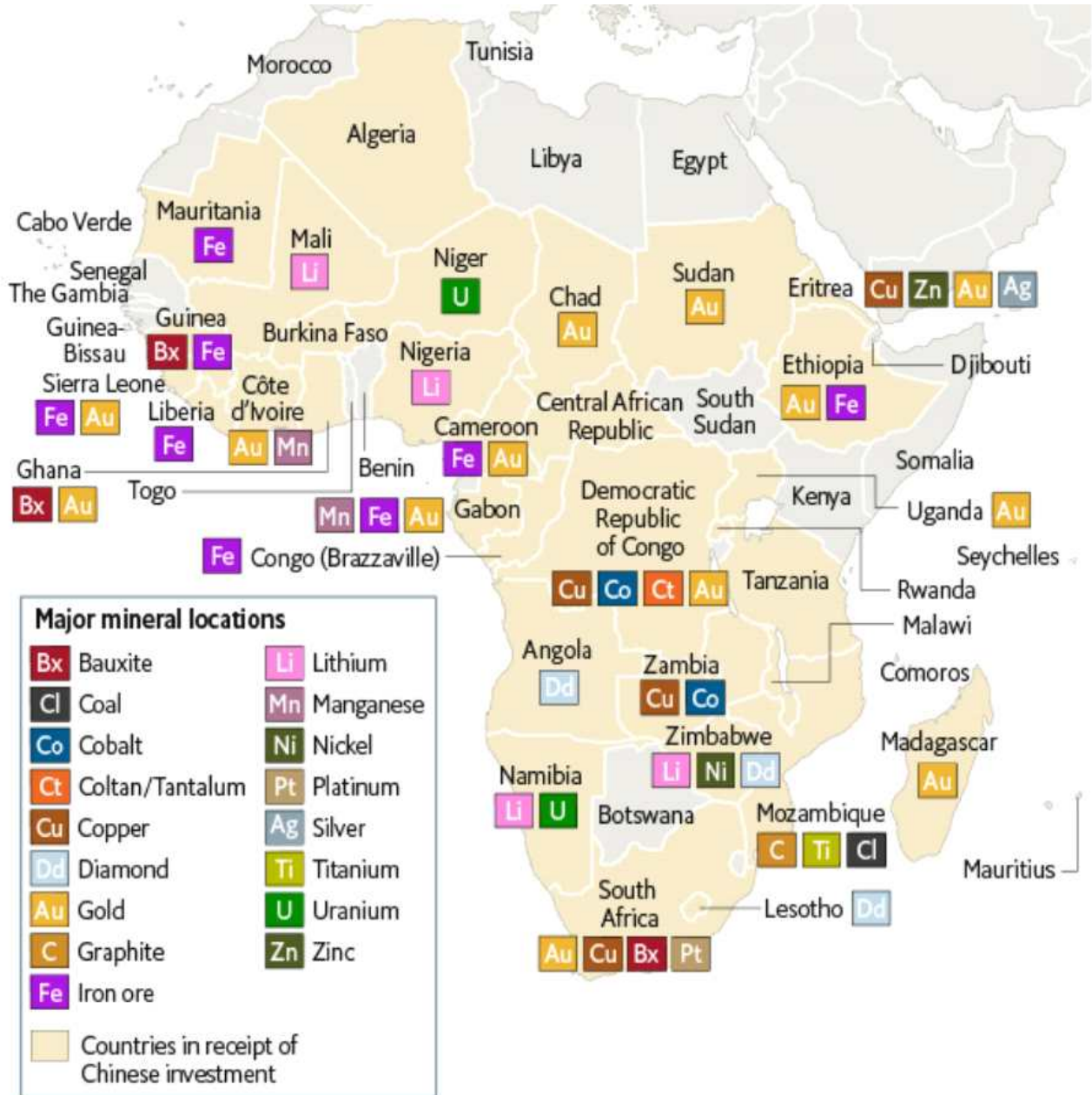
[그림 6] 중국의 지역별 차관 제공 규모 변화



자료: BBC(2022).



[그림 7] 2021년 기준 중국의 투자를 받는 아프리카 국가 및 광물



자료: EIU(2023).



II. 아프리카 지역 4대 핵심광물 부존 현황

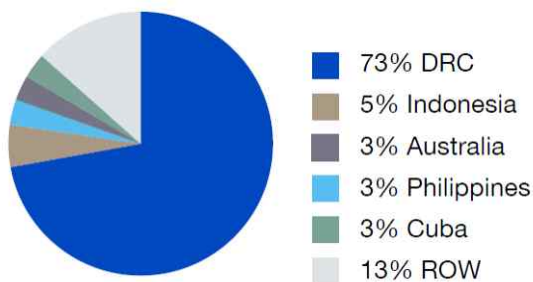
4대 핵심광물: 코발트, 니켈, 리튬, 흑연

- 전기차 및 신재생에너지 사업에 필수적인 핵심광물은 '단기간 내에 대체재를 찾기 어려우며, 자원의 편재로 공급 리스크가 존재하는 광물'을 의미함.
- 친환경 자동차 및 에너지 저장장치(Energy Storage System: ESS) 배터리에 사용되는 핵심광물은 코발트, 니켈, 리튬, 흑연으로, 코발트와 니켈은 배터리 양극재에 사용되며 흑연은 배터리 음극재에 사용됨.

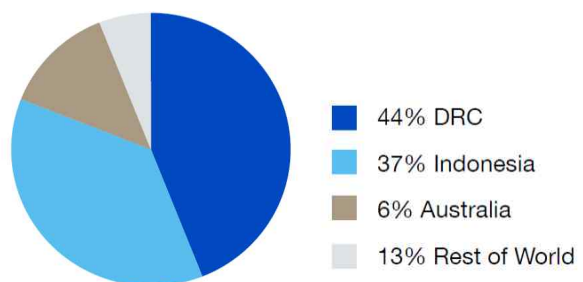
1. 코발트

- 코발트는 리튬, 니켈, 흑연과 더불어 리튬이온 배터리 등 2차 전지의 소재인 양극재의 핵심광물이며, DR콩고는 전 세계 코발트 매장량의 약 50%, 생산량의 약 70% 및 수출량의 약 95%를 차지함.
- 미국 지질조사국(USGS)에 따르면 세계 코발트 매장량은 2022년 기준 830만 톤으로, 이는 신규 탐사 결과 전년 대비 약 70만 톤이 증가한 수치임. DR콩고의 코발트 매장량은 400만 톤으로, 전 세계 매장량의 절반가량을 차지하며, 다음으로 호주(150만 톤), 인도네시아(60만 톤), 쿠바(50만 톤) 순임.
- DR콩고는 2022년 전 세계 코발트 생산량의 73%를 차지했으며, 전년 대비 코발트 생산량 증가분 중 70%를 차지함(2위 인도네시아 20%, 3위 마다가스카르 3%).
- DR콩고는 2030년까지 전 세계 코발트 공급량 증가분의 44%를 기여할 것으로 전망됨에 따라 향후 코발트 공급에 있어서 지속적으로 핵심 역할을 담당할 예정임.

[그림 8] 2022년 국별 코발트 공급 비중(%)



[그림 9] 국별 코발트 성장 잠재력(2022~30년)



주) ROW(Rest of World): 러시아, 마다가스카르, 캐나다, 파푸아뉴기니, 터키, 뉴칼레도니아, 모로코, 잠비아, 핀란드, 중국, 미국, 멕시코, 남아공
자료: Cobalt Institute(2022).

- DR콩고 코발트의 최대 수입국은 중국으로 DR콩고 총 코발트 수출량의 약 90%를 수입했으며, 수입되는 코발트 광석의 1/3은 DR콩고 내 중국 소유의 광산 및 제련시설에서 생산됨.
- 중국은 DR콩고 내 19개의 코발트 광산 중 15개, 이중 최대 규모의 코발트 광산 7곳 중 4곳 이상을 소유하고 있음.



- 중국의 광산업체인 낙양몰리브덴(CMOC)은 2016년 4월 DR콩고 최대의 구리-코발트 광산인 Tenke Fungurume 광산을 미국의 Freeport-McMoRan사로부터 인수하여 운영 중이며, 2020년 말에는 Kisanfu 광산의 개발권도 확보하여 DR콩고의 코발트 생산을 주도하고 있음.
- CMOC는 Tenke Fungurume 광산에 대한 DR콩고 측 파트너인 Gecamines(DR콩고 국영 광산기업)와의 로열티 분쟁으로 2022년 7월부터 수출이 어려워지자 매달 2만 톤의 구리와 1.5천 톤의 코발트 생산량을 비축해왔으나, 올해 4월 양사가 생산 및 판매 재개에 전격 합의함에 따라 현재 가격으로 최대 20억 달러에 이르는 코발트와 구리가 시장에 풀리게 될 예정임.
- CMOC는 Glencore를 제치며 올해 세계 최대 코발트 생산업체로 등극한 바 있음.
- GlobalData에 따르면 현재 전 세계적으로 3.3만 개 이상의 광산 및 프로젝트가 150개 이상 국가에서 진행되고 있는데, 2022년 생산량 기준 세계 주요 코발트 광산 및 프로젝트 10개 중 1위부터 8위까지의 광산이 DR콩고에 위치하며, 중국은 상위 3개 광산 중 2개를 운영 중임(표 4 참고).
- 2019년 세계 최대 코발트 광산인 Mutunda 광산을 소유한 Glencore사가 코발트 가격의 하락과 세금 인상 등으로 인한 운영비 상승의 이유로 동 광산의 운영을 중단하면서 DR콩고의 2019년 코발트 생산량은 전년 대비 3.8% 감소하였으나, 2022년 생산이 재개되면서 전 세계 코발트 생산량 5위를 차지함.

