

# 핵심광물 수입 공급망의 안정성: 국제물류 구조와 제도적 과제<sup>1)</sup>

정수현<sup>2)</sup>

## 1. 서론

기후 위기에 대응하기 위한 친환경 에너지 전환은 이제 선택이 아닌 전 지구적 필수과제로 자리를 잡았다(IEA, 2023). 이에 따라 화석연료 중심이었던 기존의 산업구조는 재생에너지, 전기차, 이차전지 등 핵심 광물에 대한 의존도가 높은 구조로 재편되고 있으며, 이와 관련된 원료 광물의 안정적 공급이 산업 경쟁력을 좌우하는 핵심 요소가 되고 있다(산업연구원, 2022). 국제에너지기구(IEA)에 따르면 탄소중립 이행 과정에서 청정에너지 기술 구현에 필수적인 원료 광물의 수요는 2020년 대비 2040년까지 약 4배 수준으로 증가할 것으로 전망된다(IEA, 2024).

이러한 수요 급증은 자원 부국의 자원 국유화 조치 및 자원 수요국의 공급망 내재화 노력과 맞물려 글로벌 자원 확보 경쟁을 심화시키고 있다(에너지경제연구원, 2021). 특히, 미·중 무역 갈등에 따른 탈동조화 심화와 더불어 인도네시아의 원광 수출 금지, 미국의 인플레이션 감축법(IRA), EU의 핵심원자재법(CRMA) 등 주요국의 자국 우선주의 정책은 글로벌 공급망의 배타성을 더욱 강화하는 요인으로 작용하고 있다(국가안보전략연구원, 2023; 한국무역협회, 2022). 이에 따라 핵심 광물자원의 안정적 확보는 단순한 산업 원자재 조달을 넘어 국가의 경제 안보와 미래 경쟁력을 좌우하는 핵심 의제로 부상하였다(Cha, 2023).

대부분의 원료 광물을 해외 수입에 의존하는 한국 역시 이러한 대외적 불확실성에 대응하고자 리튬, 니켈 등 10대 전략 핵심 광물을 지정하고 공급망 회복탄력성 확보를 위한 정책적 노력을 기울이고 있다(산업통상자원부, 2023a). 그러나 현행 정책 기

1) 본 연구는 한국해양수산개발원(2024) “핵심 광물자원의 법·제도 조사 및 해상운송 분석(2024)” 내용을 기반으로 하여 일부 내용을 수정·보완함

2) 평택대학교 조교수

조는 주로 광산 지분 확보를 통한 원료 공급원 확보나 국내 비축 확대에 편중되어 있어, 확보된 자원이 실제 수요처로 이동하는 물류 경로에 대한 법적·제도적 관리 체계는 상대적으로 결여되어 있거나 미흡한 실정이다(김대현·정수현, 2024). 즉, 자원의 소유권 확보와 물리적 이동 사이의 정책적 간극이 존재한다.

이러한 정책적 관리 공백은 부존자원의 부족으로 인해 해상운송의 의존도가 높은 한국의 구조적 한계와 맞물려 글로벌 물류 리스크에 대한 취약성을 더욱 심화시키는 요인이 된다. 특히, 최근 홍해 사태나 파나마 운하의 가뭄과 같은 물류 병목 구간의 교란 사건으로 인해 자원권 확보 여부와 무관하게 공급망 전체의 단절을 야기할 수 있다(Hendricks & Singhal, 2005). 이는 아무리 해외 광산 지분을 성공적으로 확보 하더라도 이를 국내로 연결하는 물리적 공급망이 마비될 경우, 국가 주력 산업 전체가 가동 중단될 수 있음을 시사한다.

따라서 본 연구는 주요 핵심 광물자원의 수입 실태를 분석하여, 국제운송 관점에서의 광물별 운송 특성을 규명하고 해상 공급망의 물리적 취약점을 진단하는 데 목적이 있다. 이를 바탕으로 그동안 자원 확보 논의에서 상대적으로 간과되었던 해상운송의 중요성을 환기하고, 자원의 소유권 확보가 실제 산업 생산의 완결로 이어질 수 있도록 안정적인 물류 지원 체계 구축을 위한 실천적 전략 방향을 제시하고자 한다. 궁극적으로는 국가 자원 안보를 물류적 차원에서 뒷받침할 수 있는 실효성 있는 정책적 시사점을 도출하는 데 기여하고자 한다.

본 연구는 정부가 지정한 10대 전략 핵심 광물 중 산업적 중요도가 높은 5대 핵심 광물(니켈, 리튬, 망간, 코발트, 흑연)을 분석 대상으로 설정하였다. 구체적인 연구 수행 방법은 다음과 같다.

