

배터리 소재 광물시장 동향 및 전망

: 리튬, 니켈, 코발트 중심으로



CONTENTS

<요약>

I. 에너지 전환 시대의 배터리 시장

II. 배터리 소재 광물시장 동향 및 전망

1. 배터리 소재 광물 시장 개요

2. 배터리 소재 3대 핵심광물

(1) 리튬

(2) 니켈

(3) 코발트

III. 결론 및 시사점

작성

선임연구원 성동원 (6252-3611)



<요 약>

에너지 전환으로 운송용, ESS 부문 등에서 리튬이온 배터리 시장이 급성장함에 따라 배터리 소재 광물자원인 리튬, 니켈, 코발트 시장도 높은 성장세 지속 전망

- 세계은행은 2050년 에너지 저장과 관련된 배터리 소재 핵심광물인 리튬, 코발트 등의 수요가 2018년 대비 약 4.5~5배 증가할 것으로 예상
- Wood Mackenzie도 2030년까지 배터리 소재 광물자원 시장의 연평균 4~13%대 성장률을 전망하는 등 배터리 광물 수요가 중장기적으로 높게 지속될 전망
- **(리튬)** 리튬이온 배터리의 핵심 원료로서 매장량의 82%가 칠레, 호주 등 4개국에 부존
 - (수급) 2030년 리튬 화합물 수요는 2021년 대비 약 100만 톤 이상(연평균 13%대) 증가하는 등 수요가 공급보다 빠르게 증가, 2020년대 후반 이후 공급 부족이 점차 심화될 전망
 - (가격) 전기차 배터리 수요 확대로 2020년 하반기 이후 리튬 화합물의 가격 급등세가 지속되며 2022년 들어 역대최고치 기록, 중장기적으로 강한 수요가 높은 가격을 지지할 전망
- **(니켈)** 비교적 고르게 분포하나 인도네시아, 중국 외에 개발 프로젝트는 거의 없는 상황
 - (수급) 니켈 수요는 2021년 약 270만 톤에서 2030년 약 400만 톤으로 증가(연평균 4%대), 2020년대 말까지 추가 공급이 이루어지지 않는다면 구조적인 공급 부족 전망
 - (가격) 2018년 이후 니켈광물 가격 상승세가 지속 중이나 인도네시아 공급 확대로 2020년대 중반 하향 안정화되었다가 2020년대 말 공급 부족으로 다시 상승할 전망
- **(코발트)** 콩고민주공화국(DRC)이 공급량의 약 80% 차지, 가격 변동성이 높은 광물
 - (수급) 코발트 수요는 2021년 약 16만 톤에서 2030년 약 26만 톤으로 증가(연평균 약 6%), 향후 2~3년간 공급과잉이 예상되나 신규투자가 없다면 2020년대 후반부터 공급 부족 전망
 - (가격) 코발트 광물가격이 중단기적으로는 하향 안정화되겠지만 리튬이온 배터리 수요 급증 지속에 따라 2020년대 후반 공급 부족으로 인해 재상승할 전망

중장기적으로 배터리 소재 광물의 공급부족 우려가 존재하는바, 한국 배터리 부문의 경쟁력 우위를 유지·강화하기 위해 안정적인 원료 확보에 적극 나서야 함

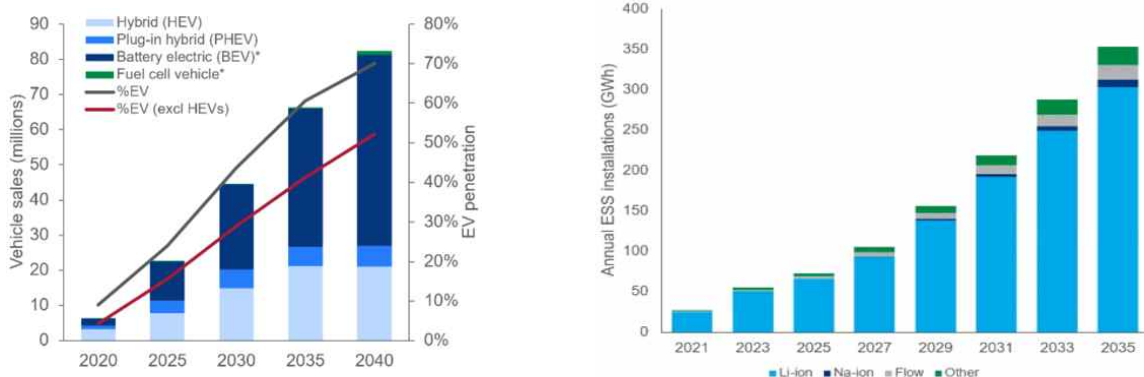
- 2050년 탄소중립 실현을 위해 배터리 소재 광물의 확보 경쟁이 더욱 심화될 것으로 예상되며, 배터리 산업의 경쟁력 강화를 위한 안정적인 소재 확보방안 마련 필요
- 배터리 산업의 경쟁력을 기반으로 한 해외자원개발 부문에서의 협업기회를 모색하고, 페리튬이온 배터리의 재활용과 관련된 기술개발, 사업역량 강화 필요
- 한편 장기적으로 나트륨이온 배터리와 같이 원료확보가 용이한 소재를 활용한 신소재 배터리 기술개발에도 박차를 가하여 기술을 선점할 필요

I. 에너지 전환 시대의 배터리 시장

에너지 전환 움직임으로 운송용 부문을 중심으로 전기화(electrification)가 가속화됨에 따라 배터리 시장이 동반 성장할 전망

- 승용차 부문에서 배터리 전기차 비중은 '30년 30%, '40년 50%에 달할 전망(Wood Mackenzie)
 - 코로나19에도 불구하고 2021년 전기차 판매는 650만 대를 넘어서며 전년 대비 두 배 이상을 기록하였고, 중국과 유럽은 보조금에 힘입어 전체 매출의 84% 차지
- 에너지 저장시스템(ESS)도 리튬이온 배터리를 중심으로 설치규모가 중장기적으로 급증할 전망
 - 나트륨 이온, 플로우 배터리(flow battery)¹⁾ 등 다른 배터리 기술을 사용하는 일부 파일럿 프로젝트가 몇 년 내에 가동될 것으로 예상되나 소규모 파일럿 활동 또는 특수 목적에 한하고, 이러한 기술들의 단기간내 대규모 상용화는 어려울 것으로 예상

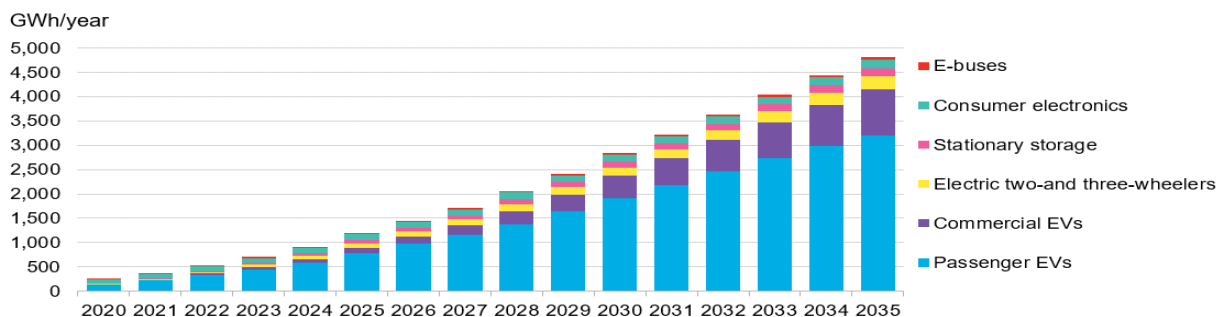
전기차 시장 성장 전망(좌) 및 ESS 연간 설치규모 전망(우)



주) Fuel cell vehicle: 압축된 액체 수소 연료전지로 구동
자료: Wood Mackenzie

- 전기차, ESS 부문의 성장에 힘입어 2035년까지 리튬이온 배터리의 시장 규모가 2020년 258GWh에서 2035년 4.8TWh로 연평균 21.5%의 높은 성장세를 보이며 급증할 전망(BNEF)

리튬이온 배터리의 용도별 수요 전망

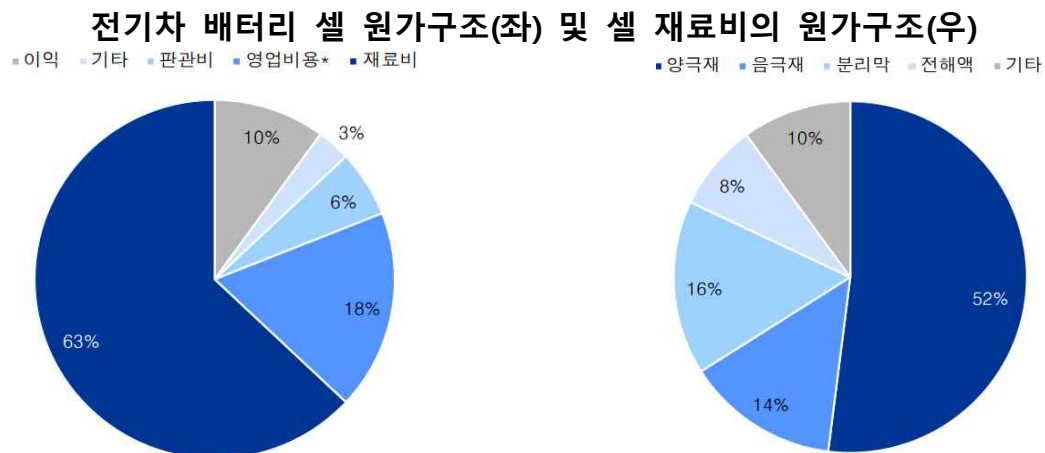


자료: BNEF

1) 바나듐 수용액을 전해질로 사용하고 이들의 산화환원 반응을 통해 충·방전하는 배터리로 리튬이온 배터리보다 화재 위험성이 크게 낮은 장점

배터리 소재 시장은 '21년 282억 달러에서 '25년 704억 달러, '30년 1,232억 달러로 2021~2030년간 연평균 17.8%의 높은 성장세 전망(SNE research)