[표 4] 2022년 생산량 기준 세계 상위 10개 코발트 광산 및 프로젝트

순위	광산명	국가(위치)	생산량(kt)	기업
1	Metalkol RTR Project	DR콩고(Katanga)	57.06	Eurasian Resources Group(ERG)
2	Tenke Fungurume Mine	DR콩고(Katanga)	19.00	CMOC Group(중국)
3	Sicomines Copper-Cobalt Mine	DR콩고(Katanga)	17.41	China Railway Group(중국)
4	KOV Mine	DR콩고(Katanga)	13.48	Glencore Plc(스위스)
5	Mutanda Mine	DR콩고(Katanga)	11.55	Glencore Plc(스위스)
6	Mashamba East Mine	DR콩고(Katanga)	9.9	Glencore Plc(스위스)
7	Etoile Mine	DR콩고(Katanga)	6.29	Shalina Resources(UAE)
8	Ruashi Mine	DR콩고(Katanga)	5.21	Jinchuan Group(중국)
9	Weda Bay Project	인도네시아(Maluku)	4.36	Tsingshan Holding Group(중국)
10	Moa Joint Venture Project	쿠바(Holguin)	3.55	Sherritt International(쿠바)

자료: Mining Technology(2023).

- 2008년 중국과 DR콩고는 '세기의 계약'이라고도 불리는 광물-인프라 건설 교환계약을 체결함.
- 2008년 Gecamines와 중국 기업 SIMCO는 합작법인인 Sicomines를 설립하고 사회간접자본(SOC) 연계 자원개발 협정을 체결함. 중국철도그룹(CREC)은 Sicomines의 구리 및 코발트 광산에 대한 지분 68%와 구리 1천만 톤, 코발트 60만 톤 등의 자원 확보를 대가로 DR콩고 인프라 건설에 30억 달러를 투자할 것을 약속함.
- 중국은 세계 1위의 코발트 수요국이나, 전 세계 코발트 매장량의 1% 미만을 보유함에 따라 안정적인 수입처 확보가 매우 중요함.
- 중국은 DR콩고 인프라 개발에 30억 달러, Sicomines사 개발에 추가 30억 달러를 출자하였으며, 출자금 상황은 광산채굴 수익으로 충당함.



- 그러나 중국은 지난 10년 간 동 계약으로 100억 달러 이상의 광물을 획득한 데 비해 현재까지 계약서에 언급된 인프라 구축 금액에 훨씬 못 미치는 9억 달러 정도만을 지출함. 이에 DR콩고 정부는 올해 초 동 협정에 대한 채굴권 가치 재평가를 반영하여 당초 중국 측이 약속한 SOC 개발 투자비 30억 달러를 200억 달러로 대폭 증액할 것을 요구함.
- 또한, 동 SOC 협정 체결 시 설립된 Sicomines사의 DR콩고 측 지분을 현재 32%에서 70%로 늘리기 위한 협상을 진행 중임.
- 2022년 전기차 수요의 폭발적인 증가로 인한 전기차 배터리와 원자재 공급 부족 현상과 함께 러시아-우크라이나 사태로 공급망 불안이 심화되면서 핵심광물인 리튬, 코발트, 니켈의 국제가격은 크게 상승함.
- 특히 배터리 소재 중 가격이 가장 높은 코발트의 경우 2021년 1월 톤당 3만 3,000달러에서 같은 해 3월 톤당 5만 2,775달러, 그리고 2022년 3월 8만 2,250달러로 2.5배가량 급격히 상승함.
- 현재 DR콩고의 Pumpi, Musonoi, Mutoshi 코발트 프로젝트와 호주의 Broken Hill 코발트 프로젝트, Yakabindie 프로젝트 등 80여 개의 신규 개발 프로젝트가 진행 중으로 향후 코발트 생산량은 꾸준히 증가할 것으로 예상되며, 지난해 말부터 공급망의 병목현상의 부분적 해소로 코발트 가격은 현재(23. 8월) 톤당 3만 3,400달러 수준으로 하락함.

[그림 7] 코발트 국제가격의 변동 추이(2021.1월~현재)



자료: Trading Economics DB. "Cobalt."



2. 니켈

- 전기차 및 배터리, 신재생에너지 전환의 필수 원자재인 니켈의 전 세계 매장량은 2022년 기준 약 1억 톤, 생산량은 3.3백만 톤임.
- 매장량으로는 인도네시아(2.1천만 톤), 호주(2.1천만 톤)가 1위, 다음으로 브라질(2.1천만 톤), 러시아(7.5백만 톤) 순으로 높으며, 생산량으로는 인도네시아(1.6천만 톤), 필리핀(33만 톤), 러시아(22만 톤) 순으로, 호주(16만 톤)의 경우 매장량 대비 생산량이 매우 낮은 것이 특징임.
- 니켈은 크게 황화광(sulphide)과 산화광(laterite)으로 나뉘며 황화광은 구리와 백금족을, 황화광은 코발트를 함유함. 전 세계 니켈 부존량 중 황화광이 약 30%, 산화광이 약 70%를 차지함.
- 아프리카 지역의 니켈 생산국은 남아공, 짐바브웨, 보츠와나, 잠비아, 모로코, 코트디부아르 등으로 전 세계 니켈 생산량의 약 4% 정도를 차지함.
- 세계광업총회(World Mining Congress)의 2023년 데이터에 따르면 2021년 기준 남아공은 아프리카 총 니켈 생산의 약 31%를 차지했으며, 다음으로 마다가스카르 27%, 코트디부아르 22%, 짐바브웨 16% 순임.
- 현재 남아공, 짐바브웨, 탄자니아, 마다가스카르, 잠비아, 코트디부아르, 보츠와나를 중심으로 상당량의 니켈이 매장되어 있는 것으로 추정되며, 아직 발견되지 않은 부분이 상당하기에 향후 개발이 진행될 시 글로벌 니켈 공급망의 중추적인 역할을 할 것으로 전망됨.

[표 5] 아프리카 주요국의 니켈 생산량 추이 및 전망(2017~30년)

(단위: 천 톤)

국가	2023 ^f	2024 ^f	2025 ^f	2026 ^f	2027 ^f	2028 ^f	2029 ^f	2030 ^f
보츠와나	13.76	14.44	15.89	16.68	16.68	15.85	14.26	12.12
모로코	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
남아공	48.4	46.83	48	49.2	50.43	51.69	52.98	54.31
잠비아	3.26	3.75	3.82	3.9	3.98	4.06	4.14	4.22
짐바브웨	16.59	16.98	17.15	17.32	17.49	17.67	17.85	18.02
아프리카 총계	81.86	82.06	84.92	87.16	88.64	89.33	89.29	88.73
전 세계 총계	1,794.77	2,482.44	2,560.96	2,646.85	2,708.24	2,769.03	2,829.32	2,881.69
총생산량 대비 아프리카 비중	4.6%	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	3.2%	3.2%	3.1%

자료: Fitch(2021).



- GlobalData에 따르면 현재 전 세계에서 운영 중인 186개의 니켈 광산 중 127개는 남아공에 위치하며, 2022년 생산량 기준 남아공 5대 니켈 광산은 다음과 같음.

[표 6] 2022년 생산량 기준 남아공 상위 5대 니켈 광산

순위	광산명	위치	소유주	생산량(톤)	운영종료
1	Mogalakwena	Limpopo	Anglo American Plc	13,200	2051년
2	Union		Siyanda Resources	4,610	2033년
3	Impala	Impala Platinum Holdings	Impala Platinum Holdings	3,000	2035년
4	Rustenburg Complex	North West	Sibanye Stillwater	2,060	2051년
5	Pilanesberg		Sedibelo Platinum	1,670	2060년

자료: Mining Technology(2023).

