연구논문

6대 주요 비철금속의 국제시장가격 변동요인 구조벡터회귀분석

최혜원¹ · 허은녕² · 김경아^{1*}

¹서울대학교 기술경영경제정책과정 석사과정, ²서울대학교 에너지시스템공학부 교수

SVAR Analysis of Factors Affecting Fluctuations of Six Major Nonferrous Metal Prices

Hye Won Choi¹, Eunnyeong Heo² and Kyungah Kim^{1*}

¹Master's Degree, Technology Management, Economics and Policy Program, Seoul National University

²Professor, Department of Energy Systems Engineering, Seoul National University

Received 15 July 2020 Final version Received 13 August 2020 Accepted 25 August 2020

Abstract : This study uses the structural vector autoregression (SVAR) model to examine the dynamic effects of global supply and demand shocks on commodity prices. For this, annual data from 1945 to 2019 of the global GDP, world production, and real prices of six nonferrous metals (copper, aluminum, lead, zinc, nickel, and tin) were used. The nonferrous metals exhibited different responses to supply, demand, and commodity-specific demand shocks. However, in both the impulse response function and historical decomposition analysis, the prices of all metals were mainly driven by demand shocks rather than supply shocks.

Key words : Nonferrous metal, Mineral Commodity Markets, Structural VAR, Historical decomposition

요 약 : 본 연구에서는 원자재 수급의 변동이 국제 원자재 가격 상승에 미치는 영향을 구조적 벡터자기회귀 모형을 이용하여 정량적으로 분석하였다. 실증분석을 위하여 1945년부터 2019년까지 구리, 알루미늄, 납, 아연, 니켈, 주석 등 LME 시장이 지정한 6대 비철금속의 세계 생산량 및 가격, 세계 GDP 자료를 활용하였다. 실증분석 결과에 따르면, 수요, 공급, 상품별 수요 충격이 가격에 미친 영향은 비철금속의 종류에 따라 상이한 것으로 나타났다. 그러나 충격반응분석과 역사적요인분해 분석 결과 6개 비철금속 가격 모두 공급 충격보다 수요 충격에 의해 더 큰 영향을 받은 것으로 나타났다.

주요어 : 비철금속, 광물 자원 시장, 구조적 VAR, 역사적 분해

서 론

비철금속은 조선, 철강, 반도체 등 다양한 산업 분야에서 광범위하게 사용되는 모든 국가의 경제활동에 필수적인 원자재이다. 전 세계 비철금속 시장은 2014년부터 지속적으로 성장하여 2017년 기준 402조 원 규모에 달하였으며(KONMA, 2019), 최근 4차 산업혁명 시대 도래에 따른 차세대 자동차, 이차전지, 사물인터넷 등의 신산업 등장은 비철금속 수요를 더욱 증가시킬 것으로 전망된다(PPS, 2020). 일례로 2025년의 니켈 수요는 2020년 대비 연평균 증가율 4.1%를 보이며 현저히 증가할 것으로 전망되며(MOTIE, 2020), 2018년 기준 알루미늄 수요는 2010년 대비 약 57% 증가하였다(Forbes, 2019). 이처럼 비철금속의 중요성이 확대됨에 따라 미국, EU, 호주 등 주요국은 경제·안보에 중요한 필수 광물 자원을 규정하여 적극적인 광물

확보 전략을 추진하고 있다(MOTIE, 2020). 국내에서도 조달청이 구리, 알루미늄 등 주요 비철금속을 전략물자로 관리하고 있으며, 자원 시장 모니터링을 강화하는 등 글로벌 원자재 파동과 수급 불안 등에 대응하고 있다. 그러나 대체 기술·원료 등 기술진전에 따른 광물자원의 수요 및 가격 변동성이 확대될 것으로 예상된다. 일례로 2019년 9월 기준 월 평균가격이 17,673(\$/t)이었던 니켈 가격은 단 세 달 만에 22%가 감소하며 상당한 가격 변동성을 보이기도 하였다.¹⁾ 원자재의 수입의존도가 90%에 육박하는 우리나라에서 국제 원자재 가격변동은 단순히 가격변동에만 머무는

1) "International price trends of major nonferrous metals", Administration Monitoring System, last modified Aug 3. 2020, accessed Aug 12. 2020, http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1378

*Corresponding Author, Kyungah Kim, emma100872@snu.ac.kr, Technology Management Economics and Policy Program, Seoul National University, Seoul, Korea

것이 아니라, 경제 전반에 악영향을 미칠 수 있다. 따라서 원자재의 안정적인 확보를 위해서는 국제가격에 대한 예측이 함께 진행되어야 하며, 이를 위해서는 비철금속 국제가격에 유의미한 영향을 미치는 요인을 밝혀내는 것은 매우 중요하다.