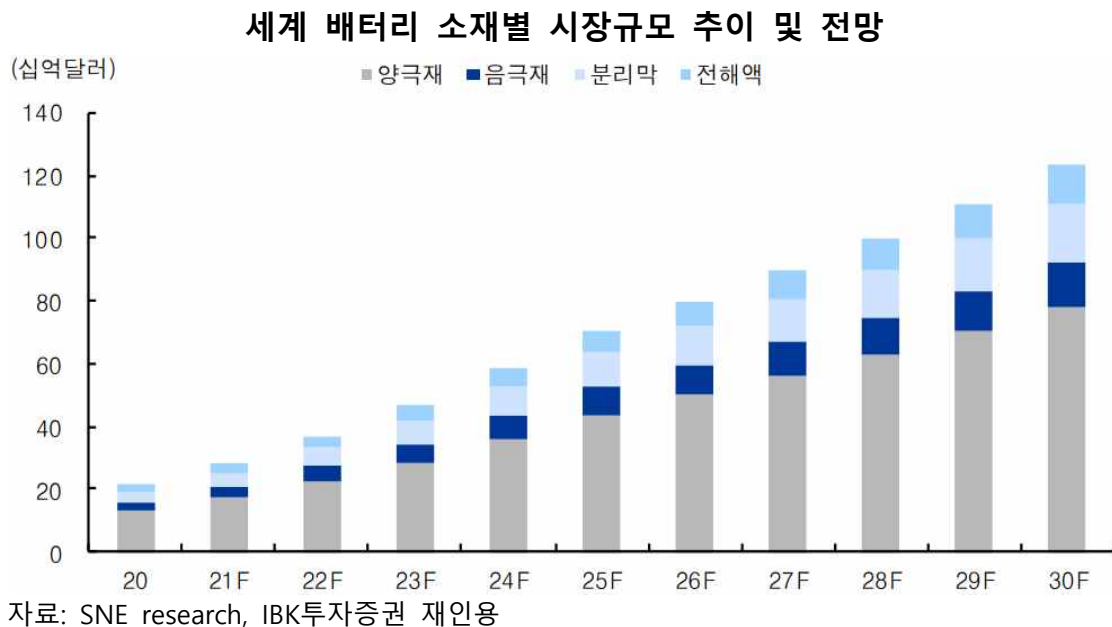
- 배터리 셀 원가구조에서 재료비가 63%를 차지하며, 4대 핵심 소재(양극재, 음극재, 분리막, 전해액) 가운데 양극재가 재료비 중 가장 큰 비중(52%)을 차지하여, 전체 배터리 셀 원가 중 양극재의 비중은 33%에 달함



* 영업비용=매출원가-재료비

자료: IBK투자증권

- 배터리 소재 시장의 연간 성장률은 '21년 32%'에서 '23년 27%', '25년 20%'로 성장률은 점차 둔화되겠지만, 연평균 20% 이상의 고성장을 지속하다가 중장기적으로 10% 초중반대의 성장률에 안착할 것으로 예상
- 배터리의 4대 핵심소재인 양극재, 음극재, 분리막, 전해액 모두 유사한 성장세를 보일 전망



양극재는 배터리 성능을 결정하는 핵심소재로서 2022~2035년 양극재 시장은 연평균 15%의 고성장 지속 전망(Wood Mackenzie)

- 전기차용 배터리는 충·방전 반복이 가능한 2차전지인 리튬이온 배터리를 채택하고 있으며, 리튬이온 배터리의 에너지 밀도 향상에 있어서 양극재의 역할이 매우 중요
 - 배터리 내에서 리튬이온이 액체 전해질을 통과하는 전기적 특성으로 인해 양극(cathode)과 음극(anode)으로 분리된 두 극(electrode)을 이동함으로써 충전·방전 과정을 거치며 작동
 - 배터리 에너지 밀도의 크기는 양극과 음극 사이의 전압 차이(전위차)로 결정되는바 전위차를 높이려면 양극의 전압을 높이거나 음극의 전압을 낮춰야 함
 - 음극의 전압은 통상 0~2V 사이로, 0V 이하로 더 낮추기가 어려운 반면 양극재는 보통 4V 수준으로 최대 5V까지 높이는 것이 가능
 - 양극재의 원재료인 니켈, 코발트 등의 비중이나 배열구조 등이 배터리의 성능과 사양 결정
- 배터리 셀 업체들은 에너지 밀도(↑), 비용(↓), 수명(↑), 안전성(↑) 등이 균형을 이루는 최적의 성능을 갖는 배터리 양산을 위해 다양한 제법의 양극재 개발에 주력
 - 한국업체들은 에너지 밀도가 높은 NCM(니켈, 코발트, 망간)/NCA(니켈, 코발트, 알루미늄) 삼원계를, 중국업체들은 에너지 밀도는 낮지만 가격 경쟁력이 양호한 LFP(리튬, 철, 인)계 양극재를 주로 사용
- 리튬이온 배터리의 안정성, 내구성, 출력, 가격 등의 측면에서 리튬, 니켈, 코발트 등의 금속광물이 배터리 생산에 있어 중요한 물질로 부상
 - 향후 배터리 수요 성장을 주도할 차량용 배터리는 경량화 및 고출력이 중요한바, 니켈, 코발트 등이 다량 함유된 리튬이온 배터리 사용이 필수적이며, 그 결과 배터리 가격의 30% 이상이 양극재 제조에 사용되는 광물 가격 변동 리스크에 노출됨

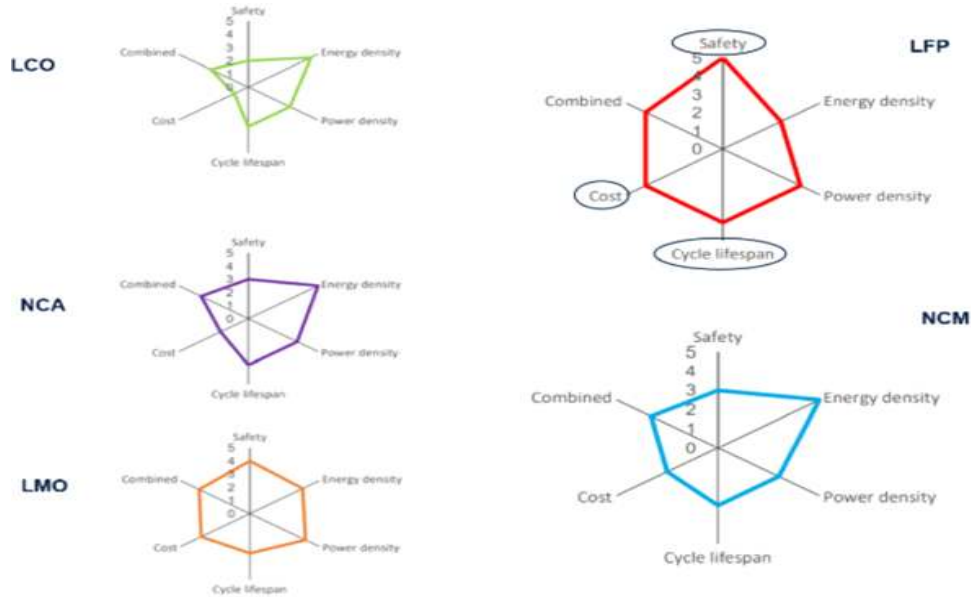
양극재 유형별 특성 비교(표)

	LCO	NCM	NCA	LMO	LFP
분자식	LiCoO ₂	Li(Ni, Co, Mn)O ₂	Li(Ni, Co, Al)O ₂	LiMn ₂ O ₄	LiFePO ₄
성분	리튬/코발트	리튬/니켈/코발트/망간	리튬/니켈/코발트/알루미늄	리튬/망간	리튬/철/인
구조	층상구조	층상구조	층상구조	스피넬 구조	올리빈 구조
전자용량(mAh/g)	145	120~	160~	100	150
작동전압(V)	3.7	3.6~	3.6~	4.0	3.2
안정성	높음	다소 높음	낮음	높음	매우 높음
수명	높음	중간	높음	낮음	높음
기술 난이도	쉬움	다소 어려움	어려움	다소 어려움	어려움
용도	소형	소형, 중대형	중형	중대형	중대형

자료: SNE 리서치, IBK투자증권 재인용, Wood Mackenzie 등



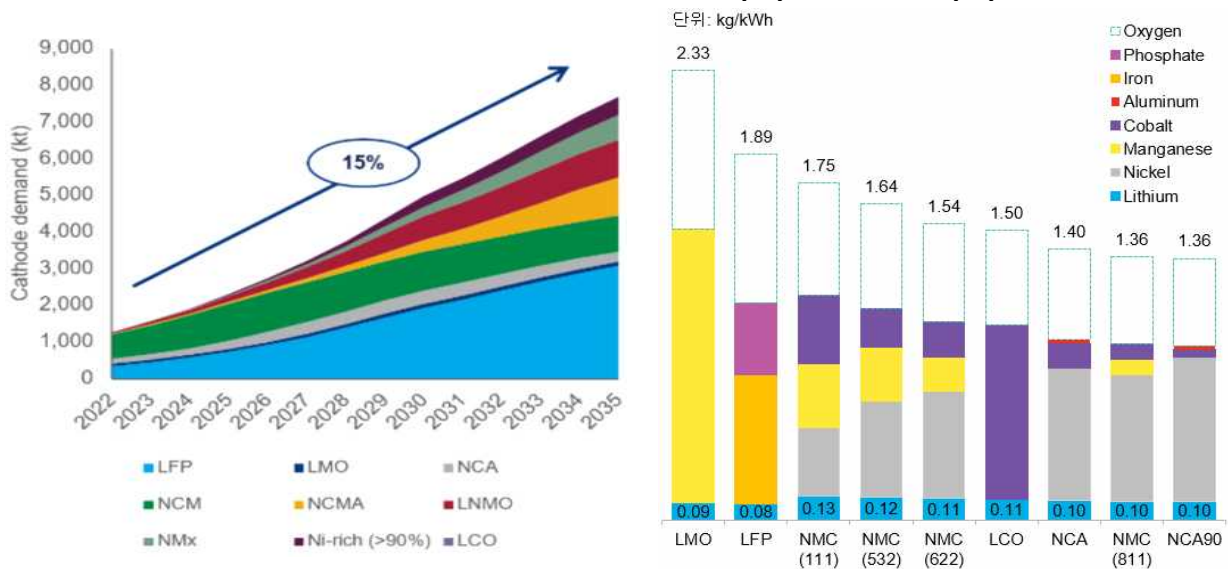
양극재 유형별 특성 비교(그림)