- 부룬디와 탄자니아 서부 지역은 상당량의 니켈이 매장된 동아프리카 니켈 벨트(East African Nickel Belt: EANB)에 위치함. 이곳은 니켈 황화광 및 산화광이 풍부하게 매장되어 있음에도 인도양과 먼 거리와 교통 및 전력 인프라의 부족으로 여전히 개발이 충분히 이루어지지 않은 상태임.
- EANB의 풍부한 니켈 황화광 자원은 주로 니켈 산화광이 부존된 세계 니켈 생산량 1위 인도네시아에 비해 유리한 이점으로 작용함.
- 산화광도 황화광처럼 배터리 등급(1등급) 니켈로 전환될 수 있지만 고압산 침출(high-pressure acid leaching: HPAL)과 같은 에너지 집약적 처리 공정이 요구되며, 폐기물 처리 관련 환경적 우려가 수반되는 단점이 있음. 이에 비해 황화광은 기존 제련 및 정련 방법을 이용하여 공정이 쉬운 장점이 있음.
- 탄자니아는 아프리카 지역의 니켈 프로젝트를 주도하는 국가로, 사하라 이남 아프리카에서 진행 중인 신규 니켈 프로젝트 13개 중 4개를 차지함(표 7 참고).
- 세계 최대 광산업체인 BHP는 에너지 산업에 필요한 금속 및 광물의 공급망 확보를 위하여 세계 최대 규모의 황화 니켈 광산인 탄자니아 Kabanga 광산에 투자를 결정함.
- Kabanga 광산은 세계 최대의 고급 황화 니켈 광산으로 간주되지만 부룬디 및 르완다와의 국경에 근접하고 인프라가 부족한 탄자니아 북서쪽 오지에 위치하여 개발이 쉽지 않았음.
- BHP는 칠레, 캐나다 등 리스크가 비교적 낮은 지역에 투자를 집중해온 이전까지의 행보와 달리 올해 1월 미개척 광물자원에 대한 투자를 위하여 Kabanga 프로젝트를 개발 중인 영국 민간 광물업체 Kabanga Nickel에 대하여 1억 달러의 투자를 결정함. 향후 BHP는 Kabanga 광산 개발의 가속화를 위해 4천만 달러를 투자하고 습식 제련 공정에 1천만 달러를 추가로 투자할 예정임.
- 첫 생산은 2025년으로 예상되며, 30년 이상 동안 연간 배터리 등급의 니켈을 5만 톤 이상 생산할 수 있는 자원량을 보유함.
- 현재 탄자니아에서 진행 중인, 탄자니아의 다르에스살람에서 르완다 수도 키갈리까지 연결되는 표준궤 철도선(SGR) 프로젝트의 완공은 국가 교통 인프라의 한계를 넘어, 생산된 니켈을 남아공 및 아시아 지역까지 해상으로 운송하는 계획을 가능케 할 것임.

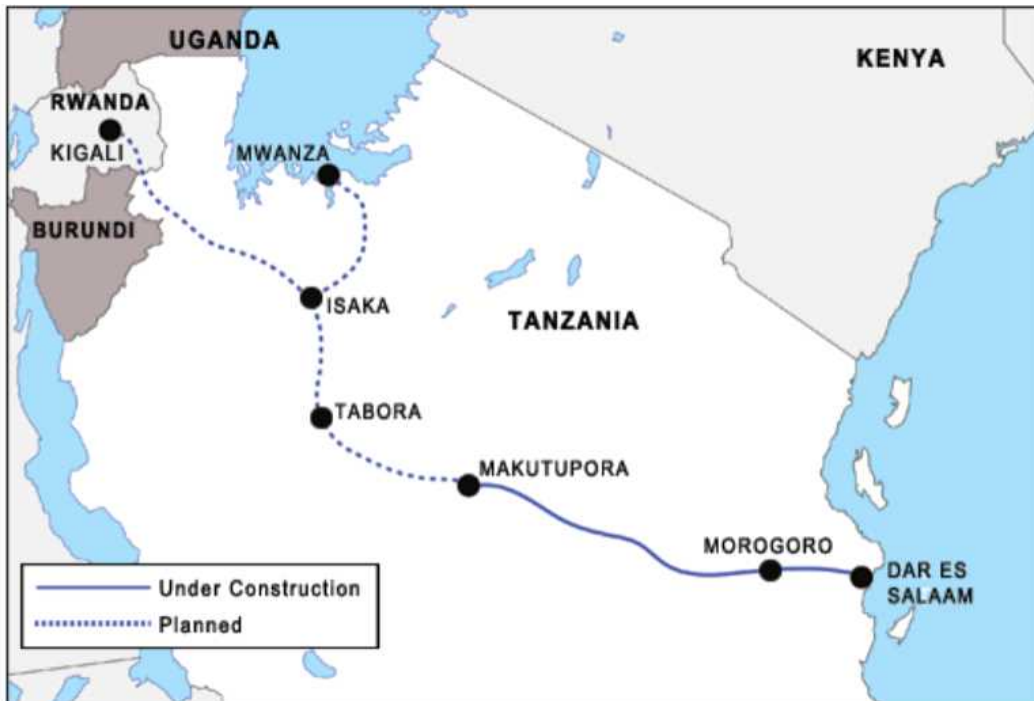


[표 7] 사하라 이남 아프리카의 신규 니켈 프로젝트

국가	광산	주요 회사	Capex (백만 달러)	자원량/매장량 ²⁾
탄자니아	Dutwa	탄자니아 정부	-	자원량: 1억 1,000만 톤
	Kabanga	탄자니아 정부, Kabanga Nickel		자원량: 5,700만 톤
	Ntaka Hill	Indiana Resources, Fig Tree Resources Fund II	450.3	계측된 자원량: 110만 톤
	Zanzui	African Eagle Resources	-	예상 자원량: 2,700만 톤
남아공	Jacomynspan	Orion Minerals	-	추정 자원량: 180만 톤
	Zebediela	Uru Metals	708	추정 자원량: 4억 6,540만 톤
코트디부아르	Touba-Biankouma (Sipilou)	NOCI	-	매장량: 6,000만 톤
	Samapleu	Sama Resources, SODEMI	461.7	추정 자원량: 3,320만 톤
기니	Kalia	Bellzone Mining	-	자원량: 7,930만 톤
카메룬	Nkamouna-Mada	Jiangxi Rare Metals, 카메룬투자공사	839	매장량: 6,810만 톤
보츠와나	Dikoloti	보츠와나 정부	-	예상 자원량: 410만 톤
잠비아	Enterprise	First Quantum Minerals	275	확인 매장량: 960만 톤
짐바브웨	Hunter's Road	Asa Resource Group	-	추정 자원량: 3,640만 톤

자료: BMI(2021).

[그림 10] 탄자니아 SGR 프로젝트



BMI(2021).

2) 자원량은 자연 상태에 존재하는 광물의 양이며, 매장량은 자원량 중 채광, 선광, 경제성, 환경 등의 요소를 반영하여 경제적 가치가 확인된 광물의 양을 뜻함.



3. 리튬

- USGS에 따르면 2022년 기준 전 세계 리튬 매장량 2.6천만 톤 중 칠레가 약 36%로 가장 큰 비중을 차지했으며, 이어 호주(약 24%), 아르헨티나(10%), 중국(약 8%) 순으로 나타남.
- 상기 4개국은 전 세계 리튬 매장량의 약 80%를 차지하고 있으며, 아울러 남미의 이른바 리튬 삼각지대(아르헨티나-볼리비아-칠레)는 전 세계 리튬 매장량의 54%를 차지함.
- 생산량으로는 호주가 47%로 가장 많았으며, 다음으로 칠레(30%), 중국(15%), 아르헨티나(4.8%) 순임.
- 리튬 자원량은 지속적인 탐사로 상당히 증가하여 2022년 총 9.1천만 톤에 달했으며 이는 2021년 대비 900만 톤이 증가한 것임. 자원량이 가장 많은 나라는 리튬 삼각지대에 속하는 볼리비아(2.1천만 톤), 아르헨티나(2천만 톤), 칠레(1.1천만 톤)이며, 다음으로 호주(790만 톤), 중국(680만 톤), DR콩고(320만 톤) 순임.
- 아프리카 지역의 주요 리튬 매장국은 짐바브웨, 나미비아, 말리, 가나, DR콩고이며, 이 중 현재 리튬을 생산 중인 국가들은 짐바브웨와 나미비아임.
- 짐바브웨는 아프리카 국가 중 유일하게 전 세계 리튬 생산량 상위 10위권 안에 드는 국가로 아프리카 1위, 세계 6위의 리튬 생산국이며 2021년 1.2천톤의 리튬을 생산함.
- 현재 짐바브웨, 나미비아, 말리, 가나, DR콩고에서 9개의 리튬 광산 프로젝트가 개발 중이며, 이 중 짐바브웨는 가장 많은 3개의 프로젝트를 진행 중임(표 9 참고). 기타 개발 잠재력이 있는 아프리카 국가로는 부룬디와 르완다가 있으나, 여전히 탐사 단계에 머물러 있음.
- 나미비아는 짐바브웨 이외에 리튬 광물을 수출하는 유일한 아프리카 국가로, 현재 Karibib 광산 리튬 프로젝트를 진행 중임.
- DR콩고는 아프리카 1위의 리튬 매장량 및 자원량을 보유하고 있으나, 말리와 함께 높은 정치적 리스크로 인하여 매장량 대비 개발은 크게 이뤄지지 못함.
- 남아공은 리튬 채굴과 가공처리는 하고 있지 않지만 배터리 셀 부품 제조를 위한 가치 사슬에 참여 중이며, 여러 남아공 기업들이 리튬 이온 배터리팩 조립에 참여 중임.