원자재의 국제가격 변동요인을 분석한 연구는 다수 존재한다(Stuermer, 2018; Ehrlich, 2018; Kilian, 2009; Kilian and Lee, 2014; Jacks and Stuermer, 2020). Stuermer(2018)와 Ehrlich(2018)는 구조적 VAR 모형을 이용하여 비철금속의 수요량과 공급량이 국제가격에 미치는 영향을 분석하였다. 우선, Stuermer(2018)는 1840년부터 2014년까지 구리, 납, 주석, 아연의 수요량과 공급량이 원자재 가격에 미치는 영향을 살펴보았다. 분석 결과, 광물자원의 가격에는 공급보다 수요가 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. Ehrlich(2018)는 1867년부터 2015년까지 글로벌 니켈 공급량 및 수요량이 국제가격에 미치는 영향을 분석하였으며, 시기에 따라 니켈 가격변동에 영향을 주는 요인이 달라지는 것으로 나타났다. 구체적으로 19세기에는 공급 요인이 니켈 가격변동에 큰 영향을 주었지만, 20세기부터는 수요가 더 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었다. Jacks and Stuermer(2020)의 연구에서도 곡물과 광물, 연철 상품 모두 공급량보다 수요량이 원자재의 가격변동에 더 높은 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 마지막으로 Kilian(2009)과 Kilian and Lee(2014)는 석유 수급이 가격에 미치는 영향을 분석하였으며, 비철금속(Stuermer, 2018)과 마찬가지로 수요량이 공급량보다 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 국제 원자재 가격은 앞서 언급한 수급 요인뿐 아니라 금리(Hyun and Kim, 2018), 인플레이션(Shin *et al.*, 2007), 환율(Akram, 2009), 투기 거래(Kim, 2016) 등 다양한 외부 요인에 의하여 변동할 수 있다.

본 연구의 목적과 이전 연구와의 차별성은 다음과 같다. 본 연구는 1945년부터 2019년 사이에 글로벌 수요 및 공급이 6대 주요 비철금속(구리, 알루미늄, 아연, 납, 니켈, 주석) 가격에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 6대 주요 비철금속은 산업 중 철강, 자동차, 가전, 전기, 건설 등의 주요 원자재로 쓰이는 기초 금속을 칭하며, 산업 부문 중에서도 제조업과 제련, 가공업은 산업 근간을 구성하는 중요한 산업 분야라고 할 수 있다(Oh and Kim, 2013). 특히 알루미늄은 최근 수송 부문에서의 연비규제로 인한 차량 경량화 소재로써 그 중요성이 높아지고 있지만, Ehrlich(2018)나 Stuermer(2018)와 같이 비철금속을 대상으로 시행된 연구들에서 알루미늄에 대한 분석은 제외되었다는 한계점이 있다. 더불어 본 연구는 150년 동안의 가격변동을 분석한 이전 연구들보다 짧은 기간을 살펴본 대신 2019년까지의 최신 데이터를 기반으로 분석을 진행함으로써, 최근 원자재

가격변동 영향 요인도 함께 고려하였다. 2010년 이후 경기 회복에 따른 실물 수요 및 투자 증가로 인해 주석, 니켈, 구리의 가격이 상당한 변동성을 갖고 증감을 지속했다는 점을 감안하면 최근의 가격변동을 포함한 분석은 유의미한 시사점을 제시할 수 있을 것이다.