자료: Wood Mackenzie

- 2022~2035년까지 양극재 시장은 연평균 15%의 고성장 지속 전망(Wood Mackenzie)
- 현재 NCM/NCA의 시장 점유율이 지배적이나 중장기적으로 LFP의 시장 점유율이 크게 증가하여 2020년대 후반 이후 LFP가 시장 점유율 1위로 부상할 전망

배터리 양극재 유형별 수요 전망(좌) 및 금속량(우)



자료: Wood Mackenzie

자료: BNEF

☞ 이하에서는 배터리 양극재 3대 핵심광물(리튬, 니켈, 코발트)의 시장 동향과 전망에 대해 살펴보고 시사점을 도출하고자 함



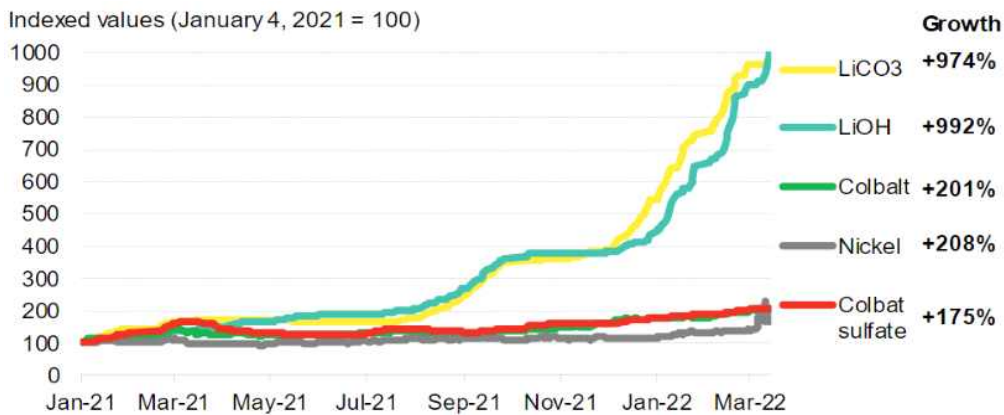
II. 배터리 소재 광물시장 동향 및 전망

1. 배터리 소재 광물 시장 개요

배터리 관련 주요 광물자원은 에너지 전환에 따른 수요증가, 코로나19로 인한 공급 제약, 러시아-우크라이나 전쟁 영향 등으로 최근 가격 급등세

- 리튬, 니켈 등 배터리 관련 주요 광물 가격은 수요 급증과 공급망 제약으로 인한 공급 부족 등에 따라 2021년 이후 가파른 상승세

배터리 관련 주요 광물가격 추세(2021.1월~2022.3월)

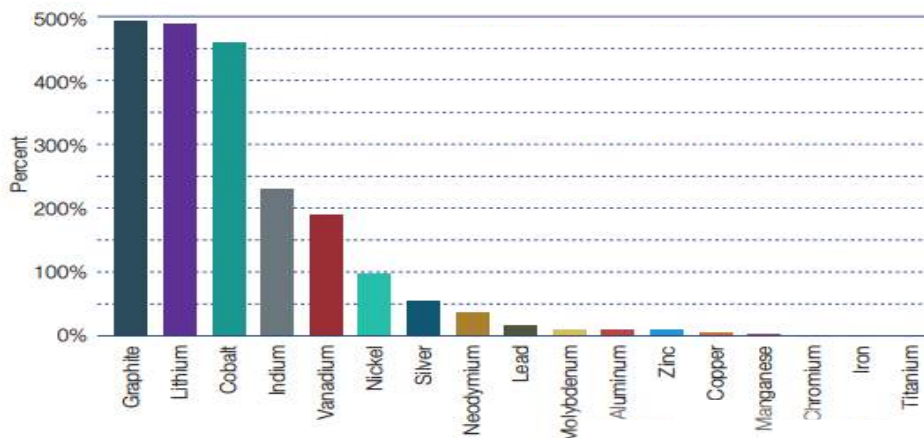


자료: BNEF

리튬, 코발트 등 배터리 소재로 사용되는 핵심 광물자원의 높은 수요 증가세 전망

- 세계은행은 2050년 에너지 저장과 관련된 배터리 소재 핵심광물인 리튬, 코발트 등의 수요가 2018년 대비 약 4.5~5배 증가할 것으로 예상하는 등 배터리 소재 광물의 수요가 중장기적으로 높게 지속될 전망

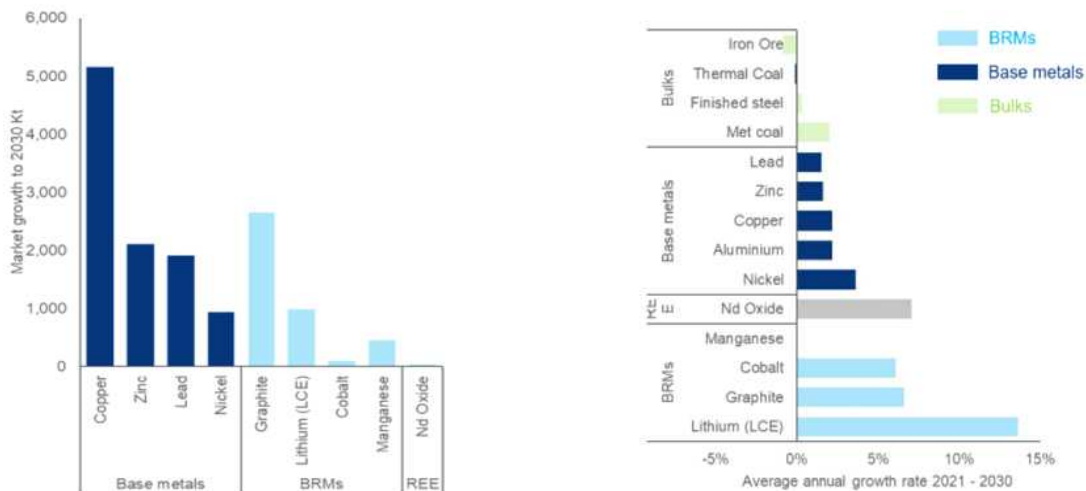
2050년 에너지 기술 관련 광물 수요량 비교(2018년 기준)



자료: 세계은행, KIGAM 재인용

- 코로나19 이후 경제 회복, 에너지 전환 정책 등에 힘입어 기본적인 산업용 금속(base metals)뿐 아니라 리튬, 코발트 등 배터리 소재 광물(BRMs, Battery Raw Materials)의 수요 급증
- 2030년까지 리튬, 니켈, 코발트 등 배터리 양극재 소재로 사용되는 광물자원 시장은 연평균 4~13%대의 높은 성장세가 지속될 전망(Wood Mackenzie)

2030년 주요 광물자원시장의 성장 규모 및 연평균 성장률('21~'30) (ETO* 시나리오)



* ETO(Energy Transition Outlook): '50년 탄소 배출량을 '05년 수준으로 줄이는 시나리오

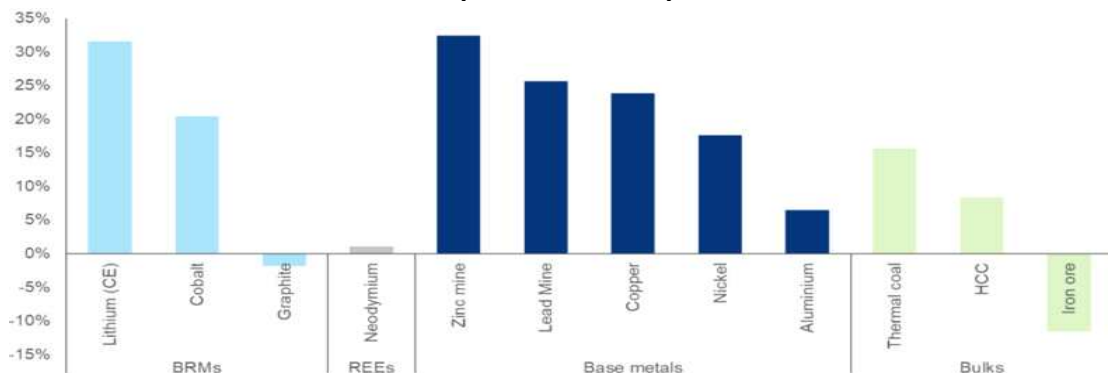
주) REE(Rare Earth Elements): 희토류

자료: Wood Mackenzie

중장기적인 에너지 전환 목표 달성을 위해 배터리 소재 광물자원의 신규 공급을 위한 투자 확대 필요

- 광물자원개발 투자가 가속화되지 않는다면 향후 수요 대비 공급 부족이 불가피해질 전망
- 공급망 이슈, 일부 지역의 에너지 위기 등으로 인해 이미 광물자원의 공급이 원활하게 이루어지지 못하고 있으며, 향후 공급 부족 해소를 위한 투자 규모 확대 필요