[표 8] 아프리카 지역의 리튬 매장량 및 자원량 순위

국가	총매장량	총자원량	전 세계 대비 비중		아프리카 대비 비중	
			매장량	자원량	매장량	자원량
DR콩고	3백만 톤	3백만 톤	3.5%	3.1%	69.1%	60.7%
말리	70만 톤	84만 톤	0.8%	0.9%	16.1%	17.0%
짐바브웨	50만 톤	69만 톤	0.6%	0.7%	11.5%	14.0%
가나	9만 톤	18만 톤	0.1%	0.2%	2.1%	3.6%
나미비아	5만 톤	23만 톤	0.1%	0.2%	1.2%	4.7%

자료: Fitch(2021); USGS(2023).



[표 9] 현재 진행 중인 아프리카 지역의 주요 리튬 개발 프로젝트

국가	광산	주요 회사	자원량/매장량
짐바브웨	Zulu	Premier African Minerals	예상 자원량: 2,010만 톤
	Arcadia	Zhejiang Huayou Cobalt	확인 매장량: 1,130만 톤
	Kamativi	Canadian strategic metal company, Chimata Gold Corp.	확인 자원량: 2,630만 톤
	Bikita	Bikita Minerals	확인 매장량: 1,080만 톤
말리	Goulamina	Firefinch Limited	확인 매장량: 810만 톤
	Bougouni	Kodal Minerals	확인 자원량: 1,160만 톤
가나	Ewoyaa	Atlantic Lithium Limited	확인 자원량: 450만 톤
DR콩고	Manono	AVZ Minerals(75%), La Congolaise d'Exploitation Minière SA (25%)	확인 매장량: 4,460만 톤
나미비아	Karibib	Lepidico(80%)	확인 매장량: 190만 톤

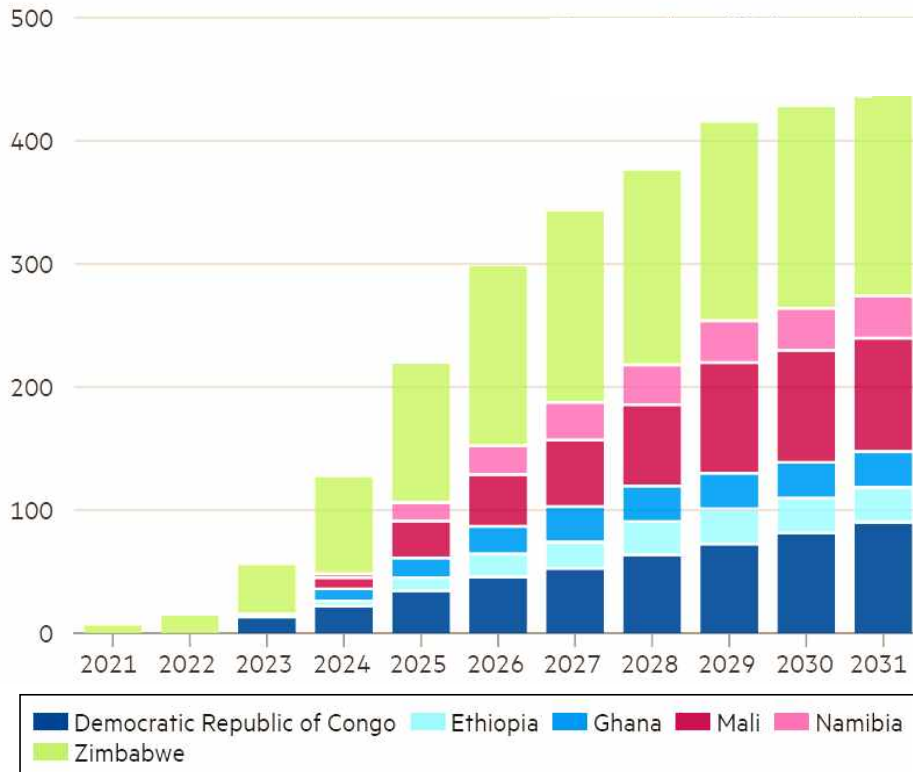
주) 현재 운영 중인 짐바브웨의 Arcadia, Bikita 광산 외에는 모두 신규 프로젝트
자료: Fitch(2021), Prospect Resources(2021).

- 짐바브웨는 1억 6,200만 달러 규모의 Arcadia 리튬 프로젝트와 광물 산업 개발을 위한 정부 정책 및 지원 등을 통한 지속적 생산 증가로 인해 단기적으로는 아프리카 1위 리튬 생산국의 위치를 유지할 것으로 전망됨(그림 11 참고).
- 짐바브웨는 1950년대부터 운영되어 온 아프리카 최대 리튬 광산인 Bikita 광산과 세계 최대의 광석 리튬 부존량을 지닌 Arcadia 리튬 광산을 보유하고 있으며 이곳에는 상당량의 엽장석(pegmatite)³⁾이 부존되어 있음.
- 짐바브웨의 Mnangagwa 대통령은 2017년 취임 이후 2030년까지 중소득 국가로의 도약을 목표로 한 '경제발전계획 VISION 2030'을 발표하고 이에 따라 2021~25년 동안 '제1차 5개년 국가개발전략 (National Development Strategy 1: NDS1)'을 시행 중임. NDS1은 최대 외화 수입원인 광물자원에 대한 개발사업 추진을 강조하며, 세부적으로는 2017년 27억 달러 규모인 광물 산업의 개발 투자 유치를 통해 2023년까지 광물 수출규모를 344% 증가한 120억 달러로 증대하는 것을 목표로 함. Arcadia 리튬 프로젝트는 이러한 2030년 수출 목표를 달성하는 데 크게 기여할 것으로 예상됨.
- 짐바브웨 정부는 장기적으로 Bulawayo에 리튬 가공처리 플랜트 건설을 계획 중으로, 완공 시 부가가치를 창출하여 대규모 투자를 유치할 것으로 전망됨.

3) 세계 리튬 매장량 중 62%는 염호(brine), 약 26%는 광석, 그 외에는 지열수, 온천수, 점토, 재러타이트(jadarite), 바닷물 등이 차지하며, 대표적인 광석으로는 리티아휘석(spodumene)과 엽장석(pegmatite)이 있음.



[그림 11] 아프리카 주요 리튬 공급국 성장 전망(2021~31년)



자료: Financial Times(2023).

- 한편, 중국은 최근 아프리카 광산 부문 중 특히 리튬 광석에 가장 집중하여, 아프리카 지역의 리튬 광산을 대거 확보하며 배터리 공급망을 강화하고 있음.
- 전기차 배터리 수요 증가로 리튬 수요가 높아지는 가운데 중국 국영기업인 중국비철금속광업그룹의 자회사 Sinomine Resource Group은 1억 8,000만 달러를 투자하여 현재 리튬을 생산 중인 Bikita 광산 지분 74%의 인수를 결정함.
- 세계 최대의 코발트 생산 기업인 중국의 Zhejiang Huayou Cobalt사는 2021년 12월 Arcadia 리튬 광산을 소유한 짐바브웨 리튬 광산업체인 Prospect Lithium Zimbabwe를 약 3억 8,000만 달러에 인수하였고, 올해 5월 Arcadia 리튬 광산의 신속한 개발과 가공처리 및 생산능력 확대를 위하여 300억 달러를 투자할 예정이라고 발표함.
- 또한, 중국의 Chengxin Lithium사는 지난 5월 짐바브웨 리튬 채굴 프로젝트에 7,650만 달러를 투자하였으며, 세계 제1의 전기차 배터리 생산업체인 CATL은 9월 DR콩고 Manolo 리튬 개발 프로젝트에 2억 4,000만 달러를 투자해 지분 24%를 확보함.
- S&P Global Commodity Insights는 아프리카 지역의 리튬 생산량은 중국 기업의 투자에 힘입어 2027년까지 2022년 대비 30배 이상 증가할 것이며, 2022년 1%에 불과했던 아프리카의 리튬 공급량은 2027년까지 전 세계 공급량의 12%를 차지할 것이라고 전망함.



[표 10] 중국이 투자 중인 아프리카 리튬 프로젝트

국가	중국합작 회사	중국 소유 형태	프로젝트 초기 LCE* 용량(천 톤)
DR콩고	AVZ minerals	부분적	104
	Tantalex Lithium	결정 전	n/a
에티오피아	Abyssinian Metals	기타	30
가나	Atlantic Lithium	기타	44
말리	Leo Lithium	부분적	123
	Kodal Minerals	부분적	18
나미비아	Andrada	결정 전	n/a
짐바브웨	Sinomine Resource	완전	56
	Chengxin Lithium	완전	25
	Huayou	완전	53
	Premier African Minerals	부분적	7

* LCE(Lithium Carbonate Equivalent): 생산공정 면에서 가장 기본적인 리튬 화합물로, 생산 및 수요를 파악을 위한 기준으로 활용됨.
자료: Financial Times(2023).