첫째, 국내 자원 안보 관련 주요 정책을 검토하여 이와 관련된 물류 및 해상운송의 운영 현황과 쟁점을 파악하고, 기존 정책 기조와의 차이점을 진단한다. 둘째, 무역 통계를 활용하여 2019년과 2023년 사이의 5대 광물별 수입 중량 및 금액 추이를 비교 분석한다. 또한, 국내 주요 항만별 반입 실태를 파악하여 벌크(Bulk) 혹은 컨테이너 등 광물별 운송 형태에 따른 물류 네트워크의 특성 및 특정 항만 의존도를 규명한다. 셋째, 분석된 물동량 추이와 항만 집중도를 바탕으로 해상 공급망의 물리적 취약점을 도출하고, 향후 안정적인 자원 조달을 위한 물류 관점에서의 개선 방향 및 정책적 시사점을 제시한다.

## 2. 핵심 광물자원 관리 현황 및 한계

글로벌 자원 공급망의 불확실성이 상시화됨에 따라 한국 정부는 핵심 광물자원의 안정적 확보를 국가 안보의 핵심 과제로 격상시키고 법적·제도적 기반을 강화해 왔다. 본 절에서는 국내 핵심 광물자원 관리 체계를 법적 기반, 주요 정책 전략, 관리 거버넌스의 세 가지 차원에서 고찰하여 그 성과와 한계를 진단한다.

### 1) 핵심 광물자원 관리를 위한 법적 기반

국내 핵심 광물 관리 법제는 자원의 개발을 장려하는 전통적인 법률에서 시작하여, 최근에는 공급망의 안정화 및 위기 대응을 포괄하는 안보 중심의 특별법 체계로 재편되고 있다. 주요 법률로는 「해외자원개발사업법」, 「국가자원안보 특별법」, 「경제안보를 위한 공급망 안정화 지원 기본법(이하 공급망안정화법)」 등이 있다.

첫째, 「해외자원개발사업법」은 부존자원이 빈약한 우리나라의 현실을 반영하여 해외 자원의 효율적인 개발을 촉진하고 수급 안정을 도모하기 위해 제정된 가장 기초적인 법률이다(산업통상자원부, 2020). 동 법은 민간 기업의 해외 자원 개발 진출을 장려하기 위해 해외자원개발 신고 제도, 자금 융자, 조세 특례 등 포괄적인 지원책을 규정하고 있다. 이는 리스크가 크고 장기 투자가 필요한 광산 개발 단계에 민간 투자를 유인하는 핵심 기제로 작동해 왔다(한국법제연구원, 2012). 특히, 동법 제17조는 국가 자원 안보의 최후 보루로서 비상시 개발해외자원의 반입명령 권한을 명시하고 있다. 이는 국제적인 자원 수급 악화로 인해 국내 경제에 중대한 차질이 예상될 경우, 사업자에게 개발한 자원의 전부 또는 일부를 국내로 반입하도록 명할 수 있는 강력한 조항으로 위기 시 국가가 자원 수급에 직접 개입할 수 있는 법적 근거를 제공한다.

둘째, 「국가자원안보 특별법」은 자원 무기화 추세에 대응하여 2024년 제정되었으며, 개별 자원법에 산재해 있던 위기 대응 기능을 통합하고 범정부 차원의 자원 안보 거버넌스를 확립하는 데 목적이 있다(국회미래연구원, 2023). 동 법은 공급망을 핵심 자원의 생산, 수입, 가공, 수송, 저장에 이르는 전 과정으로 폭넓게 정의하고, 제8조에 따른 조기경보시스템(EWS) 구축은 향후 물류 리스크 탐지의 실무적 근거가 될 수 있다. 또한, 제13조와 제14조를 통해 핵심 광물의 생산 기반 확충과 공급국 다변화에 필요한 시책을 수립하도록 명시함으로써 구조적 개선 노력을 법적 의무로 규정하였

다.

셋째, 「공급망안정화법」은 미·중 패권 경쟁 등 지경학적 리스크에 대응하기 위한 범 국가적 컨트롤타워 역할을 수행한다. 동 법 제13조에 따라 핵심 광물을 포함한 경제 안보품목을 지정하여 집중 관리하며, 제38조에 근거하여 한국수출입은행에 공급망안정화기금을 설치하였다. 이 기금은 기업의 공급망 다변화, 국내 생산 시설 구축, 기술 개발 등에 필요한 자금을 지원하는 재정적 파이프라인 역할을 한다(KDB 미래전략연구소, 2024). 공급망 안정화 기금은 현재 생산 시설에 집중되어 있으나, 향후 물류 인프라 지원으로의 외연 확장이 필요한 대목이다.