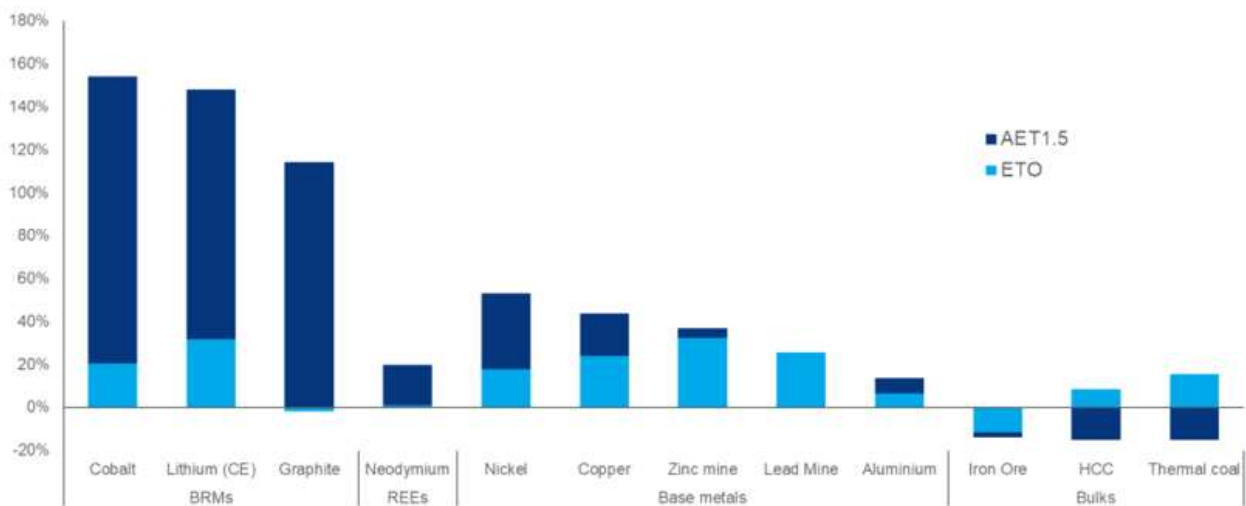
2030년 광물자원시장의 성장 규모 대비 추가 공급이 필요한 비중 (ETO 시나리오)



자료: Wood Mackenzie

- 파리협약의 가장 야심찬 목표인 1.5°C 시나리오 달성을 위해서는 4천억 달러 규모 이상의 광산개발 투자가 추가적으로 필요할 것으로 예상
- 실제 프로젝트 개발에 있어서 투자 개시부터 생산에 이르기까지의 리드 타임, 투자자 배당금 요구사항, ESG 요구사항 등과 같은 많은 도전 과제들이 존재

2030년 광물자원시장의 성장 규모 대비 추가 공급이 필요한 비중 비교 (ETO vs. AET 1.5 시나리오)



주) AET(Accelerated Energy Transition) 1.5: 2100년 지구 온도 상승폭을 산업화 이전 대비 1.5도로 제한하는 '2050년 net-zero 시나리오'

자료: Wood Mackenzie

2. 배터리 소재 3대 핵심광물

(1) 리튬

리튬은 전기차 시장의 확대에 주목받는 리튬이온 배터리의 핵심 원료로서 매장량의 82%가 칠레, 호주, 아르헨티나, 중국 등 4개국에 부존

- 칠레, 호주, 아르헨티나 및 중국의 리튬 매장량은 전 세계 매장량의 44%, 22%, 9% 및 7% 차지
 - 세계 매장량의 약 87%가 염호에 부존하고, 리튬 삼각지대(칠레-볼리비아-아르헨티나) 내의 소금호수(염호)가 세계 매장량의 75% 차지
 - 리튬은 광산채굴, 염수 건조, 폐충전지 재활용 등을 통해 생산하는데 광산채굴은 개발, 정제 및 운송과정에서 전기가 다량 소비되며, 염수 건조는 시간이 오래 걸리고, 대규모 토지 필요
- 세계 리튬 생산량은 호주(40%), 칠레(18%), 중국(14%), 아르헨티나(6%) 등 4개국이 약 80% 차지
 - 미국 Albermarle(33.3%), 중국 Talison(22.8%), 칠레 SQM(22.0%), 미국 FMC(9.7%)가 대표적인 리튬 생산업체

2020년 국가별 리튬 매장량(좌)과 생산량(우) 비교



자료: USGS, 한국지질자원연구원(KIGAM) 재인용

현재 상용화된 이차전지 배터리 대부분은 리튬이온 배터리로, 중장기적으로도 리튬 이온 배터리 수요가 강하게 유지되어, 리튬 공급이 점차 부족해질 전망

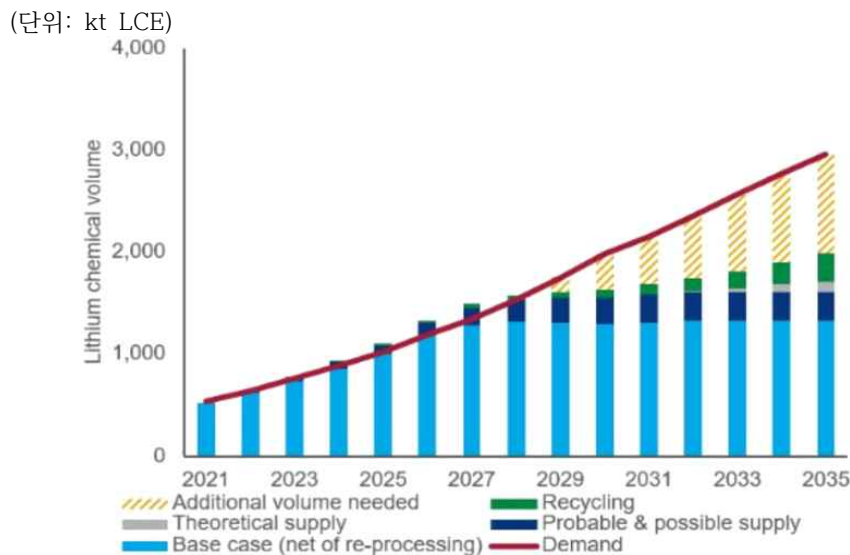
- 리튬이온 배터리에 사용되는 리튬 화합물은 탄산리튬(Li_2CO_3)과 수산화리튬(LiOH)으로 구분되며 리튬 화합물 1위 생산국은 중국
 - 탄산리튬은 전기차 배터리(LFP 등), 노트북, 휴대폰 등 전자제품 배터리에 사용되고, 수산화리튬은 니켈과의 합성에 용이하여 고성능 전기차 배터리에 사용
 - 최근 에너지 밀도가 높은 하이니켈 배터리²⁾에서 요구되는 수산화리튬에 대한 관심이 높아졌으며, 현재 진행 중인 리튬광물 프로젝트 대부분이 수산화물 생산을 목표로 하고 있음
 - 향후 탄산염을 생산하는 염수 프로젝트 일부를 포함하여 더 많은 미개발 프로젝트에서 수산화물 전환이 포함될 것으로 예상

2) 전기차 주행거리 증가를 위해 고용량 배터리의 필요성이 대두되었는데, 배터리 양극재의 황산니켈 비중이 높을수록 고용량 배터리 제조가 가능. 글로벌 배터리 기업은 양극재의 니켈 비중을 90% 가까이 높은 '하이니켈' 배터리 개발에 주력



- 다만 수산화리튬에 대한 높은 관심에도 불구하고, 기존 통합설비 대부분은 탄산리튬 생산 전용이며, 당분간 탄산염이 공급의 상당 부분을 차지*할 것으로 예상
- * 테슬라, 폭스바겐 등의 자동차 회사를 포함하여 無니켈 LFP(리튬-인산철) 배터리 화학 제품에 대한 수요 급증으로 탄산리튬 수요 역시 10년간 견조하게 유지될 전망
- 수산화물 생산은 수산화물 전환에 적절한 리튬광물의 공급에 의존하고, 일부 프로젝트는 시장 상황에 따라 탄산염 또는 수산화물의 생산을 선택할 것으로 예상
- 2021~2030년 리튬 화합물 수요 증가율은 연평균 13%대로 공급보다 빠른 속도로 증가하여 2020년대 후반 이후 공급 부족이 점차 심화될 전망(Wood Mackenzie)
- 리튬 화합물 수요는 LCE 기준 2021년 약 60만 톤에서 2030년 약 190만 톤, 2035년에는 약 300만 톤에 육박
- 향후 추가 생산을 위한 투자가 이루어지지 않으면 2020년대 후반부터 공급 부족이 발생하기 시작하여 2035년경에는 부족 물량이 약 100만 톤에 달할 전망

리튬 화합물의 수급 전망



주: LCE = lithium carbonate equivalent

자료: Wood Mackenzie

리튬 생산 프로젝트는 자본집약적인 성격을 가지며 중장기적으로 대규모 투자 필요

- 향후 전기화 및 배출감소 목표 달성을 위해 리튬 광물자원을 개발·생산해야 함
- 리튬 생산비용은 프로젝트 규모나 성격에 따라 차이가 있으며 적게는 1억 달러에서, 많게는 10억 달러 이상의 고비용 소요
- 광산 프로젝트는 광산 및 전환 시설 등이 필요하기 때문에 일반적으로 염수 프로젝트가 광산 프로젝트보다 자본 집약도가 낮은 편
- 리튬 생산설비 건설은 환경 승인, 반대 여론 등으로 앞으로 더욱 어려워지고, 제품사양 역시 점점 더 엄격해져 투자비가 증가할 전망

리튬 생산 프로젝트 투자 규모(예시)