- 생산량 기준 아프리카 5대 리튬 프로젝트는 다음 [표 11]과 같으며, 이중 중국은 생산량 상위 1~4위 프로젝트에 투자 중임.

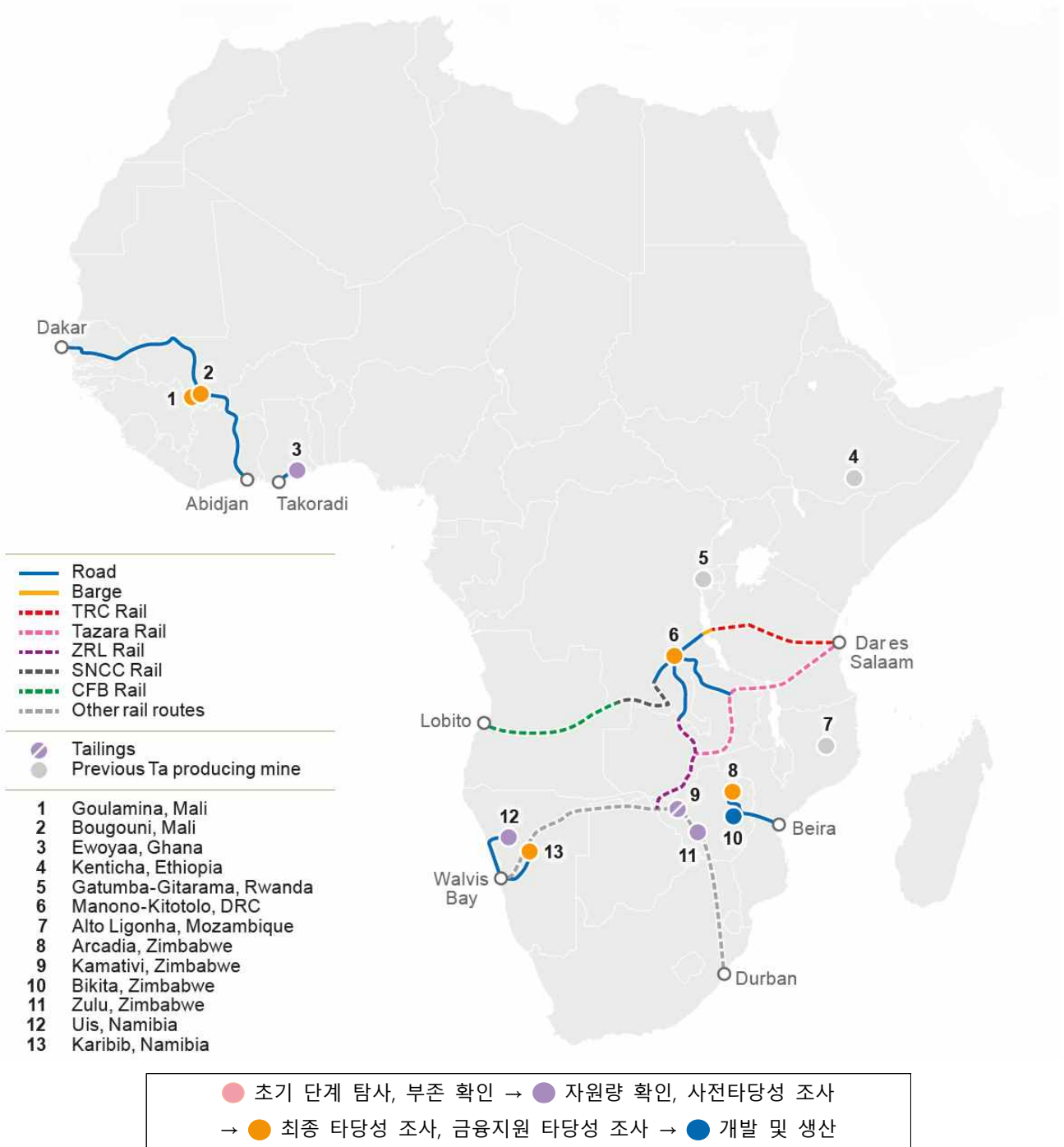
[표 11] 예상 생산량 기준 아프리카 상위 5대 리튬 프로젝트

순위	국가	프로젝트	예상 생산량(tpa)	운영사	내용
1	말리	Goulamina	831,000	Leo Lithium	수도 바마코 근처에 위치한 세계 최대 리튬 개발 프로젝트 중 하나로 2024년 2분기 첫 생산을 목표로 함.
2	DR콩고	Manono	700,000	AVZ Minerals	추정 매장량 9,300만 톤의 리튬 광산 개발 프로젝트로 2023년 중 생산을 개시할 예정임.
3	짐바브웨	Bikita	412,000	Sinomine Resource	매장량 1,100만 톤으로 매장량 세계 1위 광산이자 짐바브웨 총 리튬 매장량의 65%를 차지함. 이미 생산을 시작한 광산으로 1950년부터 평균 60,000 tpa의 리튬을 생산하며 아프리카에서 운영 중인 유일한 주요 리튬 광산임. 2023년 Sinomine Resource는 생산량을 412,000톤으로 늘릴 계획을 발표함.
4		Arcadia	400,000		수도 하라레 근처에 위치하며 Prospect Resources가 운영했으나 2022년 4월 중국의 Zhejiang Huayou Cobalt가 인수하였고, 2023년 3월 시범 생산을 시작함. 광산 수명은 18년으로 추정됨.
5	가나	Ewoyaa	225,000		가나 최초의 리튬 광산으로 2024년 3분기 첫 생산을 목표로 함.

자료: EnergyCapital(2023).



[그림 12] 아프리카 주요국의 리튬 공급망



자료: Goodenough, et al.(2022).