## 2) 정부의 핵심 광물자원 확보 및 관리 주요 정책

정부는 상기 법률적 기반 위에서 글로벌 공급망 재편에 대응하기 위한 구체적이고 실효성 있는 정책 로드맵을 수립하여 추진하고 있다. 과거의 정책이 가격 변동성에 대응한 비용 효율성에 초점을 맞췄다면, 최근의 정책은 외부 충격에도 끊이지 않는 지속 가능한 회복탄력성 확보를 최우선 가치로 삼고 있다(Farrell & Newman, 2019).

첫째, 2023년 2월에 발표된 ‘핵심광물 확보 전략’은 우리나라 자원 안보 정책의 마스터플랜으로 2030년까지 특정국 수입 의존도를 50%대로 완화하는 것을 목표로 한다. 산업통상자원부는 산업적 중요성과 공급 리스크를 평가하여 총 33종의 핵심 광물을 선정하였으며, 이 중 리튬, 니켈, 코발트, 망간, 흑연 등 10종을 ‘전략 핵심광물’로 지정하여 특별 관리하고 있다(산업통상자원부, 2023a). 주요 전략으로는 조기경보시스템 구축을 통한 위기 대응 능력 강화, 자원 부국과의 협력 및 금융·세제 지원 확대를 통한 확보 다각화, 그리고 재자원화 클러스터 조성을 통한 순환 생태계 조성이 포함된다.

<표 1> 핵심광물 관리를 위한 국내 주요 정책 및 관리품목

구분	대상 품목
핵심광물 확보전략 (산업통상자원부)	리튬·니켈·코발트·망간·흑연·니오븀·구리·알루미늄·규소·마그네슘·몰리브덴·바나듐·주석·타이타늄·텅스텐·안티모니·비스무스·크롬·연·아연·갈륨·인듐·탄탈륨·지르코늄·스트론튬·셀레늄·네오디움·디스프로슘·터븀·세륨·란탄·백금·팔라듐
10대전략핵심광물 (산업통상자원부)	리튬·니켈·코발트·망간·흑연·세륨·란탄·네오디움·디스프로슘·터븀

\* 자료 : 한국해양수산개발원(2024).

둘째, 2023년 12월에는 ‘핵심 광물 공급 안정화 및 사용 후 배터리 생태계 조성을 위한 이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안’을 발표하는데, 이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안은 핵심 광물의 최대 수요처인 이차전지 산업의 공급망을 강화하는 데 초점을 맞추고 있다(삼성KPMG경제연구원, 2023; 산업통상자원부, 2023b). 광물을 채굴하더라도 제련 과정에서 중국 의존도가 높은 문제를 해결하기 위해 소재 가공 단계의 국내 생산 역량을 확충하고, 사용 후 배터리 수거-검사-재활용으로 이어지는 통합 관리 체계를 구축하여 자원의 선순환 구조를 확립하고자 한다.

### 3) 핵심 광물자원 관리 거버넌스 및 지원

정부는 법률과 정책을 효율적으로 집행하기 위해 범정부적 협력 체계와 금융 지원 메커니즘을 가동하고 있다.

우선 정부는 광물의 경제적 파급 효과와 공급 불안정성을 고려하여 관리 대상을 이원화하여 운영한다. 33종 핵심광물은 국가 경제 전반에 필요한 자원으로 글로벌 수급 동향 모니터링의 대상이 되며, 10대 전략 핵심광물(리튬, 니켈 등)은 국내 첨단 산업의 생존과 직결된 자원으로서 기술 개발, 재정 지원, 자원 외교의 최우선 순위가 된다(산업통상자원부, 2023a).

그와 함께 「공급망안정화법」에 따라 조성된 5조 원 규모의 공급망안정화기금은 핵심 광물 공급망 강화의 핵심 재원이다. 이는 핵심 광물의 수입, 국내외 생산 시설 투자, 기술 도입 등을 추진하는 ‘선도사업자’에게 저리 대출, 보증, 출자 등의 형태로 지원되며, 단순한 원자재 구매를 넘어 해외 광산 지분 인수, 현지 제련소 건설 등 구조적 취약점을 보완하는 데 집중되고 있다. 이와 더불어 동법 제19조에 따라 2024년에는 공급망안정화 선도사업자 선정계획을 발표하였다. 공급망 선도사업자 도입 목적은 공급망 안정화를 위해 정부의 재정·금융·조세상 중점 지원 대상기업을 선정해 공급망 안정화를 도모하는 것이다.

마지막으로 과거 이원화되었던 비축 기능을 광해광업공단으로 일원화하여 관리 효율성을 높였다. 비축 목표 일수를 기존 54일분에서 100일분 이상으로 상향 조정하였으며, 위기 발생 시 8일 이내에 수요 기업에 원료를 공급할 수 있는 긴급 방출 제도(Fast-track)를 도입하여 실질적인 물리적 대응 능력을 강화하였다(산업통상자원부, 2021). 그러나 이러한 비축 기능의 강화는 일시적 수급 차질에 대한 완충 역할을 수행하지만, 장기적인 항로 단절 상황에 대한 근본적인 해결책이 되기에는 한계가 있다.