방법론

본 연구에서는 비철금속의 가격변동 요인을 분석하기 위하여 세계 비철금속 생산량, 세계 수요량 및 비철금속의 가격으로 구성된 구조적 벡터자기회귀모형(Structural Vector autoregression, SVAR)을 사용하였다. 구체적인 추정식의 구조는 Kilian(2009)과 Stuermer(2018), Ehrlich(2018) 등의 모형을 참고하였으며, 식 (1)과 같은 구조 방정식을 설정하였다.

$$BY_t = A(L)Y_{t-1} + u_t \quad (1)$$

단, $E(u_t) = 0$ 이고, $E(u_t u_t') = \Sigma$ 이다. Y_t 는 n 개의 내생변수로 이루어진 벡터로, 본 연구에서는 3개의 변수를 사용하였기 때문에 (3×1) 벡터이다. 이 식에 대한 직접적인 추정이 불가능하기 때문에 아무런 제약을 부과하지 않은 축약형(Reduced Form) VAR을 통해 계수를 추정한 후 구조적 모형을 복원하여 분석할 수 있다. 식 (1)의 양변에 계수 행렬 B 의 역행렬 B^{-1} 을 곱하면 식 (2)와 같은 축약형 VAR 모형을 구할 수 있다.

$$Y_t = \Phi(L)Y_{t-1} + e_t \quad (2)$$

이와 같은 과정을 통해 구조 방정식의 오차항 벡터 u_t 와 축약형의 오차항 벡터 e_t 사이에는 식 (3)과 같은 관계가 성립함을 알 수 있다.

$$u_t = Be_t \quad (3)$$

B 행렬에 단기제약(short-run restriction)을 부여하고 축약형 모형을 추정한 결과를 이용하여 구조의 계수와 오차항의 벡터를 추정할 수 있다. 본 연구에서는 세계 비철금속 수요 → 세계 비철금속 생산 → 비철금속 가격으로 이어지는 인과관계를 가정하여 제약을 부여하였다. 즉, 비철금속 수요량 변수가 가장 외생적이며, 원자재의 생산(공급)은 수요량에, 마지막으로 비철금속 가격은 수급 조건 모두에 영향을 받는 구조를 가정하였다. 이와 같은 제약조건은 식 (4)과 같은 행렬로 나타낼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} u_t^s \\ u_t^d \\ u_t^p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_t^s \\ e_t^d \\ e_t^p \end{bmatrix} \quad (4)$$

본 연구에서는 이와 같은 식별 가정을 전제로 SVAR 모형을 추정하였으며, 충격반응함수(impulse response function) 및 역사적 분해(historical decomposition)을 이용하여, 과거 및 현재 발생한 구조적 충격이 비철금속의 가격변동에 어느 정도 영향을 미쳤는지 분석하였다.

실증분석

실증분석 자료

본 연구에 사용된 자료는 1945년부터 2019년 사이의 6종의 비철금속(구리, 알루미늄, 니켈, 납, 아연, 주석)의 국제 생산량 및 수요량, 그리고 국제 원자재 실질가격이다. 비철금속의 생산량과 실질가격은 미국 지질조사국(United States Geological Survey, USGS)의 자료²⁾를 이용하였다. 비철금속 수요량의 경우 1945년부터의 글로벌 자료를 확보하기 어려워 본 연구에서는 Feenstra *et al.*(2015)과 IEA로부터 얻은 세계 실질 GDP를 대리변수로 사용하였다. GDP 대신 OECD 경기지수 자료를 이용할 수도 있지만, 해

당 지수는 원자재 수요 증가의 중요한 역할을 담당하는 신흥국의 경기 상황을 반영할 수 없는 한계가 있다(Kim, 2016). 반면 GDP는 광물 자원 수요와 높은 상관관계를 갖고 있으며 원자재 가격변동을 분석한 이전 연구에서도 세계 GDP를 글로벌 수요량의 대리변수로 사용하였다(Ehrlich, 2018; Stuermer, 2018). 생산량 및 실질가격은 월별 데이터인 반면 세계 GDP는 연간 데이터이기 때문에 본 연구는 모든 변수를 연간 데이터로 통일한 후, 전기 대비로 그 차분한 값을 이용하여 분석하였다. Table 1은 6개 주요 비철금속 자료의 기초통계량을 나타내었다.

Fig. 1과 Fig. 2는 1945년부터 2019년까지의 6대 비철금속의 가격 및 공급 추이를 나타낸다. Fig. 1에서 확인할 수 있듯이, 니켈과 주석 가격은 다른 광물 가격 대비 큰 변동성을 보였다. 그러나 대부분의 비철금속은 가격이 상승하면 공급량이 증가하면서 다시 원가격을 유지하는 추이를 보여 주는데, 이는 광물의 가격변동이 수급에 의해 조정된다고 해석할 수 있다. 더불어, Fig. 2는 모든 광물의 생산량이 1945년부터 현재까지 꾸준히 증가 추세를 이어왔다는 점을 보여준다. 특히, 알루미늄의 생산량은 2000년 이후부터 급격하게 상승하기 시작하여 2000년 대비 2019년 알루미늄의 생산량은 약 2.6배에 달했다. 이와 같은 급격한 상승은 알루미늄의 생산자 다변화(Nappi, 2013)로 인한 것이며,