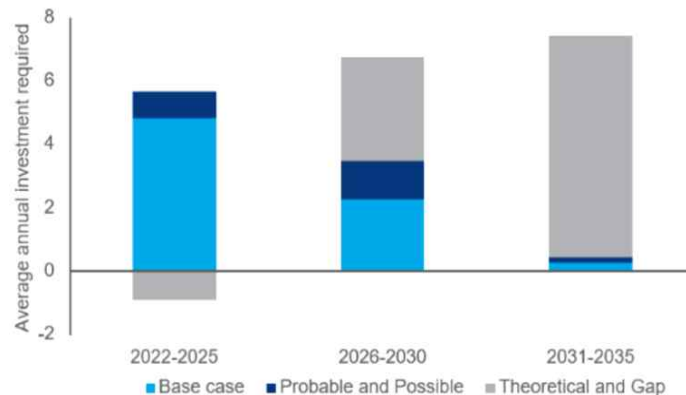


자료: Wood Mackenzie

- 전 세계 리튬 공급은 전기차 및 에너지 저장 시스템에서 빠르게 증가하는 수요를 충족시키기에 너무 느리게 확장되고 있어 향후 큰 폭의 공급 부족 예상
 - 자금력이 풍부한 주요 리튬 회사들도 생산능력 확장 목표 달성에 어려움을 겪고 있으며, 신규 생산업체들은 코로나19 및 공급망 문제로 인해 프로젝트 지연 경험
- 리튬공급과 관련하여 2035년까지 총 880억 달러 이상의 투자가 추가적으로 필요(Wood Mackenzie)
 - 탐사 및 재활용 등을 위해 매년 평균 60억 달러 이상의 투자가 필요하며, 현재 알려지지 않은 미개발 프로젝트에 대한 투자 비중을 점점 더 확대해야 함
 - 수요가 공급보다 훨씬 빠르게 증가하기 때문에 투자유인은 충분하나 대규모 자금 조달과 건설 관련 제반 허가, 경제성 등이 여전히 투자확대에 중대한 장애물로 작용

필요한 연평균 투자규모

(단위: US\$ billions)

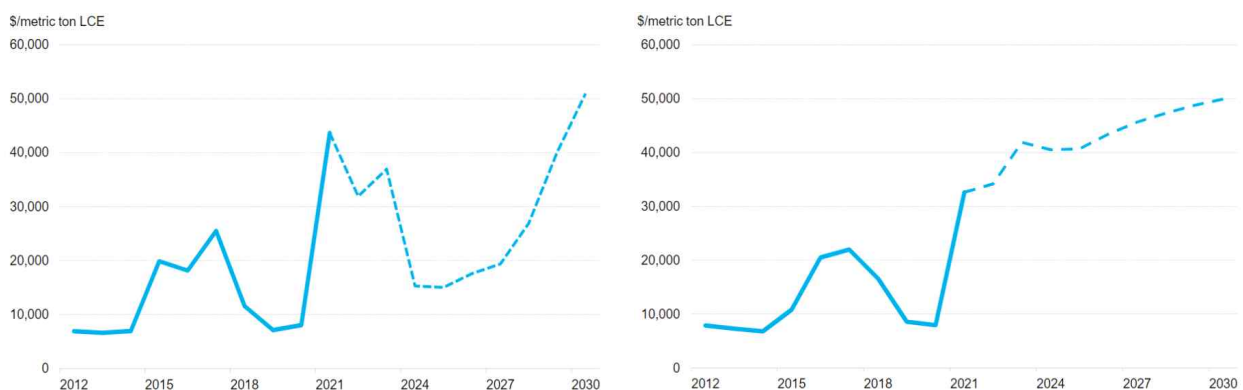


자료: Wood Mackenzie

리튬가격은 공급과잉으로 2018~2019년 약세를 보인 이후 전기차 배터리 수요 확대로 2020년 하반기 이후 급등세, 중장기적으로 강한 수요가 높은 가격을 지지할 전망

- 탄산리튬은 2022~2023년 공급 확대로 2020년대 중반 가격이 LCE 톤당 \$15,000 수준으로 하락하겠으나 이후 공급 부족으로 가격이 상승하여 2030년경에는 \$50,000 초과 전망
 - 전통적으로 탄산리튬을 사용하는 중국 LFP 배터리 수요 증가로 2021년 탄산리튬 가격은 전년대비 최대 4배 상승한 LCE 톤당 \$40,000를 돌파하였으며 2022년에도 높은 가격을 유지할 것으로 예상
 - 2022~2023년에 중국 등에서 탄산리튬 생산설비가 가동 개시하면서 2023년 이후 점진적으로 가격이 하락하기 시작하여 LCE 톤당 \$20,000 미만의 가격 유지 전망
 - 낮은 가격 지속은 투자감소와 공급부족으로 이어져 2030년까지 평균 가격이 상승하여 LCE 톤당 \$50,000를 초과할 것으로 예상
- 수산화리튬은 하이니켈 배터리 수요 확대로 가파른 가격 상승세를 보이고 있으며, 중장기적으로 높은 가격 지속 전망
 - 수산화리튬 가격은 2021년에 배터리 수요 증가에 따라 LCE 톤당 \$30,000를 돌파하였으며, 하이니켈 배터리 수요 증가에 따라 중장기적으로 가격이 지속 상승할 전망
 - 가동 개시 예정에 있는 스포듀민³⁾-수산화물 변환 통합설비는 2025년까지 공급 부족을 다소 완화할 것으로 기대되나 이 변환설비가 아직 상업적 규모에서는 경제성이 입증되지 않아 가동개시 시점이 다소 지연될 가능성 존재
 - 2030년까지 수급 타이트에 따라 가격이 톤당 약 \$50,000에 달하는 수준으로 상승할 전망

탄산리튬(좌) 및 수산화리튬(우) 가격 추이와 전망



자료: BNEF

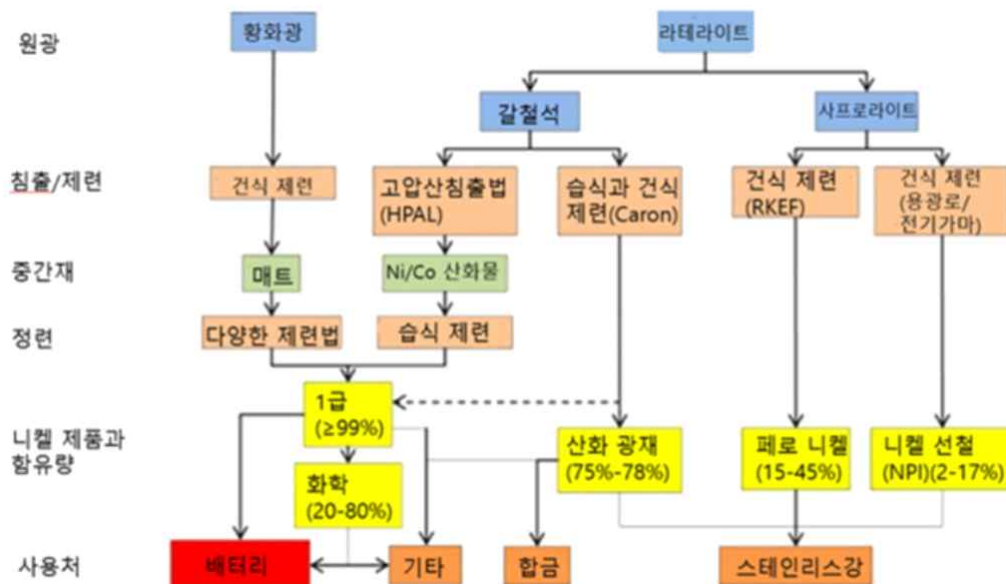
3) 리튬 알루미늄 규산염으로 운모와 같은 결정체인 단사정계에 속하는 광물임. 리튬이 많이 포함되어 있어 리티아 휘석이라고도 불리우며 리튬 화합물의 공급원이 되는 광석광물.

(2) 니켈

니켈은 자연에서 황화물이나 산화물 형태로 존재하며, 비교적 여러 나라에 고루 분포

- 니켈 매장량의 약 60%는 산화광(Laterite Ore), 약 40%는 황화광(Sulfide Ore) 형태로 존재하는데, 일반적으로 황화광이 산화광보다 고품위 광석
 - 황화광은 주로 캐나다, 호주, 러시아, 남아프리카에 분포하고, 산화광은 호주, 쿠바, 인도네시아, 필리핀 등의 적도 지역에 분포
 - 니켈 광석을 채굴하여, 제련 과정을 통해 순도가 높은 금속으로 만드는 과정을 거치는데 매트(matte)라는 중간제품이 있고, 니켈 제련의 최종 제품은 크게 정련니켈(클래스 1 니켈⁴⁾)과 페로 니켈⁵⁾(클래스 2 니켈)로 구분
 - 황화광을 건식 제련하면 품위 40% 이상을 가진 매트를 생산할 수 있고 매트를 다시 다양한 제련 방법을 거쳐 품위 99% 이상의 정련니켈 생산
 - 산화광은 상당량의 산화철을 함유하고 있어, 환원용련⁶⁾ 방법을 통한 니켈 품위 15~45% 수준의 페로니켈 생산에 적합하며 이외에 니켈선철(NPI)⁷⁾(클래스 2 니켈) 생산에 사용되고, 산화광 중 극히 일부인 리모나이트(Limonite)는 최근 개발된 고압산침출법(High Pressure Acid Leaching)이라는 제련공법을 통해 매트를 생산하고 이를 정련하여 정련니켈 생산 가능

니켈 제련 개요도



자료: Schmidt, Buchert and Schebek, 자카르타 무역관

- 4) 클래스 1 니켈은 품위 99% 이상의 고순도 니켈로 정련니켈이 이에 해당함. 배터리 양극재를 생산할 때 사용하며, 양극재에 투입된 니켈 비중이 높을수록 고용량 배터리 제작이 가능함.
- 5) 니켈과 철의 합금 형태로, 대부분 스테인리스강 생산에 사용되는 니켈
- 6) 철이나 그 밖의 금속 광석을 코크스, 무연탄 따위의 환원제로 환원하여 금속을 얻는 야금 방법
- 7) 니켈 품위 2~17% 수준의 니켈로 스테인리스강 생산에 사용