#### 4) 국내 관리 체계의 한계점

앞서 살펴본 바와 같이 우리나라는 법적·제도적 기틀을 통해 자원 확보와 비축 역량을 강화해 왔다. 그러나 본 연구가 주목하는 국제물류 및 해상운송의 관점에서 현행 체계를 검토한 결과, 자원의 확보와 국내 반입 사이를 잇는 공급망의 물리적 연결성, 즉 자원의 이동 경로를 관리하는 물류 시스템 전반에 대한 정책적 고려는 상대적으로 미흡한 실정이다. 현재의 광물자원 관리에 대한 거버넌스가 주로 소유권 확보와 정적 비축에 집중됨에 따라 발생하는 구체적인 구조적 한계점은 다음과 같다.

첫째, 비상시 반입 명령과 운송 수단 확보 방안의 괴리이다. 「해외자원개발사업법」 제17조의 반입 명령은 자원 안보의 강력한 수단이나 치명적인 실효적 한계를 내포하고 있다. 해당 조항은 자원 개발 기업에 가져오라고 명령할 권한만 있을 뿐 실제 위기 상황(전쟁, 항로 봉쇄 등)에서 자원을 실어 나를 선박을 어떻게 확보할 것인지에 대한 실행 기제(Implementation Mechanism)는 규정하고 있지 않다. 자원을 확보했더라도 이를 운송할 국적 선대가 없거나, 글로벌 선사들이 위험 해역 운항을 거부할 경우 반입 명령은 선언적인 조치에 그칠 위험이 크다. 이는 자원 법률과 해운 법률간의 유기적 연계 부족에서 기인한다(이충배, 정석모, 김현중, 2020).

둘째, 공급망 다변화 정책에 따른 물류 리스크의 간과이다. 정부는 특정국 의존도를 낮추기 위해 아프리카, 남미 등으로 공급망 다변화를 추진하고 있다. 그러나 물류적 관점에서 공급선의 원거리화는 곧, 수송 거리에 비례한 리드타임 증가와 해상운송 리스크 확대를 의미한다(대외경제정책연구원, 2022; 산업연구원, 2023). 아프리카 내륙 광산에서 항만까지의 육상 운송 불안정성, 희망봉 우회 항로 이용에 따른 운임 상승 등은 기업에게 큰 부담이다. 그런데도 현재의 정책 지원은 주로 광산 개발 투자에 집중되어 있어, 물리적 공급망의 경로 안정성 확보를 위한 지원책은 미흡하다.

셋째, 사후적 처방 위주의 대응 체계이다. 현행 위기 대응 매뉴얼은 위기 발생 시 비축 물량을 방출하거나 긴급 수입을 모색하는 등 사후적 조치에 치중되어 있다. 그러나 해상운송망은 단기간에 구축될 수 없는 인프라적 성격을 가진다(서영복, 박찬권, 2021). 평시에 국적 선사와의 장기운송계약을 유도하거나 해외 거점 항만을 확보해 두지 않으면, 실제 공급망 붕괴 시 글로벌 물류 대란 속에서 선복을 확보하는 것은 불가능에 가깝다. 즉, 현재의 관리 체계는 정적인(Static) 자원 보유량 관리에만 머물러 있으며, 자원의 이동 흐름을 관리하는 동적인(Dynamic) 공급망 관리 역량은 부족하다.

결론적으로 대한민국의 핵심 광물자원 관리 체계는 자원의 소유권 확보와 관련하여 유효한 진전을 보였으나, 확보된 자원의 안정적인 국내 반입을 뒷받침할 물류 측면의 이행 수단은 여전히 미흡한 상태에 머물러 있다. 따라서 실효성 있는 자원 수급 체계를 구축하기 위해서는 기존의 확보 및 비축 중심 정책에 해상운송의 안정성을 고려한 물류 관리적 접근을 통합하려는 제도적 보완이 시급하다.

### 3. 핵심 광물자원 공급망 추이 분석

#### 1) 주요 핵심 광물의 수입 중량 및 금액

본 연구는 정부가 지정한 10대 전략 핵심광물 중, 산업적 중요도가 높고 해상 물동량 분석에 유의미한 5대 핵심 광물(니켈, 리튬, 망간, 코발트, 흑연)을 분석 대상으로 선정하였다. 반면, 10대 광물에 포함된 세륨, 란탄 등 희토류 5종은 분석에서 제외하였다. 희토류는 대규모 원광(Bulk)보다는 가공을 거친 소량의 화합물이나 제품 형태로 수입되는 특성이 있어, 중량(Weight) 기준의 물류 특성을 니켈이나 망간과 직접 비교하기에는 데이터의 일관성을 확보하기 어렵다고 판단했기 때문이다. 이에 본 연구는 선정된 5대 광물을 중심으로 2019년과 2023년의 수입 데이터를 비교하여 공급망의 구조적 변화를 분석하였다.

