



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공 학 석 사 학 위 논 문

철강산업 분야 철강수출량  
요인분해 연구



2024년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

마 린 융 합 디 자 인 공 학 과

이 금 화

공 학 석 사 학 위 논 문

철강산업 분야 철강수출량  
요인분해 연구

지도교수 남 기 우

이 논문을 공학석사 학위 논문으로 제출함

2024년 2월

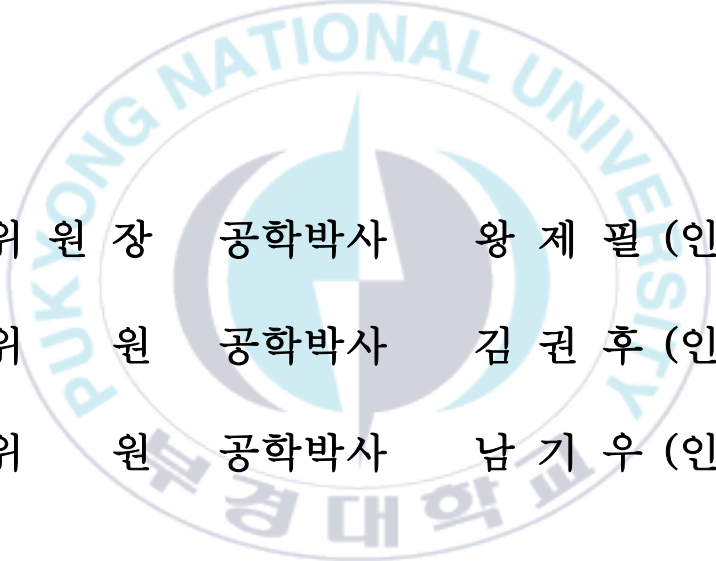
부 경 대 학 교 대 학 원

마 린 융 합 디 자 인 공 학 과

이 금 화

이금화의 공학석사 학위 논문을 인준함.

2024년 2월 16일



위 원 장    공학박사    왕 제 필 (인)  
위    원    공학박사    김 권 후 (인)  
위    원    공학박사    남 기 우 (인)

## 목 차

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| I. 서론 .....                     | 1  |
| II. 우리나라 철강 수출 관련 대내외적 현황 ..... | 7  |
| III. 연구 필요성과 의의 .....           | 12 |
| IV. 방법론 .....                   | 12 |
| 1. LMDI 분석 .....                | 12 |
| 2. 분석 기간과 분석자료 .....            | 17 |
| V. 분석결과 .....                   | 19 |
| VI. 결론 .....                    | 23 |
| 참고문헌 .....                      | 26 |

## Table contents

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Table 1 1차 금속 제조업 분류 .....                      | 6  |
| Table 2 우리나라 철강산업이 직면한 리스크 .....                | 11 |
| Table 3 국내 에너지 소비 및 온실가스 배출 관련 LMDI 분석 연구 ..... | 14 |
| Table 4 철강통계조사 및 MTI 코드 매칭 .....                | 18 |
| Table 5 철강수출량 요인분해 분석결과 .....                   | 19 |



## Figure contents

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Fig. 1 철강제품 계통도 .....           | 2  |
| Fig. 2 철강산업 공급망 .....           | 3  |
| Fig. 3 전방산업별 철강 수요 비중 .....     | 4  |
| Fig. 4 선진국과 개도국의 철강생산능력 .....   | 7  |
| Fig. 5 선진국과 개도국의 철강생산 증감률 ..... | 8  |
| Fig. 6 글로벌 철강생산능력과 생산량 차이 ..... | 9  |
| Fig. 7 글로벌 철강생산 가동률 .....       | 10 |
| Fig. 8 철강수출량 요인분해 분석결과 .....    | 20 |

# Decomposition Analysis of Steel Export Volume in the Steel Industry

Gum Hwa Lee

Department of Marine Design Convergence Engineering  
Pukyong National University