- 니켈은 비교적 고르게 분포되어 있으며, 인도네시아가 제1의 매장량 보유국이자 생산국
 - 세계 니켈 매장량은 2020년 기준 9,400만 톤으로 인도네시아, 호주, 브라질, 러시아 등의 국가에 부존(USGS)
 - 2020년 니켈 생산량은 인도네시아 76만 톤(30.7%), 필리핀 32만 톤(12.9%), 러시아 28만 톤(11.3%) 등의 순서로 많이 생산되고 있음

2020년 국가별 니켈 매장량(좌)과 생산량(우) 비교

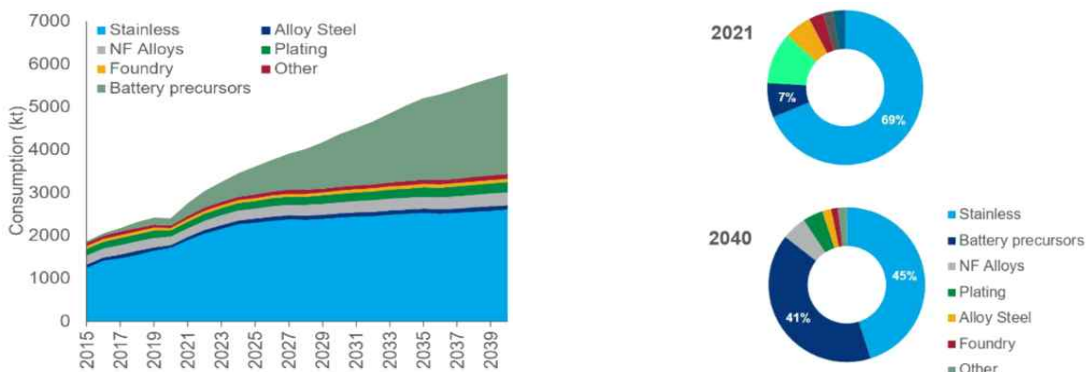


자료: USGS, KIGAM 재인용

전기차 배터리용 수요가 중장기적인 니켈 수요증가를 주도하여, 니켈 수요는 2021년 약 270만 톤에서 2030년 약 400만 톤, 2040년경에는 약 560만 톤으로 증가할 전망

- 니켈은 현재 스테인리스강 제조에 대부분 사용되지만, 향후 전기차 및 에너지 저장을 위한 배터리에서의 사용량이 점차 증가할 것으로 전망
 - 2021년 전체 니켈 수요 중 스테인리스강 제조용, 배터리 전구체⁸⁾용이 각각 69%, 7% 차지
 - 전기차 배터리로서 니켈 함량이 높은 하이니켈 배터리 수요가 급증하여, 2040년 스테인리스강 제조용, 배터리 전구체용이 각각 45%, 41%를 차지할 것으로 전망(Wood Mackenzie)

니켈 수요 추이 및 전망(좌)과 최종 수요처별 비중 비교(우)



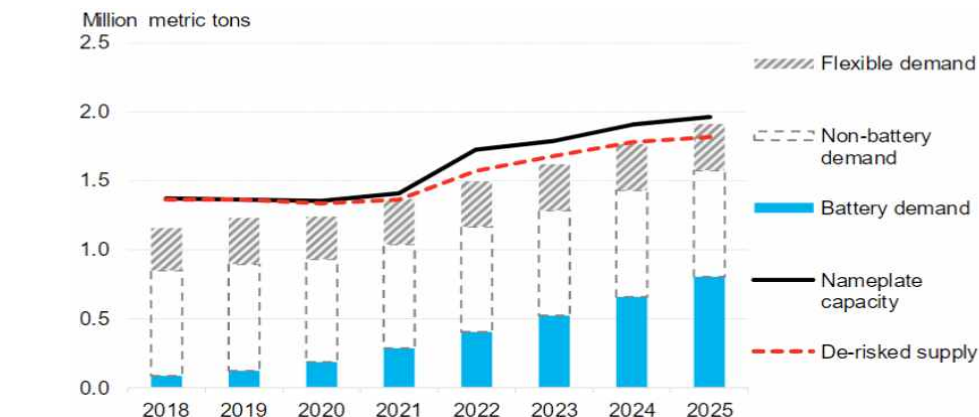
자료: Wood Mackenzie

8) 전구체란 어떤 화학반응을 통해 A라는 물질을 만들 때 최종 물질인 A가 되기 바로 이전 단계의 물질을 의미함. 즉 배터리 전구체는 양극재가 되기 이전의 양극재의 원료가 되는 물질을 말함.

2020년대 말까지 추가적인 니켈 공급이 이루어지지 않는다면 배터리용으로 사용되는 클래스 1 니켈의 구조적인 공급부족 전망

- 2021년 전기차용 배터리 시장 확대로 클래스 1 니켈 수요가 급증하고 공급이 다소 지연되며 수급 타이트(BNEF)
- 2021년 배터리 수요는 전년도 약 16만 톤 대비 57% 증가한 약 25만 톤을 기록한데 반해, 공급은 팬데믹과 공급망 위기 등의 여파로 지연
- 2022년 공급 여건 개선, 지연된 프로젝트들의 가동개시 등으로 2024년까지 공급과잉 전망
- 니켈 공급 회복은 2024년까지 지속될 것으로 예상되지만, 추가 공급이 이루어지지 않을 경우 2025년 배터리 수요가 공급을 초과하여 시장이 타이트해져 클래스 1 니켈 시장은 2020년대 중반 이후 공급 부족으로 전환될 전망
- Wood Mackenzie에 의하면 증가하는 수요를 충족시키기 위해 2026~2038년에 165만 톤의 니켈을 추가적으로 생산해야 함
- 시장에서는 공급 부족 해결을 위해 중국 Tsingshan이 인도네시아에서 NPI 생산능력을 배터리 등급의 니켈 생산에 적합한 니켈 매트로 전환하는 것을 기대
- Tsingshan은 IMIP⁹⁾에서만 30만 톤 이상의 NPI를 보유하고 있으며 IMIP는 니켈 매트를 생산하는 주요 복합 단지가 될 것
- Tsingshan의 전환 작업을 통해 니켈 매트 생산 확대에 성공한다면 클래스 1 니켈 부족 시기를 2028년까지 늦출 수 있는 충분한 용량이 될 것으로 기대
- 긍정적인 수요 전망에도 불구하고 인도네시아, 중국 이외 지역에서의 프로젝트 개발은 거의 없는 상황
- 니켈 생산활동 과정에서 환경파괴, 환경오염물질 다량 배출 등의 우려에 따른 광산기업에 대한 ESG 규제 강화로 원활한 생산활동이 더욱 어려워질 수 있음

클래스 1 니켈 수급 추이 및 전망



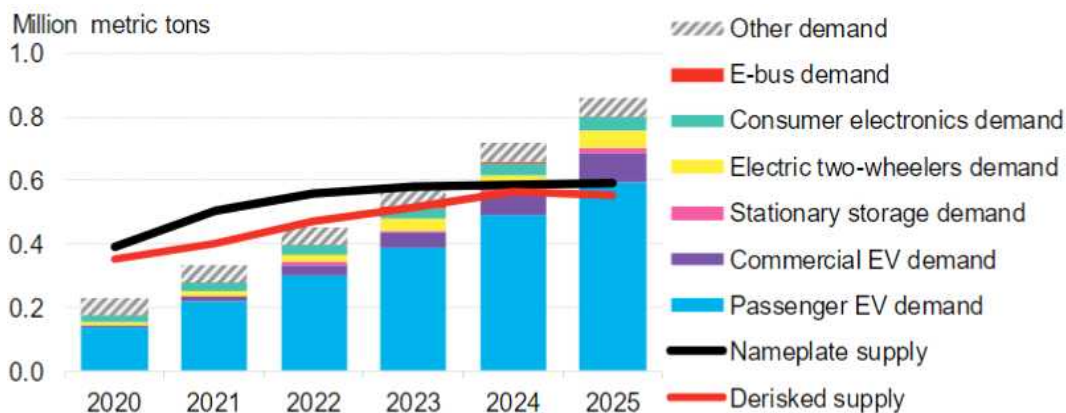
자료: BNEF

9) IMIP(Indonesia Morowali Industrial Park): 인도네시아 모로왈리 지역에 있는 Tsingshan 그룹의 생산 베이스 캠프



- 황산니켈 공급은 2020년 이후 2020년대 중반까지 과잉상태가 유지되었으나 이후 설비증설이 추가되지 않는다면 공급 부족으로 전환될 전망
- 클래스 1 니켈을 리튬이온 양극재로 사용하기 위해 황산을 첨가하여 황산니켈을 제조하는 공정이 추가됨
- 황산니켈 시장은 2021년(잉여물량 약 6.7만 톤)에 이어 2022년에도 공급과잉(잉여물량 1.8만 톤)을 유지할 것으로 예상되나 잉여물량은 점차 축소될 전망
- 2023년 이후 휴면 설비용량이 추가되어, 설비증설이 없다면 황산니켈 시장은 구조적인 공급 부족으로 전환될 가능성 존재

황산니켈 수급 추이 및 전망



자료: BNEF

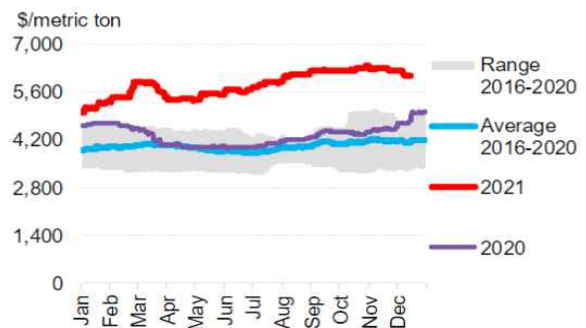
니켈광물 가격은 2018년 이후 상승세 지속 중이나 인도네시아 공급 확대로 2020년대 중반 하향 안정화되었다가 2020년대 말 공급 부족으로 재상승 전망