Table 1. Descriptive Statistics of Six Non-ferrous Metals

Variables		Real price (US\$/metric ton)	Global Production (1000 metric tons)
Copper	Mean (Std. Dev.)	5,337 (1,670)	8,918 (5,424)
	(Min, Max)	(2,200, 9,430)	(1,780, 20,400)
Aluminum	Mean (Std. Dev.)	3,258 (959)	19,261 (17,063)
	(Min, Max)	(1,584, 5,093)	(790, 64,000)
Nickel	Mean (Std. Dev.)	14,489 (5,741)	938 (695)
	(Min, Max)	(6,732, 42,521)	(123, 2,790)
Lead	Mean (Std. Dev.)	2,119 (685)	3,132 (951)
	(Min, Max)	(927, 3,914)	(1,030, 5,440)
Zinc	Mean (Std. Dev.)	2,331 (607)	6,683 (3,417)
	(Min, Max)	(1,122, 4,115)	(1,440, 13,300)
Tin	Mean (Std. Dev.)	22,599 (9,940)	211 (48)
	(Min, Max)	(8,484, 53,785)	(88, 318)

Note: The US CPI(Consumer Price Index) is used to convert nominal price into real price.

Source: United States Geological Survey, 2019

2) <https://www.usgs.gov/centers/nmic/historical-statistics-mineral-and-material-commodities-united-states>, accessed 2020.08.03

그동안 알루미늄의 수요 증가에도 불구하고 알루미늄의 실질 가격이 하락한 원인으로 해석된다(Fig. 1).

실증분석 결과

본 연구에서는 비철금속의 가격변동 요인을 분석하기 위해 세계 비철금속 생산량과 수요량, 그리고 가격으로 구성된 3변수 구조적 벡터자기회귀모형을 설정하였다. Hamilton and Herrera(2004) 등에 따르면 분석대상과 관련하여 사전 정보가 전혀 없는 경우 AIC(Akaike Information Criterion) 혹은 SIC(Schwarz Information Criterion) 검정을 통해 적합한 시차를 적용하는 것이 바람직하지만, 관련 정보를 가지고 있는 경우 이를 활용하는 것이 타당하다. 일반적으로 연간 데이터의 경우, lag-1 혹은 lag-2 모형을 사용하므로, 본 연구에서도 lag-2를 적용하여 분석하였다.

본 연구는 비철금속 가격에 대한 충격반응(impulse response) 분석을 수행하였다. 충격반응 분석은 하나의 구

조적 교란항이 표준편차 1단위 크기로 증가했을 때, 시간 경과에 따른 비철금속 가격의 반응 경로를 보여줌으로써, 각 요인이 미치는 영향의 크기, 속도, 방향과 같은 동태적 파급경로에 대한 정보를 제공한다. 비철금속의 가격변동은 다양한 원인에 의해 발생하지만 크게 공급과 수요 측면에서 분석할 수 있다. 수요 측면에서 발생하는 가격변동은 글로벌 경제회복 혹은 수요자의 소비성향 변화로 인하여 비철금속의 수요가 변동함에 따라 가격의 변동이 발생하는 경우를 의미한다. 공급 측면에서의 가격변동은 지정학적 요인 등에 의한 공급 차질, 급격한 기술진보 등으로 인하여 국제 비철금속 생산량이 변화함에 따라, 비철금속 가격의 변동이 발생하는 경우를 의미한다. 비철금속의 가격변동은 수급 요인 이외에도 인플레이션 및 환율 혹은 투기와 같은 외부 요인에 의해 영향을 받으며, 본 연구에서는 이러한 요인을 상품별 수요 충격으로 보았다.

Fig. 3부터 Fig. 5는 수요, 공급 및 상품별 수요 충격에 대

Fig 1. Real Prices of Six Nonferrous Metals.

Fig 2. Global Production of Six Nonferrous Metals.