분석 결과, 5대 핵심 광물의 총수입 중량은 2019년 446만 톤에서 2023년 428만 톤으로 약 4.0% 감소하였으나, 총수입 금액은 30.8억 달러에서 116억 달러로 약 3.7배 급증한 것으로 나타났다. 이는 광물자원의 수급이 단순한 물량 확보를 넘어 공급망의 부가가치와 경제적 중요성이 급격히 상승하고 있음을 시사한다. 광물별로 살펴보면 니켈은 2023년 기준 수입 중량이 약 316만 톤으로 전체의 73.78%를 점유하며 주요 핵심 광물 수입 물동량의 가장 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 확인되었다. 반면 리튬은 수입 중량이 2019년 1.39%에서 2023년 3.97%로 소폭 증가하는 데 그쳤으나, 수입 금액 비중은 28.17%에서 74.50%인 약 86억 달러로 증가하였다. 이는 전기차 배터리 시장 성장에 따른 수요 급증과 가격 상승이 맞물린 결과로 리튬이 국내 광물 공급망의 경제적 가치를 주도하고 있음을 보여준다.

한편 망간은 2023년 기준 수입 중량 88만 톤으로 20.62%를 차지해 니켈 다음으로 높은 물동량을 보였으나, 금액 비중은 3.21%에 불과하여 전형적인 저단가 대량 화물의 특성을 보였다. 종합해 보면 국내 핵심 광물 수입 구조는 물동량 중심의 니켈, 망

간과 경제적 가치 중심의 리튬으로 이원화되어 있다.

<표 2> 주요 핵심 광물의 수입 중량 및 금액

단위: Ton, 천달러, %

구분	2019				2023			
	중량	중량비 중	금액	금액비 중	중량	중량비 중	금액	금액비 중
니켈	3,234,415	72.46	1,312,025	42.53	3,162,091	73.78	2,229,109	19.21
리튬	62,047	1.39	869,000	28.17	170,329	3.97	8,646,234	74.50
망간	1,114,233	24.96	474,756	15.39	883,746	20.62	371,987	3.21
코발트	11,799	0.26	336,919	10.92	17,430	0.41	247,530	2.13
흑연	41,517	0.93	92,192	2.99	52,020	1.21	110,405	0.95
합계	4,464,011	100.00	3,084,892	100.00	4,285,616	100.00	11,605,265	100.00

\* 자료 : 한국해양수산개발원(2024).

## 2) 주요 핵심 광물의 수입 공급망 현황(2023년)

분석 대상 5대 핵심 광물은 중량 기준 99.9% 이상이 해상운송을 통해 수입되고 있어 항공 운송의 비중은 극히 미미한 것으로 나타났다. 항만별 반입 현황은 광물의 운송 형태 및 배후 산업 클러스터의 위치에 따라 특정 항만에 물동량이 집중되는 공간적 편중성이 관찰되었다.

니켈은 전체 수입량의 96.1%(약 303만 톤)가 광양항으로 반입되어 5대 광물 중 특정 항만 의존도가 가장 높았다. 이는 대규모 제련 시설과 철강 산업 클러스터가 인접한 광양항의 입지적 특성이 반영된 결과로, 드라이 벌크(Dry Bulk) 형태의 원광을 처리하기 위한 전용 하역 시스템 및 직반입 체계가 핵심적인 역할을 수행하고 있음을 보여준다.

리튬은 전체 수입량의 99.6%(약 17만 톤)가 부산항을 통해 반입되어 절대적인 부산항 의존도를 보였다. 이는 리튬이 주로 가공된 소재나 고부가가치 화합물 형태로 수입되어 정기선 컨테이너 서비스(Liner Service)를 주로 이용하기 때문이며, 국내 최대 컨테이너 허브인 부산항의 항로 네트워크 경쟁력이 리튬 공급망의 관문 역할을 규정하고 있는 것으로 분석된다. 코발트(87.8%)와 흑연(79.1%) 역시 이와 유사하게 부산항을 주된 반입 항만으로 활용하는 컨테이너 기반 물류 패턴을 공유하고 있다.

망간은 타 광물과 달리 항만별 분산도가 가장 높게 나타났다. 최대 반입항인 동해항(42.2%)을 필두로 광양항(31.6%), 포항항(15.0%) 순으로 물량이 배분되어 있는데, 이는 합금철 및 제철 산업 단지가 동해, 광양, 포항 등 연안 산업 거점에 분산 배치

된 수요 구조가 항만 선택에 직접적으로 투영된 결과로 해석된다.