## Abstract

The steel industry has a significant linkage effect between upstream and downstream industries, and the steel industry is also a sensitive industry due to the influence of upstream industries, which are sensitive to the economy. In addition, as the formation of a stable supply chain is important as an industry that affects the volume of steel trade according to the global situation, this study analyzes the factors that affect the volume of steel exports during trade in steel products and draws implications for increasing steel exports. Using the Log Mean Divisia Index (LMDI) methodology, we analyzed the characteristics of changes in steel export volume in Korea's steel industry from 2010 to 2020. The LMDI methodology is widely used in research on energy consumption characteristics or CO<sub>2</sub> emission characteristics, but it was applied to the trade field due to its many advantages and high applicability. In this study, the change in Korea's steel export volume was decomposed into export dependence effect, productivity effect, raw material effect, and exchange rate effect, and the impact of each effect on Korea's steel export volume was analyzed.

## I. 서론

철강산업은 다양한 산업에 필수적인 기초 철강 소재를 생산·공급하는 국가 기간산업이다. 철강산업은 철광석, 고철 등을 원료로 판재류(열연·냉연강판, 후판 등), 봉·형강류, 강관 등 철강제품을 생산하여 자동차, 조선, 건설 등 수요산업에 공급하는 역할을 하고 있다. 철강산업은 기타 산업보다 자본 집약적 장치산업으로, 대규모 설비투자가 필요하며 규모의 경제가 크고 내수 의존도가 높은 특성이 있다. 초기에 막대한 설비투자가 요구되며, 초기 투자 이후에도 설비 개보수 등을 위한 경상적 투자와 함께, 철강재 수요 증가에 대응하기 위한 주기적인 생산 능력 확대 투자가 필요하다. 그러므로 신규 업체의 진입이 상대적으로 어려워 진입장벽이 높으며, 소수 업체의 독과점 등 시장집중도가 큰 특성이다.

산업의 쌀이라고 부르는 철강은 내수 비중이 높고 전·후방 연관 효과가 크며, 경기변동에 민감하다. 왜냐하면, 철강재는 부피와 중량이 매우 큰 관계로 보관·운반 등이 원활하지 않아 수출보다는 내수 중심의 수급구조로 되어 있다. Fig. 1과 같이 철강산업의 전방산업(수요산업)은 자동차·조선·건설·전기·전자·기계 산업 등이며 후방산업은 원료·에너지·건설·물류 산업 등이 있다. 철강산업의 전방산업은 경기 민감도가 높은 산업이며 철강재 수요는 전방산업의 경기에 따라 결정되므로, 철강산업 역시 경기변동에 민감한 영향을 받는 구조이다.

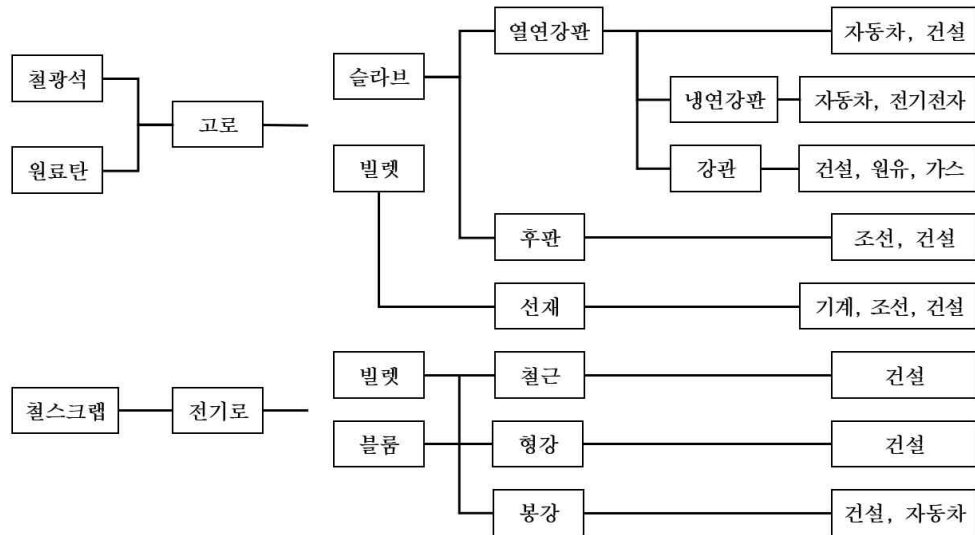


Fig. 1 철강제품 계통도 (이동이, 2020)