한 6개의 비철금속 가격의 충격 반응 분석 결과를 보여준다. 우선, 비철금속의 수요 충격이 발생하면 발생 전과 비교하여 비철금속 가격이 최대 0.3까지 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 3). 그리고 공급 충격에 따른 비철금속의 가격변동은 0.1 수준으로 앞서 보았던 수요 충격보다 가격에 대한 공급 충격의 영향력이 작은 것으로 나타났다(Fig. 4). 이는

광물 자원의 탐사·개발·생산과 관련한 기술진보에 따라 안정적인 자원 생산이 가능해졌기 때문이라 사료된다. 더불어 Fig. 3와 Fig. 4를 보면, 주석과 니켈의 경우 수요 및 공급 충격으로 인한 가격변동이 가장 클 뿐만 아니라 구리나 아연과 달리 공급 충격 발생 직후 오히려 가격이 상승하는 것으로 나타났다. 이는 다음과 같이 해석된다. 우선 주석과 니

Fig 3. Response of Commodity Price to Demand Shock.

Fig 4. Response of Commodity Price to Supply Shock.

Fig 5. Response of Commodity Price to Commodity-specific Demand Shock.

켈은 소수의 공급자와 다수의 수요자 간 개별 협상을 통해 거래되는 희소금속으로 분류되기 때문에 수요 및 공급 충격으로 인한 가격 급변동이 발생할 수 있다. 실제로 1960년부터 2019년까지 6대 비철금속 중 가장 큰 가격변동을 보인 광물은 주석과 니켈이다(Fig. 1). 그리고 희소금속은 수요 및 공급 특성이 일반금속과 상이하여 시장 원리에 의한 가격 결정 매커니즘이 제대로 작동하지 않는 경우가 많다. 이는 Fig. 4에서 공급 충격이 주석과 니켈의 가격변동에 양(+)의 영향을 미친다는 결과를 뒷받침한다. 마지막으로 수급 요인을 제외한 모든 영향 요인을 포함하고 있는 상품별 수요 충격은 비철금속 가격변동에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다(Fig. 5).

종합하면, 수요와 공급, 상품별 수요 요인의 구조적 충격이 비철금속 가격에 미치는 영향은 비철금속의 종류에 따라서 영향의 크기와 시기가 상이한 것으로 분석되었으나, 대체로 충격 발생 이후 약 6-7년이 지나면 충격 효과가 0으로 수렴하는 것으로 나타났다. 또한 Stuermer(2018)와 Ehrlich(2018) 등의 선행연구 결과와 유사하게 본 연구에

서도 수요 충격이 공급 충격보다 가격에 미치는 영향이 컸으며, 인플레이션, 환율, 투기, 재고 등으로 인한 상품별 수요 충격이 비철금속 가격에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다시 말해, 비철금속 시장의 수요 혹은 공급 요인보다는 인플레이션과 환율 등과 같은 거시경제적 환경, 시장의 투기 수요 또는 재고량에 의한 영향이 더 크다고 해석할 수 있다.

앞서 살펴본 충격 반응 분석과 더불어 본 연구에서는 비철금속 가격에 대한 역사적 요인분해 분석을 진행하였다. Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8은 각각 1947년과 2019년까지의 수요, 공급, 상품별 수요 충격이 6개 비철금속 가격변동에 미친 영향을 보여준다.

6개 비철금속은 수요 충격에 대하여 서로 유사한 반응을 보이는 것으로 나타났다(Fig. 6). 특히, 1973년 1차 석유 파동과 2008년 금융위기로 인해 발생한 수요 충격은 6개 비철금속 가격 모두에 유의미한 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 공급 충격이 비철금속 가격에 미치는 영향은 앞서 살펴본 수요 충격 대비 미미한 것으로 나타났

Fig 6. Cumulative Effect of Demand Shock on Commodity Price.

Fig 7. Cumulative Effect of Supply Shock on Commodity Price.

Fig 8. Cumulative Effect of Commodity-specific Demand Shock on Price.

다(Fig. 7). 그러나 니켈의 경우 공급 충격으로 인한 가격 변동성이 1970년대부터 크게 증가한 것으로 나타났다. 이는 1970년대 주요 니켈 생산국이었던 캐나다의 노동파업으로 인하여 공급 충격이 견인되었고 1980년대부터는 특정 국가에 생산이 편중되어 있는 니켈의 수요가 증가함(Kamilli et al., 2017)에 따라 공급 충격의 영향력이 확대된 것으로 해석된다.