<표 3> 주요 핵심 광물의 수입 공급망 현황(2023년)

단위: Ton

구분	합계	공항	항만							
			부산	광양	인천	동해	포항	울산	평택	기타
니켈	3,161,502	10	116,512	3,036,988	4,825	-	3,162	-	-	6
리튬	170,329	5	169,699	500	122	-	-	-	3	-
망간	883,746	17	30,293	278,878	-	373,319	132,854	-	-	68,385
코발트	17,430	124	15,209	198	904	-	-	102	892	-
흑연	52,020	11	41,159	2,074	5,761	-	2,372	-	-	643
합계	4,285,027	167	372,872	3,318,638	11,612	373,319	138,388	102	895	69,034

\* 자료 : 한국해양수산개발원(2024).

### 3) 소결

첫째, 운송 수단 측면에서 해상운송에 대한 의존도가 99.9%로 절대적인 것으로 나타났다. 분석 대상 광물의 거의 전량이 해상으로 반입된다는 점은 핵심 광물 안보가 사실상 해상 공급망의 안정성과 직결됨을 의미한다. 리튬, 코발트와 같은 고가 소재조차 항공 등 대체 운송 수단 활용이 극히 제한적이므로, 해상 병목 구간 발생 시 국가 차원의 공급망 회복탄력성이 급격히 저하될 수 있는 구조적 취약성을 내포하고 있다.

둘째, 항만 이용 측면에서는 화물의 운송 형태 및 배후 산업단지의 입지에 따른 기능 이원화와 특정 항만 집중화 현상이 뚜렷하다. 니켈과 망간 같은 드라이 벌크 화물은 원광 형태의 대량 운송이 필수적이므로, 대규모 제련 시설과 철강 클러스터가 인접하고 전용 하역 인프라를 갖춘 광양항(전체 물동량의 77.4% 처리)과 동해항에 집중되어 있다. 이는 수입 원료의 적기 공급을 위한 물리적 거리 및 공급망 상의 직반입 효율성이 항만 선택의 핵심 기제로 작용하고 있음을 보여준다. 반면, 리튬(99.6%), 코발트(87.3%), 흑연(79.1%) 등 이차전지 제조의 핵심 소재들은 글로벌 정기선 네트워크가 우수한 부산항으로 물동량이 극심하게 편중되는 양상을 보인다.

셋째, 이러한 집중화된 항만 이용 구조는 항만 운영 장애 발생 시 국내 첨단산업의 연쇄적 가동 중단을 초래하는 결정적 요인이 될 수 있음을 시사한다. 이는 물류 안보 측면에서 외부 충격에 대응하는 공급망의 회복탄력성을 저해하는 구조적 결함이자 핵심적인 취약점이다.

결론적으로 국내 핵심 광물 공급망은 단일 운송 수단인 해운과 집중화된 항만 이용

구조라는 이중의 리스크를 안고 있다. 이는 지정학적 위기나 특정 항만의 기능 마비 시 국가 전략산업 전체를 원료 수급 중단 위기에 빠뜨릴 수 있는 공급망의 구조적 임계점과 같다. 따라서 해외 자원권 확보라는 자원개발 가치사슬상의 상류 전략을 넘어 국적 선대의 가용성 확보, 비상시 대체 항로, 항만 다변화 시나리오 구축 등 국제물류 관점의 통합적 대응 체계 마련이 자원 안보 전략의 최우선 과제가 되어야 한다.

#### 4. 핵심 광물자원 해상운송 안정을 위한 개선방안

핵심 광물자원의 수급 불안정성은 단순한 자원의 부재가 아닌 확보된 자원을 적기에 이동시키지 못하는 공급망 단절에서 기인하는 경우가 빈번하다. 본 연구에서는 앞서 분석한 법·제도적 한계와 집중화된 물류 구조의 취약성을 극복하기 위해 해상운송을 중심으로 한 4대 전략적 개선방안을 제안한다.

첫째, 안정적인 해상운송 지원을 위한 수송 주권 확보 및 제도적 장치 마련이다. 핵심 광물 수입의 99.9%가 해상운송에 의존하는 현실을 고려할 때, 위기 시 가동 가능한 국적 수송 수단을 법적으로 보장하는 것이 시급하다. 우선 현행 「해운항만기능유지법」에 근거한 ‘국가필수선박’ 지정 대상에 핵심 광물 전용 수송 선박을 명시적으로 포함하여, 비상시 국가가 해당 선박을 우선적으로 동원할 수 있는 강제력을 확보해야 한다. 아울러 화주 기업과 국적 선사 간 장기운송계약(CVC) 체결을 유도하고, 한국해양진흥공사의 금융 지원을 강화하여 국적 선사가 전용 선대를 안정적으로 확보할 수 있도록 해야 한다.