- 니켈 가격은 2021년 지속적인 상승세를 보였고 2022년 3월초 러시아-우크라이나 전쟁에 따른 공급불안 확대로 톤당 5만 달러 수준의 사상 최고치를 기록한 이후 하락하였으나 여전히 전년대비 약 2배 수준의 높은 가격 지속
- 인도네시아 Tsingshan의 생산설비 전환 작업 규모에 진전이 있을 경우 공급이 확대되어 가격이 하향 안정화될 것으로 예상
- 다만 생산능력 확장 또는 신규 프로젝트가 환경규제 등으로 진행이 원활하지 않거나 지연될 경우 시장의 잉여 물량이 점차 줄어들어 가격이 계속해서 상승할 것으로 예상



- 황산니켈 가격은 2021년 내내 역대 최고치 수준으로 전년 가격보다 훨씬 높은 수준 유지
 - 중국에서 더 저렴한 전기차 배터리인 LFP 채택의 증가로 니켈공급에 다소 여유가 생겼으나, 니켈 함량이 높은 양극재에 대한 수요는 향후 2~3년 동안 여전히 강하게 유지될 전망
 - 황산니켈 가격은 2021년 하반기 이후로 톤당 6,000달러 이상으로 유지되었으며, 공급 부족이 예상됨에 따라 추가적인 가격 상승 가능

니켈광물 가격 추이 및 전망(좌)과 황산니켈 가격 추이(우)



자료: BNEF

(3) 코발트

코발트 광물자원은 콩고민주공화국(DRC)이 공급량의 80%에 육박하는 등 매장지역이 매우 편중되어 있어 가격 변동성이 높음

- 코발트는 전기차 배터리 양극재에 필수적인 소재로서, 주로 구리 또는 니켈 광산에서 부산물로 생산됨
- DRC는 세계 제1의 코발트 생산국으로서 2020년 전 세계 코발트 공급의 약 80%, 전 세계 수출량의 약 95%를 차지하는데 수출량 대부분이 중국으로 수출
- 코발트 최대 수입국인 중국(세계 수입량의 90%)은 DRC의 코발트 광산에 대한 대규모 투자를 통해 DRC 광산의 약 70%를 보유하고 있으며, 코발트 수입량의 99%를 DRC로부터 수입하고, 제련/정련하여, 세계 제련 코발트(순도 99.8% 이상)의 64% 공급
- Glencore가 세계 최대의 코발트 생산업체로서 전체 생산량의 약 3분의 1을 차지하는 등 사실상 코발트 시장은 과점시장 형성

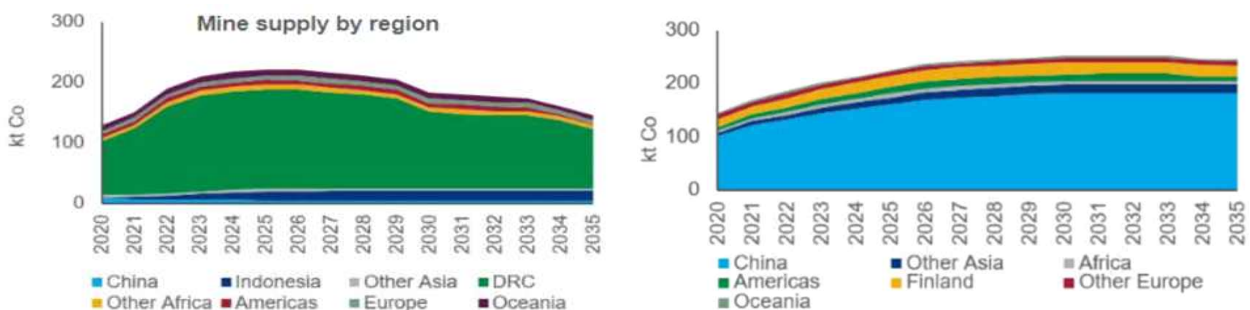
2020년 국가별 코발트 매장량(좌)과 생산량(우) 비교



자료: USGS, KIGAM 재인용

- 중장기적으로도 코발트 광물 또는 제련 코발트의 공급은 특정 국가에 편중될 전망
- 코발트는 DRC에 매장량이 거의 집중되어 있을뿐 아니라 채굴 및 제련 과정에서 여러 환경오염물질이 배출되어 환경을 중요하게 생각하는 선진국에서는 거의 생산을 못 하는 상황
- 또한 대부분의 코발트가 니켈, 구리의 부산물로 생산되어 획기적인 생산량 증가가 어려운 특성

지역별 코발트 광물 및 제련 코발트 공급 전망

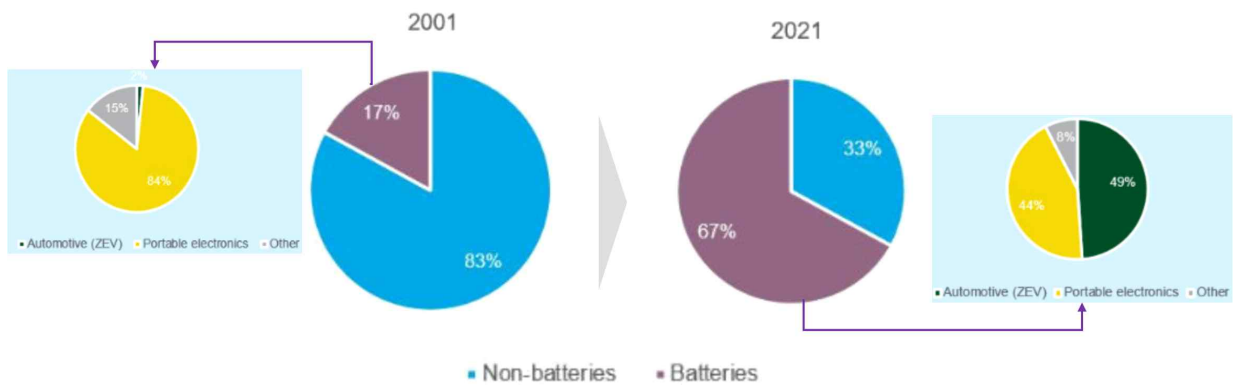


자료: Wood Mackenzie

2030년 코발트 수요는 자동차 배터리용 수요 증가에 힘입어 2021년 약 16만 톤에서 약 10만 톤이 증가한 약 26만 톤 전망

- 코발트 시장규모는 매우 협소한 편이며, 전체 수요 중 배터리용 수요의 비중은 2021년 17%에 불과했으나 2021년은 전기 자동차 배터리용 수요 증가에 힘입어 67%로 급증

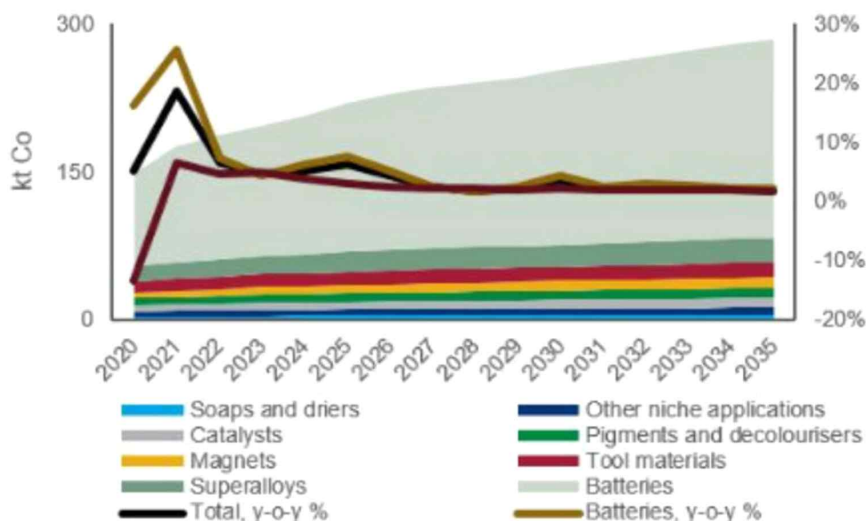
코발트 수요의 변화(2001 → 2021)



자료: Wood Mackenzie

- 2030년 코발트 수요는 2021년 약 16만 톤 대비 10만 톤이 증가한 약 26만 톤(연평균 증가율 약 6% 수준) 전망(Wood Mackenzie)
- 전통적으로 코발트는 니켈 합금, 공구 재료, 자석 등에 사용되었으나 중장기적으로 전기차 배터리 양극재, 항공우주(항공기 제작에 필요한 코발트 합금) 부문이 주도하며 견조한 수요 증가세가 지속될 전망

코발트 용도별 수요 전망

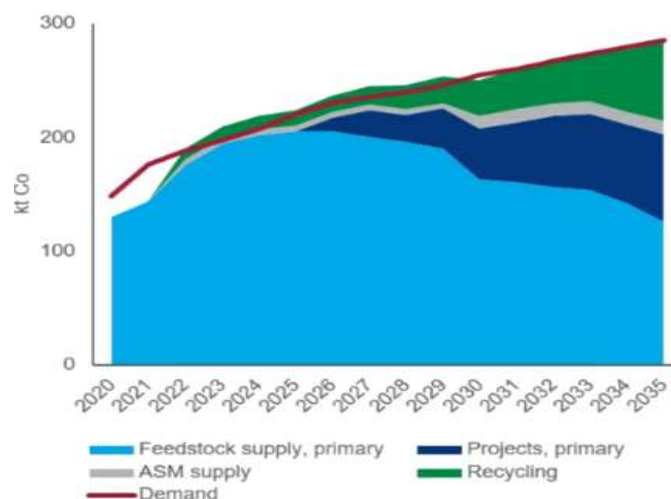


자료: Wood Mackenzie

최근 코발트 가격급등이 공급 확대로 이어지며 향후 2~3년간 코발트 시장은 공급과잉으로 전환될 전망이나 신규투자가 없다면 2020년대 후반부터 공급 부족 전망