마지막으로 Fig. 8에서 보여주는 모든 비철금속 가격에 대한 상품별 수요 충격은 수요 및 공급 충격보다 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 니켈과 주석의 경우 가격에 대한 상품별 수요 충격의 영향력이 두드러지는 기간이 존재하였다. 니켈 가격에 대한 상품별 수요 충격의 영향력은 1980년대 이전까지 매우 높게 나타났으며, 2000년대 이후 다시 확대되고 있는 것으로 나타났다. 이는 2차 세계 대전 이후 1970년대 후반까지 일본 등의 급격한 경제성장으로 인한 수요의 증가, 2000년대 이후, 중국의 급격한 경제성장으로 인하여 증가한 스테인리스강 수요가 니켈 가격변동의 외부 요인으로 작용한 것으로 사료된다. 주석의 경우, 전체 기간 중 1985년부터 1989년까지의 기간 동안 상품별 수요 요인에 의한 가격변동 폭이 가장 큰 것으로 나타났다. 실제로 이 기간은 세계 가장 큰 주석 시장인 LME가 주석 거래를 중단하고 시장을 폐쇄했던 기간이다(McFadden, 1986; Kestenbaum, 1991). 이는 분석 기간 동안 주석 가격의 변동성에 가장 큰 영향을 준 상품별 수요 충격인 것으로 사료된다.

역사적 요인분해 결과를 종합하면, 수요 충격이 공급 충격보다 비철금속 가격변동에 더 큰 영향을 제공하였다. 이는 선행연구와 유사한 결과로, 앞서 서술한 것과 같이 기술 진보로 인하여 안정적인 자원 생산이 가능해졌기 때문이라 사료된다. 그러나 1990년대 이후 공급 충격이 확대되고 있는 것을 확인할 수 있는데, 이는 광물 시장에서 생산자의 영향력이 증대되고 있다고 해석할 수 있다.

결론

비철금속 산업은 자동차, 반도체, 전자·전기 등 전방산업의 고부가가치화 및 경쟁력 확보에 직결되는 핵심 산업으로 글로벌 원자재 가격변동이 국내 경제에 미치는 영향은 매우 크다. 팬데믹 이후 경기 반등으로 일부 비철금속 가격 상승이 예상되는 반면, 코로나19 사태 장기화, 미국과 중국의 무역 분쟁 등에 의한 비철금속의 수요 감소 및 공급 증가에 따른 가격 하락 리스크도 상존하고 있다. 따라서, 비철금속의 수요 및 공급이 가격변동에 미치는 영향을 분석하고 이에 대한 정책적 시사점 제시하는 것은 매우 유의미하다. 이에 본 연구에서는 구조적 VAR 모형을 활용하여 비철금속의 수급 요인이 비철금속 가격의 변동에 미치는 영향을 실증적으로 분석하였다. 이를 위하여 1945년부터 2019년까지의 세계 GDP와 구리, 알루미늄, 납, 아연, 니켈, 주석 등 6개 비철금속의 생산량과 국제가격 데이터를 사용하였다. 실증분석 결과, 비철금속의 종류에 따라서 충격반응 분석의 방향은 동일한 반면, 크기는 상이한 것으로 나타났으며, 역사적 분해 결과에 따르면 6개 비철금속은 대체로 공급 요인보다 수요 요인에 의해 더 큰 영향을 받는 것으로 나타났다.

우리나라는 광물 자원이 거의 나지 않음에도 불구하고 제조업 발달로 인하여, 2019년 기준 구리 5위, 니켈 4위 등 높은 소비국 순위 차지하고 있다(World Bank, 2020). 4차 산업혁명 물결로 신산업이 등장하고 소재의 경량화가 진행됨에 따라 비철금속 수요가 꾸준히 확대될 것으로 전망되는 상황에서 국내 비철금속 산업계의 역량이 중요해질 전망이다. 그러나 비철금속 수급 상황을 철저히 모니터링하며 중장기 발전방안을 수립하는 일본, 중국과는 달리 우리나라는 중장기 계획이 부재하며, 기초 통계자료만 구축되고 있다는 한계를 가지고 있다. 따라서, 국내 원자재 수급의

안정화를 위해서는 비철금속 산업을 제대로 이해하는 연구는 매우 중요하다. 이러한 관점에서 본 연구는 비철금속 국제 수요량 및 공급량이 국제가격 변동에 미치는 영향을 분석했다는 의의가 있다. 특히 본 연구 결과에 따르면 비철금속 가격은 공급 요인보다 수요 요인에 의해 큰 폭으로 변동할 것으로 예측된다. 따라서 정책 입안자는 수요 충격에 대비하여 비철금속 가격 모니터링 및 물가안정 대책과 같은 단기적인 방안과 중장기 로드맵 수립, 재고 관리 등의 장기적인 대응 방안을 통한 안정적인 광물 자원 확보에 힘써야 할 것이다.