둘째, End-to-End 연결성 강화를 위한 복합운송 물류체계 및 인프라 구축이다. 자원 생산국 내륙에서 국내 반입 항만까지의 물리적 연결성을 확보하여 리드타임 변동성을 최소화해야 한다. 이를 위해 ODA(공적개발원조) 및 공급망안정화기금을 활용하여 광산 개발과 철도·항만 터미널 건설을 연계한 패키지형 인프라 투자를 추진할 필요가 있다. 또한, 자원 생산국 현지의 피더 서비스가 취약할 경우 국적 선사의 피더 항로 개설을 지원함으로써 환적 리스크를 줄이고 운송 정시성을 확보해야 한다.

셋째, 공급망 가시성 확보를 위한 범부처 통합 정보체계 고도화이다. 정적인 자원 보유량 관리에서 벗어나 동적인 자원 이동 흐름을 실시간으로 추적·관리할 수 있는 시스템이 요구된다. 산업통상자원부의 자원 정보와 해양수산부·관세청의 선박 위치 및 통관 정보를 연동하여 전 과정을 모니터링하는 통합 관제 시스템을 구축해야 한다. 나아가 해상 운임, 항만 체선율, 지정학적 항로 리스크 등을 결합한 핵심광물 물류

리스크 지수를 개발하여 선제적인 위기 대응 정보를 제공해야 한다.

넷째, 해외 거점물류센터 확보를 통한 글로벌 물류망 및 비축 기능 강화이다. 공급망 교란 시 완충 역할을 할 수 있는 해외 물류 거점을 선제적으로 확보해야 한다. 부산항만공사 등 공공기관이 주도하여 주요 자원 생산국 인근이나 글로벌 물류 허브의 항만 터미널 지분을 인수하고, 이를 국내 기업의 공동 물류 거점으로 활용해야 한다. 이러한 거점은 평시에는 물류 효율화의 기반이 되며, 비상시에는 전략적 완충지대로 기능하여 국내 반입 시점을 조절하는 역할을 수행한다.

## 5. 결론 및 정책제언

본 연구는 기후 위기와 자원 무기화가 심화되는 국제 정세 속에서 한국의 핵심 광물 안보를 완성하기 위해서는 단순한 자원권 확보를 넘어 안정적인 물리적 공급망 구축이 필수적임을 규명하였다. 5대 핵심 광물의 수입 실태를 분석한 결과, 해상운송 의존도는 99.9%에 달하며 특정 항만에 물동량이 과도하게 집중되는 구조적 취약성이 확인되었다. 특히 원광 형태의 벌크 화물(니켈, 망간)이 광양·동해항에 집중되는 현상과 가공 소재 형태의 컨테이너 화물(리튬, 코발트)이 부산항에 집중되는 이원화된 물류 네트워크 특성은 리스크 대응 측면에서 차별화된 전략적 접근이 필요함을 시사한다. 이에 본 연구는 국가 자원 안보의 실효적 완결성을 확보하기 위해 다음과 같은 정책적 방향을 제시한다.

첫째, 자원 안보 정책과 해양 물류 정책의 법적 결합을 통한 실무적 이행 기제 확보가 필요하다. 「국가자원안보특별법」과 「해운항만기능유지법」 간의 연계성을 강화하여, 자원 위기 상황 시 선박 동원 및 항만 하역 우선권을 즉각 조정할 수 있는 법적 근거를 마련해야 한다. 이를 통해 선언적 의미의 반입 명령을 넘어 실질적인 수송 강제력과 물류 통제권을 확보해야 한다.

둘째, 공급망안정화기금의 지원 범위를 물류 인프라 및 자산 확보로 대폭 확대해야 한다. 현재의 설비 투자 지원을 넘어 해외 항만 터미널 지분 인수, 광물 전용 선박 건조 등 공급망 인프라 구축에 공공 자금이 마중물 역할을 수행하도록 기금 운용 지침을 개선해야 한다. 이는 민간 단독으로 투자가 어려운 영역에 대한 국가 차원의 전략적 자산 확보를 의미한다.

셋째, 정적 비축을 넘어선 동적 흐름 관리를 위한 범부처 통합 거버넌스를 구축해야 한다. 해외 생산지에서 국내 산업단지까지 이어지는 공급망 전 과정의 흐름을 통

제할 수 있어야 진정한 자원 안보가 완성된다. 관련 부처 간 분절된 정보를 통합 관리하는 컨트롤타워 구축 및 운영을 통해 공급망 전 과정에 대한 실시간 모니터링 및 위기 시 즉각적인 대응 체계를 가동해야 한다.