- 2020년 이후 코발트는 코로나19로 인한 광산조업 차질, 정련 공장 가동중단 등에 따른 가격급등의 영향으로 단기적으로 공급이 확대될 전망
 - 2019년 11월, Glencore는 코발트 가격 하락, 비용 상승 및 고품위 광석 고갈, 광업특별세금 인상 등 이익감소로 인해 DRC의 Mutanda 광산의 운영 중단
 - 당시 이 광산은 전 세계 코발트 공급의 약 20%를 차지하여, 2020년 코로나19로 인한 다수 광산의 조업 중단과 함께 전세계 코발트 생산량 감소 및 가격 상승에 영향을 줌
 - 하지만 지난 2년간 코발트 가격이 급등하며 사상 최고치를 기록함에 따라 Glencore는 2022년 DRC의 Mutanda 코발트 광산 재가동을 결정하고, 2023년부터 생산하여 2025년까지 명목 생산용량에 도달한다는 목표
 - 또한 코발트 가격급등으로 2022년 영세 채굴(ASM, artisanal mining) 물량도 팬데믹 이전 수준을 회복할 것으로 추정
- 중장기적으로 공급 부족을 피하기 위해서는 채굴 및 재활용 프로젝트에 대한 신규 투자 필요
 - 수요증가를 충당하기 위해 진행 중인 프로젝트 뿐 아니라 신규 프로젝트, 영세 채굴업자, 재활용 등을 모두 활용할 필요
 - 광석등급 하락, 한계 생산자의 비용 상승 등으로 채굴 비용이 점차 증가할 것으로 예상
 - Wood Mackenzie는 구조적 공급부족이 아직 가시화되지 않았으며, 변화하는 비용 구조를 고려할 때 신규 공급이 시장에 투입이 되기 위해서는 더 높은 가격이 형성되어야 한다고 밝힘

코발트 광물 수급 추이와 전망



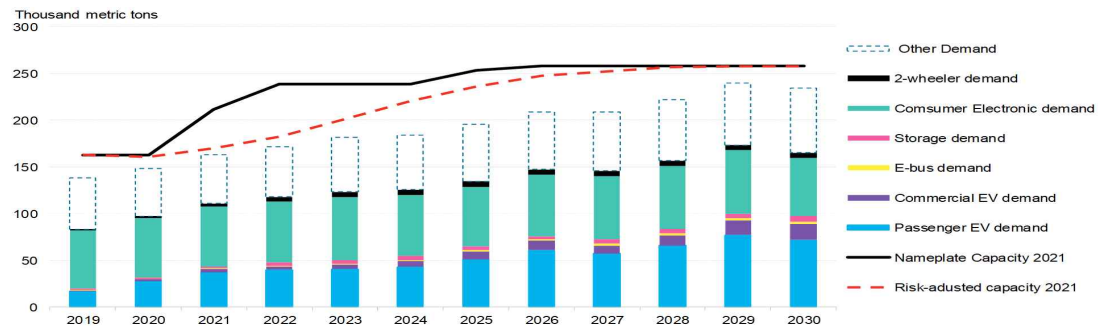
자료: Wood Mackenzie



제련 코발트 시장은 2020년대 중후반까지 공급과잉이 지속될 것으로 전망

- 제련 코발트 생산능력은 2021년 약 20만 톤으로 공급과잉에 있으며, 최근 코발트 가격 급등에 대응하여 전기차 업체들이 코발트를 사용하지 않거나(LFP), 코발트 함량이 낮은 배터리로 대체하고 있어 2020년대 중후반까지 공급과잉이 이어질 전망
- 다만 중장기적인 전기차 시장의 급증으로 제련 코발트 수급도 점차적으로 타이트해질 전망

제련 코발트 수급 추이와 전망

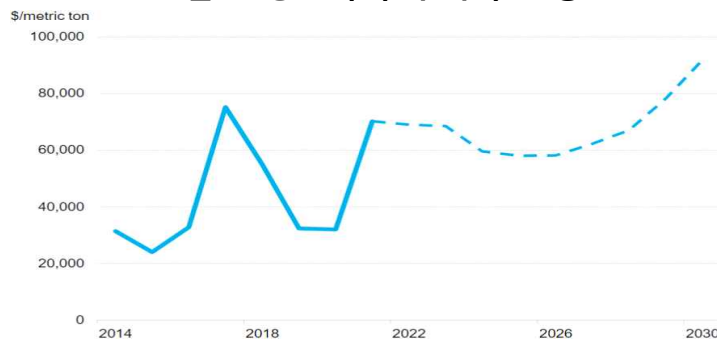


자료: BNEF

코발트 광물가격이 중단기적으로는 하향 안정화되겠지만 리튬이온 배터리 수요 급증에 따라 2020년대 후반부터 공급 부족으로 인해 가격이 재상승할 전망

- 2016년 전기차 시장 확대 기대감으로 '17~'18년 코발트 가격이 급등하여 톤당 \$80,000에 육박했으나 이후 전기차 공급 미달 및 코발트 공급과잉으로 '19년 약 \$30,000 수준으로 급락
- 2019년 DRC의 Mutanda 광산 운영 중단과 '20년 코로나19 확산으로 인한 공급망 및 영세 채굴자의 생산 제약 등의 영향으로 '21년 코발트 가격은 전년대비 거의 두 배(\$70,000)로 상승
- 2022~2023년 공급이 점차 증가하고, 공급망 제약이 완화되면 가격이 하향 조정되어 2020년대 중반대 코발트 가격은 현 수준대비 하락한 톤당 \$60,000 수준 예상
- 코발트 가격 급등에 따라 전기차 제조업체가 배터리 소재에서 코발트 함량을 낮춤에도 불구하고 리튬이온 배터리의 수요가 2021~2030년간 거의 두 배로 증가할 것으로 예상되며 코발트 공급이 2020년대 말까지 수요를 따라가지 못하여 가격이 다시 상승할 것으로 전망

코발트 광물가격 추이와 전망



자료: BNEF

Ⅲ. 결론 및 시사점

배터리 소재 광물은 중장기적인 수요 급증 지속에 따라 구조적인 공급부족 우려

- 리튬이온 배터리를 대체할 배터리(나트륨이온 배터리, 플로우 배터리 등)에 대한 연구가 다수 진행 중이나 경제성 부족 등으로 중장기적으로도 리튬이온 배터리가 이차전지 시장의 성장을 주도하고, 따라서 관련 배터리 소재 광물의 수요도 강하게 유지될 전망
- 중장기적인 배터리 광물자원 수요증가를 충족하기 위해 신규 공급을 위한 투자 확대 필요
- 하지만 광물자원개발 과정에서 다량의 환경오염물질 배출 등으로 프로젝트 승인을 얻기가 쉽지 않고, 투자 개시부터 생산에 이르기까지의 리드 타임, 투자자 배당금 요구사항, 환경규제 강화 등과 같은 많은 도전 과제들이 존재하여 적시 공급이 쉽지 않을 전망
 - 특히 코발트는 정치적 위험도가 높은 DRC에 매장량이 집중되어 있고, 중국이 DRC 코발트 광산의 70%, 세계 제련 코발트의 60% 이상을 차지하는 등 실질적인 과점 체제하에 있어 안정적인 공급 확보가 쉽지 않을 전망

2050년 탄소중립 달성을 위해서 배터리 소재 광물 확보의 경쟁이 더욱 심화될 것으로 예상되며, 배터리 산업의 경쟁력 강화를 위한 안정적인 소재 확보방안 필요

- 한국 배터리 업체는 기술력 및 공격적 사업확장으로 시장을 선도하며 세계 배터리 시장의 약 26%(2020년 기준)를 차지하고 있으나 배터리 핵심 소재 부문에 있어서 국산화 비율이 평균 14%에 그치고 있으며, 핵심소재의 원료가 되는 광물자원 개발에 적극적으로 나서지 않고, 거의 전량을 수입에 의존
- 이에 반해 중국은 배터리 핵심 소재 부문에서 55~70% 이상의 국산화를 달성하고 있으며, 원재료인 해외 광물자원의 확보에 있어서도 괄목할만한 성과를 보여주고 있음
 - 중국 기업들은 자국의 배터리용 소재 수요를 충족할 리튬, 니켈, 코발트 등의 광물의 안정적인 확보를 위해 해외 광산 지분을 적극적으로 인수

배터리 부문의 경쟁력 우위를 유지·강화하기 위해 안정적인 원료 확보에 적극 나서야 함

- 한국의 해외자원개발 역량은 매우 취약하고 10년 가까이 해외자원개발 활동이 사실상 정체되어 있으나 배터리 산업 경쟁력을 기반으로 한 해외광물자원개발 부문에서의 협업 기회를 모색할 필요
- 또한 페리튬이온 배터리의 재활용을 통한 원료 확보도 매우 중요한 바, 관련된 기술개발, 사업역량 강화 필요
- 한편 장기적으로 나트륨이온 배터리와 같이 원료 확보가 용이한 소재를 활용한 신소재 배터리 기술개발에도 박차를 가하여 기술을 선점할 필요



< 참고 문헌 >

1. 전창현, "2차전지, 피할 수 없는 소재 국산화", 2021.10월, IBK투자증권
2. 키움증권, "배터리 백서: 로드맵과 생태계", 2021.10월
3. 한국지질자원연구원(KIGAM), "6대 핵심광물 이슈 분석", 2021.9월
4. BNEF, "2H 2021 Battery Metals Outlook", 2021.12월
5. Wood Mackenzie, "Future Facing Mined Commodities Forum 2022", 2022.3월
6. www.bnef.com 등