이와 더불어 본 연구는 알루미늄 등 기존 선행연구에서 고려하지 않은 광물자원을 포함한 6대 비철금속 가격을 분석하였다는 점에서 시사점을 가진다. 특히 본 연구에서 분석한 알루미늄은 최근 10년 간 중국 등의 경제성장에 힘입어 수요가 급격하게 증가하였으며, 자동차 경량화 등의 이슈가 부각됨에 따라 중요성이 커지고 있다. 따라서 알루미늄 가격변동을 분석한 본 연구 결과는 국내 알루미늄 수급 안정화를 위한 기초자료로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 본 연구는 2019년까지의 데이터를 사용하여 분석을 진행함으로써, 최근의 비철금속 가격변동을 포함한 유의미한 시사점을 제시하였다.

본 논문은 비철금속의 국제가격에 변동성을 주는 요인으로 글로벌 생산량 및 수요량을 설정하였으며, 추가로 수급 효과로 설명되지 않은 변동요인을 가격으로 설명하고자 하였다. 개별 원자재 가격은 금리, 인플레이션, 환율, 재고, 투기 거래 등 다양한 요인에 의하여 변동된다. 특히, 재고는 수급 영향을 상쇄시키는 주요 요인이나, 본 연구에서는 데이터 제한 등의 문제로 고려하지 못했다는 한계를 가진다. 따라서 추후 진행되는 연구에서는 재고와 환율 등 다양한 변수들을 반영한 심화된 모형을 구축하고 분석할 필요성이 있다. 또한, 본 연구에서는 원자재에 대한 수요량을 글로벌 GDP를 이용하여 분석하였기 때문에, 광물자원별 세계 각국의 수요를 설명하지 못한다는 한계점이 존재한다. 특히, 최근 중국의 수요가 원자재 가격에 높은 영향력을 미친다는 분석이 제기되고 있는 만큼(Wang and Wang, 2019; Roache, 2012), 향후 연구에서는 중국의 수요를 분리하여 실제 중국의 수요가 국제 비철금속 가격에 미치는 영향을 고려한다면 비철금속 가격에 대한 폭넓은 이해가 가능할 것으로 기대된다.

References

Akram, Q.F., 2009. Commodity prices, interest rates and the dollar. *Energy economics*, 31(6), p.838-851.
 Ehrlich, L.G., 2018. *What drives nickel prices: A structural*

VAR approach (No. 186). *HWWI Research Paper*, Hamburg, Germany, p.1-40.
 Feenstra, Robert C., Robert, I., and Marcel, P.T., 2015, The next generation of the penn world table. *American Economic Review*, 105(10), p.3150-3182.
 Forbes., 2019, *Aluminum Prices: 15-Year Price Analysis And Production-Demand-GDP Dynamics*, 2020.08.03, <https://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2019/11/05/aluminum-prices-15-year-price-analysis-and-production-demand-gdp-dynamics/#882c8bb1dad6>.
 Hamilton, J. and Herrera, A.M., 2004. Oil shocks and aggregate macroeconomic behavior: the role of monetary policy: comment. *J. Money Credit Bank.*, 36(2), p.265-286.
 Hyun, J.S. and Kim, W.J., 2018. Determinants of international commodity prices using FAVAR. *J. Korean Economic Studies*, 36(2), p.113-140.
 International price trends of major nonferrous metals [Administration Monitoring System], 2020.08.12, http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1378.
 Jacks, D.S. and Stuermer, M., 2020. What drives commodity price booms and busts? *Energy economics*, 85(c), p.1-8.
 Kamilli, R.J., Kimball, B.E., and Carlin, J.F., Jr. 2017. *Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply*, Chapter S. Tin, Professional Paper 1802, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia, p.1-53.
 Kestenbaum, R., 1991. *The tin man—a chronicle of crisis*, Metal Bulletin, UK, 260p.
 Kilian, L., 2009. Not all oil price shocks are alike: disentangling demand and supply shocks in the crude oil market. *American economic review*, 99(3), p.1053-1069.
 Kilian, L., and Lee, T.K., 2014. Quantifying the speculative component in the real price of oil: the role of global oil inventories. *J. Int. Money Finance*, 42, p.71-87.
 Kim, H.N., 2016. The impacts of speculative trading on commodity prices after the global financial crisis. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 17(5), p.179-185.
 Korean Nonferrous Metal Association (KONMA). 2019. *Aluminum industry Manpower Demand-Supply Report*, Seoul, Korea, p.1-10.
 McFadden, E., 1986. The collapse of tin: restructuring a failed commodity agreement. *Am J Int Law* 80(4), p.811-830.
 Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE). 2020. *Basic Plan for Resources Development(Proposal) - 6th Basic Plan for Energy and Mineral Resources Development (2020~2029)*, Sejong, Korea, p.1-32.
 Nappi, C., 2013. The global aluminium industry 40 years from 1972. *International Aluminium Institute*, p.1-27.