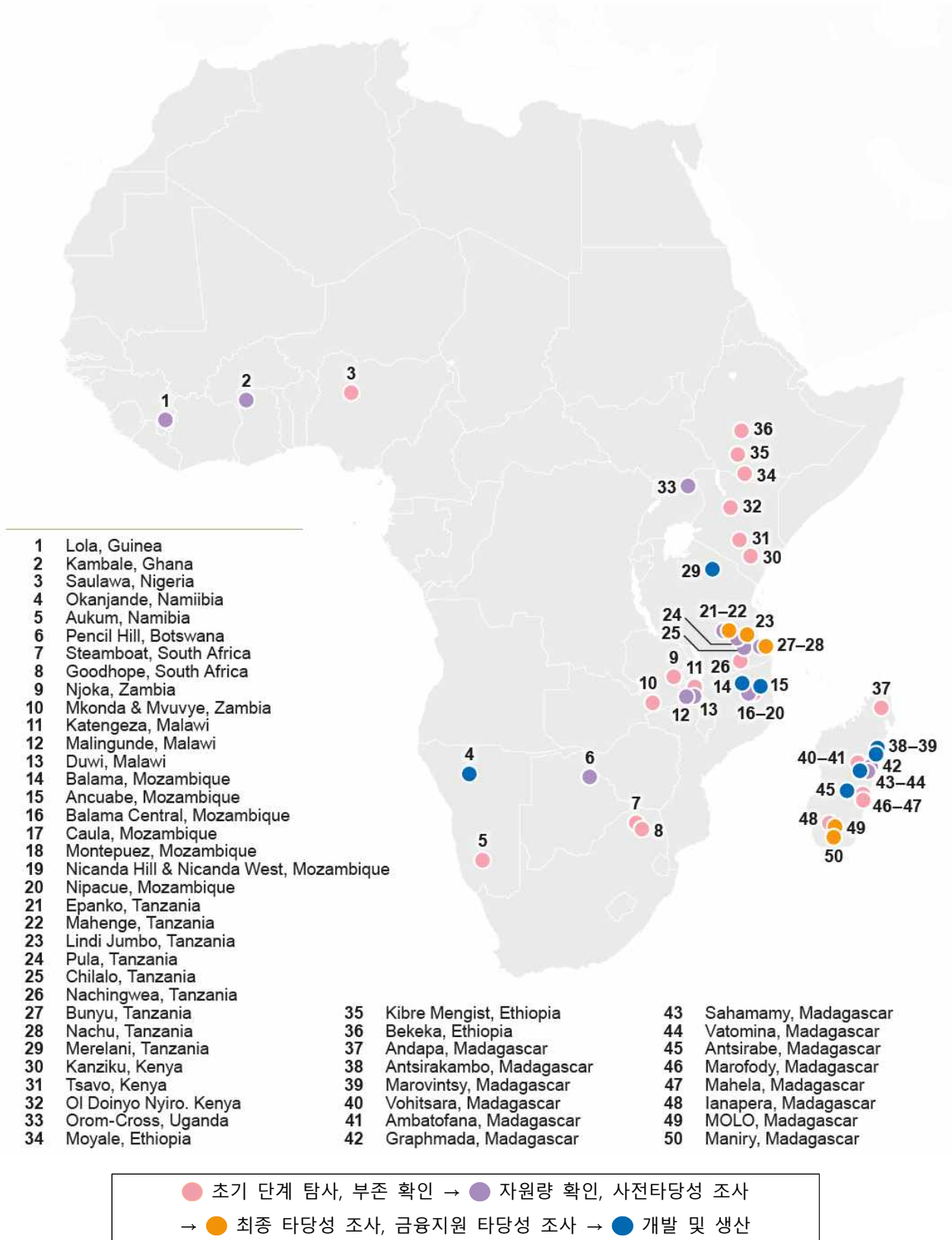


4. 흑연

- 전기차 배터리 음극재의 주요 소재로 사용되는 흑연은 자연에서 생성되어 채굴되는 천연흑연과 석유와 석탄의 부산물을 2,000도 이상 열처리하여 제조하는 인조흑연으로 구분되며, 천연흑연은 토상흑연(amorphous graphite)과 인상흑연(crystalline flake graphite)으로 구성됨.
- USGS에 따르면 2021년 기준 전 세계 흑연 자원량은 8억 톤, 매장량은 3억 2천만 톤으로 추정되었음. 튀르키예가는 총매장량의 28.1%를 차지했으며, 다음으로 중국(22.8%), 브라질(21.9%) 순으로 집계됨.
- 2021년 전 세계 흑연 생산량은 지난해보다 4% 증가한 100만 톤이며, 중국은 2020년 코로나19로 인한 봉쇄 이후 빠르게 생산량을 늘려 전 세계 흑연 시장의 82%를 차지함. 또한, 중국은 전 세계 흑연 수출의 65%를 차지했으며, 다음으로 독일(5.3%), 브라질(5.1%) 순으로 나타남.
- 경제성이 낮은 토상흑연의 매장량이 높은 튀르키예와 달리 중국에서 생산되는 흑연의 76%는 인상흑연으로, 전기차 배터리에 사용되는 인상흑연의 50% 이상을 생산하고 있음. 중국 다음으로는 브라질, 모잠비크, 탄자니아, 인도, 베트남 순으로 인상흑연 매장량이 높음.
- 아프리카에서 흑연은 4개국, 8곳(마다가스카르 4곳, 모잠비크 2곳, 나미비아, 탄자니아 각각 1곳)에서 생산 중이며, 짐바브웨는 2017년 흑연 생산을 중단함.
- 현재 에티오피아, 나이지리아, 나미비아, 남아공, 잠비아, 케냐, 마다가스카르, 모잠비크 8개국에서 초기 탐사 및 부존 확인이 진행 중이며, 기니, 가나, 보츠와나, 우간다, 말라위, 모잠비크, 탄자니아, 마다가스카르에서는 자원량 확인 및 사전타당성 조사를 시행 중임(그림 13 참고).
- 2021년 아프리카는 전 세계 흑연 공급량의 약 9%를 생산했으며, 주요 흑연 생산국은 모잠비크, 마다가스카르, 탄자니아임.
- 2022년 매장량 기준 마다가스카르 세계 4위(2,600만 톤), 모잠비크 세계 5위(2,500만 톤), 탄자니아 세계 6위(1,800만 톤)를 차지했으며, 생산량으로는 마다가스카르 세계 2위(17만 톤) 및 마다가스카르 세계 3위(11만 톤)임(USGS).
- USGS에 따르면 2022년 모잠비크와 마다가스카르의 흑연 생산량은 2021년 대비 각각 7만 톤에서 11만 톤, 7만 2천 톤에서 17만 톤으로 크게 증가함.
- 모잠비크의 인상흑연은 동국의 북부 지역에 위치한 모잠비크 벨트에 부존되어 있음. 주요 흑연 광산은 세계 최대 천연흑연 자원량을 보유한 Balama 광산과 Ancuadbe 광산으로, 두 곳 모두 Cabo Delgado 주에 위치함.
- 특히 모잠비크의 Balama 광산은 아프리카에서 매장량이 가장 큰 광산이자 탄소 함유량이 가장 높은 광산으로, 총흑연함량(TGC)이 15% 이상에 달하여(아프리카 평균: 4.2~9.9%) 배터리 등급 천연흑연 생산지로 급부상하며 2019년에 생산을 시작하였으나, 2020년 코로나19로 인한 중국의 수요 감소와 제한령 시행에 따른 생산 중단과 이후 2021~22년 광산 인근 지역 반란군의 공격으로 인한 치안 문제로 현재까지 생산이 중단된 상황임. 추후 배터리 소재 수요 회복에 따라 증산이 예상됨.



[그림 13] 아프리카 주요국의 흑연 공급망



자료: Mitchell & Deady(2022).



- 탄자니아는 흑연 생산량에 상당한 잠재력을 보유함.
- Benchmark Mineral Intelligence는 3년 후 아프리카가 중국(35%)을 앞지르고 전 세계 흑연 공급량의 40%(2021년 아프리카 15%, 중국 68%)를 차지할 것으로 예측하며, 탄자니아 흑연 생산량은 향후 10년 동안 40배 이상 증가하여 전 세계 흑연 생산량에서 차지하는 비중이 2022년 0.6%에서 2030년 11.4%까지 확대될 것으로 전망함.
- 탄자니아의 흑연 매장량 중 상당량이 동부 지역에 매장되어 있음. 중국 기업은 Merelani 광산에서 소량의 흑연을 생산 중이며, 이곳은 특히 탄자나이트(탄자니아에서만 발견되는 세계에서 가장 희귀한 보석 중 하나)와 같은 원석 채광으로도 알려져 있음.
- 탄자니아는 아직 흑연 생산 단계에는 도달하지 못했으나, 우수한 생산용량을 보유한 6개의 흑연 개발 프로젝트가 진행 중임(표 12 참고).

[표 12] 생산 중이거나 예정인 아프리카 주요 흑연 프로젝트

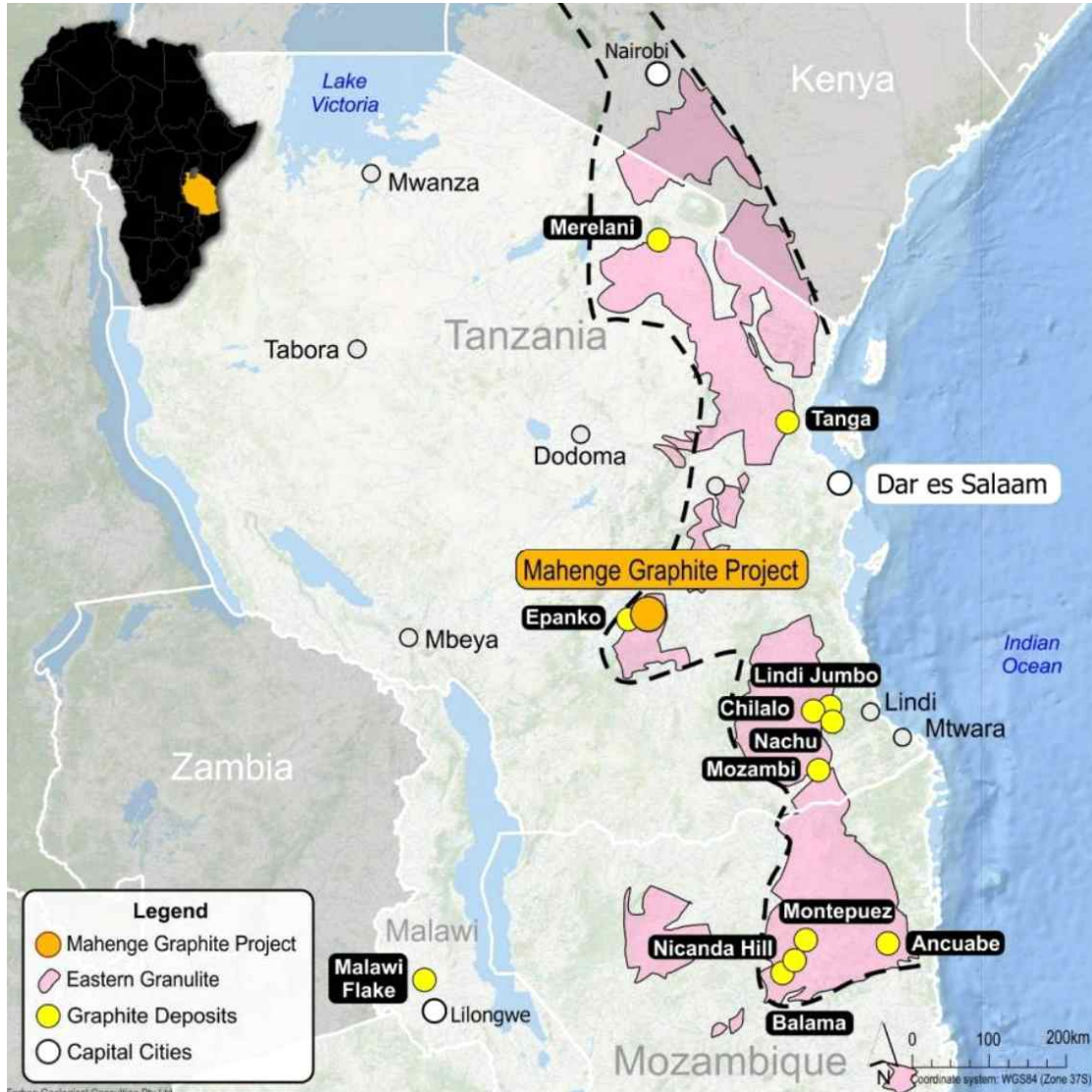
국가	프로젝트	회사	단계	매장량 (백만 톤)	연간 생산용량(톤) (kt/year)
모잠비크	Montepuez Central	Battery Minerals	생산 중	3.9	100
탄자니아	Epanko	EcoGraf	생산 계획	1.0	60
	Mahenge	Black Rock Mining		6.0	340
	Nachu	Magnis Energy Technologies		3.6	235
	Chilalo	Evolution Energy Minerals		0.6	50
	Bunyu	Volt Resources	F/S 완료	5.5	23.7
	Lindi Jumbo	Walkabout Resources	생산 중	1.0	40
마다가스카르	Molo	NextSource Materials Inc.		1.6	45.2
	Maniry	Evion Group NL	F/S 완료	1.1	39
기니	Lola	SRG Mining	F/S 완료	1.7	100

자료: Tayler(2022).