본 연구는 자원 정책의 사각지대였던 국제물류의 중요성을 환기하고, 자원 안보의 개념을 물리적 연결성의 영역으로 확장했다는 점에서 학술적 의의가 있다. 향후 본 연구에서 도출된 거시적 방향성을 바탕으로 개별 광종에 대한 최적 운송 경로 시뮬레이션 및 물류 네트워크의 회복탄력성 강화 방안에 관한 실증 연구가 수행되기를 기대한다.

## 참고문헌

- 국가안보전략연구원 (2023). 중국의 핵심광물 구출통제와 시사점.
- 국회미래연구원 (2023). 핵심원자재 공급 안정성 중장기 전략.
- 김대현, 정수현 (2024). 물류 리스크에 따른 국내 핵심 광물자원의 공급망 영향분석: 리튬 광물자원을 중심으로, e-비즈니스연구, 25(6), 179-193.
- 대외경제정책연구원 (2022). 한-호주 공급망 협력 방향: 핵심광물과 수소를 중심으로.
- 산업연구원 (2022). 글로벌 산업지형 변화에 대응한 전략산업 발전 방안.
- 산업연구원 (2023). 핵심광물자원 공급망 구축을 위한 아세안 주요 3국 및 인도와의 협력방안 연구.
- 산업통상자원부 (2020). 제6차 해외자원개발 기본계획(2020-2029).
- 산업통상자원부 (2021). 희소금속 안심국가 실현을 위한 희소금속 산업 발전대책 2.0 수립.
- 산업통상자원부 (2023a). 첨단산업 글로벌 강국 도약을 위한 핵심광물 확보전략.
- 산업통상자원부 (2023b). 핵심 광물 공급 안정화 및 사용 후 배터리 생태계 조성을 위한 이차전지 전주기 산업경쟁력 강화 방안.
- 삼정KPMG경제연구원 (2023). 배터리 생태계 경쟁 역학구도로 보는 미래 배터리 산업.
- 서영복, 박찬권 (2021). 물류 공급사슬 네트워크에서 리스크 대응 활동이 공급사슬통합, 리스크 관리 성숙도 및 공급사슬 회복탄력성, 기업 및 공급사슬성과에 미치는 영향, 한국경영교육학회, 36(2), 121-150.
- 에너지경제연구원 (2021). 주요국 핵심광물 확보 전략 분석.
- 이충배, 정석모, 김현중 (2020). 운송물류리스크 요인이 위험관리 전략에 미치는 영향에 관한 연구, 국제상학, 35(2), 197-219.
- 한국무역협회 (2022). 주요국의 핵심광물 확보전략과 시사점.
- 한국법제연구원 (2012). 신흥시장국(MAVINS)의 원자재 개발 협력 법제 연구 I.
- 한국해양수산개발원 (2024). 핵심 광물자원의 법·제도 조사 및 해상운송 분석.
- KDB 미래전략연구소 (2024). 글로벌 공급망(GVC) 핵심품목 연구.
- Cha, V. D. (2023). Collective Resilience: Detering China's Weaponization of Economic Interdependence, International Security, 48(1), 91-124.
- Farrell, H. & Newman, A. L. (2019). Weaponized Interdependence: How Global Economic Networks Shape State Coercion, International Security, 44(1), 42-79.
- IEA (2023). Sustainable and Responsible Critical Mineral Supply Chains.

IEA (2024). Global Critical Minerals Outlook 2024.

Hendricks, K. B & Singhal. V. R. (2005). An Empirical Analysis of the Effect of Supply Chain Disruptions on Long-Run Stock Price Performance and Equity Risk of the Firm, *Production and Operations Management*, 14(1), 35-52.

Abstract

## **Stability of Critical Mineral Import Supply Chains: International Logistics Structures and Institutional Challenges**

Jeong, Suhyun

The global energy transition has shifted industrial structures toward resource-intensive models, rapidly increasing dependence on critical minerals. However, South Korea's current resource security policies prioritize upstream acquisition and stockpiling, leaving a strategic gap in the stability of international logistics and maritime transport processes required for physical importation.

This study analyzes the import supply chain structure of five strategic critical minerals (nickel, lithium, manganese, cobalt, and graphite) from an international logistics perspective and identifies systemic limitations within the current policy framework.

The research results are as follows: First, a review of domestic laws and policies reveals an institutional void regarding logistics support, specifically the lack of practical execution mechanisms for emergency import orders and insufficient support for risks associated with supply chain diversification. Second, an analysis of trade statistics confirms an absolute (over 99.9%) dependence on maritime transport and identifies structural vulnerabilities, such as extreme reliance on specific shipping routes and a dichotomized port-entry structure based on cargo handling modes (Bulk vs. Container).

Consequently, this study concludes that national resource security strategies must expand to integrate comprehensive maritime logistics policies, ensuring the continuity and resilience of physical flows beyond mere resource ownership.