- Oh, S.Y. and Kim, J.S., 2013. The Effect of OECD and BRICs' GDP on Base Metal Prices. *Journal of the Korean Society of Mineral and Energy Resources Engineers*, 50(5), p.613-624.
- Public Procurement Service (PPS). 2020. *Weekly economic & nonferrous metal market report*, Daejeon, Korea, p.1-14.
- Roache, Shaun, K., 2012. China's Impact on World Commodity Markets. *IMF Working Paper*, 12(115), p.1-24.
- Shin, H.S., Min, S.H., and Lee, S.H., 2007. Recent causes and prospects for rising international raw material prices. *KIET industrial economic review*, 106, p.42-52.
- Stuermer, M., 2018. 150 years of boom and bust: what drives mineral commodity prices? *Macroecon. Dyn.*, 22(3), p.702-717.
- Wang, T. and Wang, C., 2019. The spillover effects of China's industrial growth on price changes of base metal. *Resources Policy*, 61, p.375-384.
- World Bank. 2020. *Commodity Markets Outlook*. Washington, DC, p.1-100.

최 혜 원

2016년 숙명여자대학교 이과대학 나노물리학과 이학사

현재 서울대학교 협동과정 기술경영경제정책 전공 (석사)
(E-mail; hyew9425@snu.ac.kr)

허 은 녕

1987년 서울대학교 공과대학 자원공학과 공학사
1989년 서울대학교 공과대학 자원공학과 공학석사
1996년 펜실베이니아 주립대학교 자원환경 경제학박사

현재 서울대학교 공과대학 협동과정 기술경영경제정책 전공 교수
(E-mail; heoe@snu.ac.kr)

김 경 아

2018년 경희대학교 공과대학 산업경영공학과 공학사

현재 서울대학교 협동과정 기술경영경제정책 전공 (석사)
(E-mail; emma100872@snu.ac.kr)

Appendix

본 연구에서는 구조벡터자기회귀모형의 추정을 위하여 아래와 같은 식별제약을 설정하였으며, 추정 결과는 아래의 표와 같다.

Table A-1. Estimation Results of SVAR Matrix

	a11	a21	a22	a31	a32	a33
Copper	11.3913*** (0.9427)	-6.5779*** (1.4401)	-6.2001*** (1.6228)	0.0568*** (0.0419)	0.0435 (0.5943)	4.4314*** (0.3667)
Aluminum	11.5245*** (0.9538)	-5.0046*** (1.4109)	-10.5618*** (1.7107)	0.4769*** (0.0395)	-0.0891 (0.0563)	3.9057*** (0.3232)
Nickel	11.5036*** (0.9520)	-4.3812*** (1.3944)	-2.9191** (1.4609)	0.4354*** (0.0360)	-0.0435 (0.0511)	1.3387*** (0.1108)
Lead	11.5049*** (0.9522)	-5.0071*** (1.4089)	-5.4660*** (1.5366)	0.3826*** (0.0316)	-0.0006 (0.0448)	2.7192*** (0.2550)
Zinc	11.3914*** (0.9428)	-3.9608*** (1.3729)	-4.9831*** (1.4706)	0.3759*** (0.0311)	0.0104 (0.0440)	3.6590*** (0.3028)
Tin	11.3457*** (0.9389)	-4.6594*** (1.3828)	-5.3866*** (1.5032)	0.5357*** (0.0443)	-0.0591 (0.0629)	1.8486*** (0.1529)

Notes: ***, **, * denote statistically significant at 1%, 5%, 10% levels, respectively.