- 포스코는 올해 5월 탄자니아 Mahenge 광산을 소유한 호주의 Black Rock Mining과 MOU를 체결, 1천만 달러를 투자하여 광산 운영 기간인 25년 동안 총 75만 톤 규모의 천연흑연을 공급받는 계약을 체결함.
- Mahenge 광산은 현재 개발 중인 탄자니아 흑연 광산 중 매장량이 가장 큰 광산으로 연간 생산용량이 340kt/yr에 달하며, 2024년부터 생산을 시작할 예정임.
- 포스코는 동 흑연을 가공하여 포스코케미칼에 공급할 예정이며, 이를 통해 포스코케미칼은 이차전지 음극재의 핵심 원료인 흑연을 안정적으로 공급받을 수 있는 공급망을 확보하게 됨.



[그림 14] 탄자니아 흑연 매장지 및 Mahenge 프로젝트 위치



자료: Black Rock(2018).

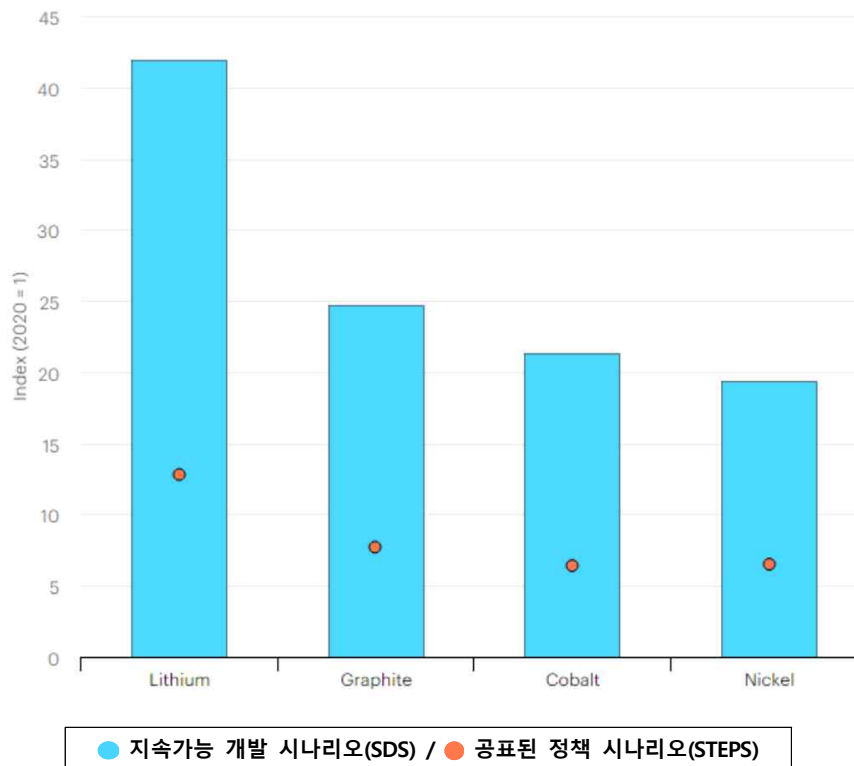


Ⅲ. 시사점

핵심광물에 대한 수요는 크게 증가할 전망

- 국제에너지기구(IEA)가 발표한 '탄소중립에 대한 지속가능 개발 시나리오'(Sustainable Development Scenario: SDS)*와 공표된 정책 시나리오(Stated Policies Scenario: STEPS)**에 따르면, 4대 핵심광물에 대한 수요는 2040년까지 크게 증가할 것으로 예측됨.
- 재생에너지 발전설비와 전기차는 화석연료 기반 설비보다 더 많은 광물을 필요로 하며, 전기차의 경우 기존 내연기관 차량 대비 6배, 풍력발전 설비는 가스화력발전소 대비 9배 많은 광물이 필요함. 이에 따라 4대 핵심광물에 대한 수요는 향후 크게 증가할 것으로 전망됨.
- 시나리오에 따르면 수요가 가장 크게 증가할 것으로 예상되는 광물은 리튬으로 13~42배 증가가 예측되었으며, 다음으로 흑연(8~25배), 코발트(6~21배), 니켈(7~19배)의 순으로 수요 증가가 예측되었음(그림 15).
- * 향후 10년 동안 지속가능 목표(온실가스 감축, 대기질의 개선, 에너지 평등의 달성 등)를 달성하기 위해 필요한 에너지 수요를 전망한 시나리오
- ** 현재 시행 중인 친환경 에너지 공약 중 이행 가능한 각국의 정책만을 반영한 시나리오

[그림 15] 4대 핵심광물의 2020년 대비 2040년 수요 변화



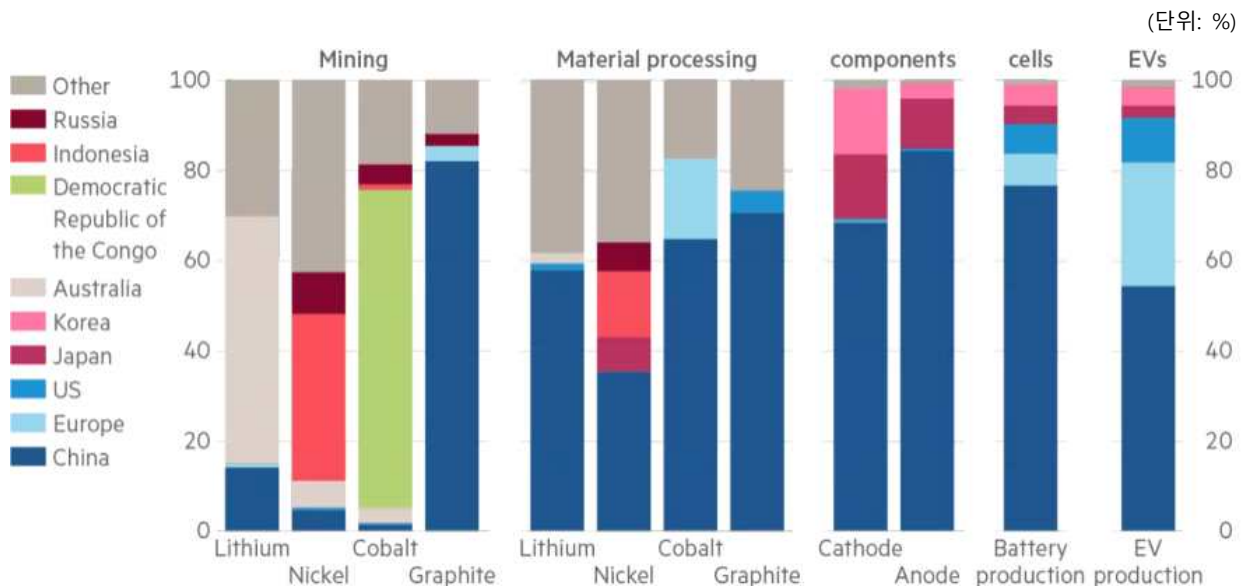
자료: IEA(2021).



핵심광물 공급망의 다변화와 안정을 위해 아프리카 지역에 관심 필요

- 우리나라의 광물 수입 의존도는 94%에 달하며, 공급망도 다변화되어 있지 않음.
- 우리나라는 2020년 기준 전기차 배터리 및 신재생에너지 확대에 필수적인 6대 광물(리튬, 니켈, 코발트, 흑연, 희토류, 백금족) 중 약 60%를 중국 포함 5개국(중국, 일본, 미국, 칠레, 뉴칼레도니아)에 의존하고 있음.
- 동 5개국 중에 중국은 37%로 가장 큰 비중을 차지했으며(다음으로 일본 9.9%, 미국 5.3%, 칠레 5.1%, 뉴칼레도니아 3.6% 순), 6대 광물 이외에도 마그네슘, 텅스텐의 총수입 중 각각 100%, 94.7%를 중국에 의존하고 있음.
- 우리나라의 광물 수입액은 2016년 34억 3,358만 달러에서 2020년 68억 4,792만 달러로 99% 급증하였으며, 흑연을 제외하면 국내 자급률은 0%로 전량 수입에 의존하고 있는 상황임.
- 또한, 우리나라는 전기차 배터리 생태계 단계 중 원자재 확보를 포함하는 업스트림 부문과 원자재 제련을 포함한 미드스트림 부문에서 매우 취약함(그림 16 참고).
- 배터리 셀 및 배터리 팩 제조를 포함하는 업스트림 부문과 전기차 생산의 경우 어느 정도 시장 점유율을 차지하고 있으나, 장기적으로 경기 회복 및 전기차 배터리 산업의 확대에 따른 핵심광물 수요의 증가가 예상되므로 한국 배터리 기업들은 광물의 안정적인 수급을 위하여 공급망 확보 및 다변화가 필요함. 이를 위해 풍부한 광물자원의 부존에도 불구하고 아직 미개발 지역이 상당히 존재하는 아프리카 지역으로 관심을 돌릴 필요가 있음.

[그림 16] 2022년 주요국의 전기차 배터리 생태계 단계별 공급망 점유율 수준



자료: Financial Times(2023).



아프리카 지역의 광물자원 확보를 위한 다양한 방안의 모색 필요

- 중국의 경우처럼 아프리카 지역에서 수요가 높은 인프라 분야에 대한 투자를 통한 패키지 딜 형식으로 자원 개발권을 획득하는 방법이 있음. 그러나 패키지 딜은 자원개발과 건설의 주체가 다른 점으로 주체 간 상이한 이해관계가 발생할 수 있는 점과 자원 탐사에 오랜 시간이 소요되는 점, 투자 대비 낮은 성공률, 특히 아프리카 지역의 높은 정치적 불안정으로 인해 리스크가 매우 크다는 단점이 있음.
- 앞서 탄자니아의 Kabanga 니켈 광산에 투자한 BHP의 경우에서 보듯이 경제적 리스크를 최소화하기 위하여 리스크가 높은 국가에서 활동 중인 소규모 회사 및 현지 기업과 관계를 맺어 진출하는 방법도 고려해 볼 수 있음.
- 아프리카 국가들은 광물을 수익성 있게 가공하고 배터리 제품으로 제조하는 역량이 매우 부족하여, 일반적으로 광물을 비가공 상태로 수출하고 배터리 등의 제품은 수입에 의존함. 따라서 기술이전을 전제로 한 가공 및 제조 부문의 투자도 진출 방안이 될 수 있음.
- 또한, 효과적인 진출을 위하여 정부 간 협력 강화를 통해 정치적 리스크를 줄이며, 경제개발, 산업발전계획 관련 정책 자문, 개도국 지원 프로그램의 활용, 자유무역협정(FTA) 체결 등을 통해 선제적으로 협력 기반을 구축할 필요가 있음.
- 현재 미국, 일본 등 주요국들은 양자 차원뿐만 아니라 다자 틀에서의 국제협력 강화를 추진 중으로 수요국과 공급국이 참여한 다자간 연계 형태로 협업을 추진하여 네트워크 확보 및 보다 다양한 투자를 진행 중임.
- 아프리카 광업 분야에 대한 투자는 불충분한 인프라와 정치적 불안정으로 인하여 리스크가 큰 단점이 있음.
- 특히 전력 공급과 교통 인프라가 개선되기 전까지는 광업 부문의 잠재력 대비 성장은 느리게 나타날 것으로 예상되지만, 낮은 노동비와 핵심광물의 가치 상승이 지속적으로 투자를 유치하는 요인으로 작용할 것으로 전망됨.



< 참고 문헌 >

- Barrerajun(2023). "Is Africa Rich in Lithium? Who's Investing and Where." <https://investingnews.com/africa-lithium/>
- BBC(2022), "중국 막대한 채권으로 빈곤국 '빚더미 함정'에 빠뜨리나."
- Black Rock(2018). "BLack Rock Mining Completes Compelling Dfs For Mahenge Graphite Project Demonstrating Major Geological And Geographical Advantages."
<https://blackrockmining.com.au/wp-content/uploads/241018-BKT-Compelling-DFS-Completed-Mahenge-Graphite-Project.pdf>
- BMI(2021). "Africa Nickel Developments: Opportunities and Risks for Participation in the Battery Revolution."
- Cobalt Institute(2022). "Cobalt Market Report 2022."
- Ecomnews Afrique(23.05.09). Africa set to take leadership in global graphite supply from China by 2026. <https://ecomnewsafrique.com/en/2023/05/09/africa-set-to-take-leadership-in-global-graphite-supply-from-china-by-2026/>
- EIU(2022). "Africa's mining operations will benefit from elevated prices"
- EIU(2023). "Africna mining sector looks to the future."
https://country.eiu.com/article.aspx?articleid=1542867137&Country=South+Africa&topic=Economy&subt_1
- Ellis, D.(2022). "Top 10 mineral producing countries in Africa." Mining Digital.
<https://miningdigital.com/top10/top-10-mineral-producing-countries-in-africa>
- EnergyCapital&Power(2023). "Top 5 Lithium Projects in Africa by Estimated Production."
<https://energycapitalpower.com/lithium-projects-africa-production/>
- EnergyCapital(2023). "Top 5 Lithium Projects in Africa by Estimated Production."
<https://energycapitalpower.com/lithium-projects-africa-production/>
- Financial Times(2023). "How China is winning the race for Africa's lithium."<https://www.ft.com/content/02d6f35d-e646-40f7-894c-ffcc6acd9b25>
- Fitch(2021). "Africa Lithium Outlook: SSA to offer Diversification Amid the Race to Secure Critical Materials."
- Fitch(2021). "Africa Nickel Developments: Opportunities and Risks for Participation in the Battery Revolution."
- Goodenough, K.& Deady, E., Shaw, R.(2022). "Lithium Resources and Their Potential to Support Battery Supply Chains, in Africa."
- IEA(2021). "The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions."
- IMF(2021). "Tax Avoidance in Sub-Saharan Africa's Mining Sector."
- InterRegional(2023). "Mineral Wars: The Scramble for African Lithium."
<https://www.interregional.com/en/mineral-wars>
- KOMIR(2022). "남아공 연락관 단신(11월 24일).
https://www.kores.net/common/pdfPreview.do?fid=reportNewsFile&file_seq=12521
- KOMIR(2022). "남아공 주간 동향(5월 4주).
https://www.komis.or.kr/common/pdfPreview.do?fid=reportNewsFile&file_seq=12954
- Le Monde(2006). "Democratic Republic of Congo's mineral resources." <https://mondediplo.com/maps/congo2006>
- Mining Technology(2023). "The five largest nickel mines in operation in South Africa."
<https://www.mining-technology.com/marketdata/five-largest-nickel-mines-south-africa/>
- Mining Technology(2023). "The world's ten largest cobalt mines."<https://www.mining-technology.com/marketdata/ten-largest-cobalts-mines/>
- Mining Techonology(2023). "The world's ten largest cobalt mines."
<https://www.mining-technology.com/marketdata/ten-largest-cobalts-mines/>
- Mitchell, G. & Deady, E.(2022). "Graphite Resources and Their Potential to Support Battery Supply Chains, in Africa." British Geological Survey.
https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/531119/1/Graphite%20supply%20chains%20in%20Africa_Report.pdf
- MOD Resources;
- Okafor, C.(2023). "Top 10 richest mineral-producing countries in Africa."
<https://africa.businessinsider.com/local/markets/top-10-richest-mineral-producing-countries-in-africa/46ltw0q>
- Prospect Resources(2021). "Binding Agreements Executed for Sale of Arcadia Lithium Project to Zhejiang Huayou Cobalt."



- Reuters(2023). "China's CMOC resumes copper, cobalt shipments from Congo TFM mine."
<https://www.reuters.com/article/cmoc-congo-copper-cobalt-idAFL1N38V0A1>
- Signé, L.(2021). "Africa's Mining Potential: Trends, Opportunities, Challenges and Strategies." Policy Center for the New South.
<https://www.policycenter.ma/publications/africa-s-mining-potential-trends-opportunities-challenges-and-strategies>
- TanzaniaInvest. "Graphite." <https://www.tanzaniainvest.com/graphite>
- Taylor, G.(2022). "Africa's Growing Graphite Mining Potential." S&P Global.
<https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/research/africa-s-growing-graphite-mining-potential>
- Taylor, C.D. et al(2009). "Geology and non-fuel mineral deposits of Africa and the Middle East."
Trading Economics DB. "Cobalt." <https://tradingeconomics.com/commodity/cobalt>.
- USGS(2023). "Mineral Commodity Summaries 2023."
- Ventures Africa(2023). "5 ONGOING LITHIUM PROJECTS IN AFRICA."
<https://venturesafrica.com/5-ongoing-lithium-projects-in-africa>
- WMD(2023). "World Mining Data 2023."