국내 철강산업은 생산공정별로 다양한 업체들이 활동하며 산업 생태계를 구성하고 있다. Fig. 2와 같이 철강제품 생산 과정은 크게 상(上)공정과 하(下)공정으로 구분된다. 제선 (철광석을 원료로 고로에서 선철 생산)과 제강 (선철(고로)·고철(전기로)을 원료로 슬라브, 블룸, 빌렛 등 중간재 생산) 공정이 상공정에 해당하며, 생산된 중간재의 압연을 통한 철강제품 생산공정이 하공정에 해당한다. 대규모 투자가 필요한 상공정은 소수 대기업이 독과점하고 있는 가운데, 제품별로 세분되어 있는 하공정에는 다수의 업체가 영업 중이다.

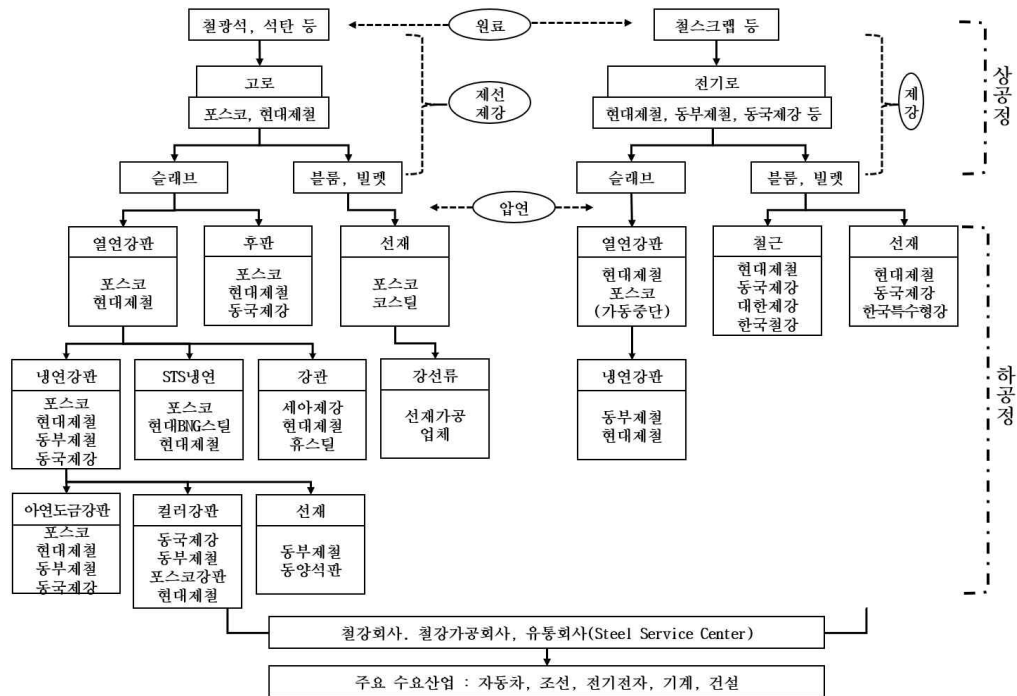


Fig. 2 철강산업 공급망 (이동이, 2020)

2021년 전방산업의 철강 수요 관련 출하 비중은 Fig. 3과 같이 건설, 자동차, 조선 순으로 나타났다. 건설은 경기호황으로 8.7백만 톤으로 전년 대비 13.0% 증가로 큰 폭으로 증가하였다. 자동차와 조선 역시 코로나 이후 회복단계에서 각각 6.5백만 톤(전년 대비 11.2% 증가)과 4.2백만 톤(전년 대비 9.1% 증가)으로 집계되었다.

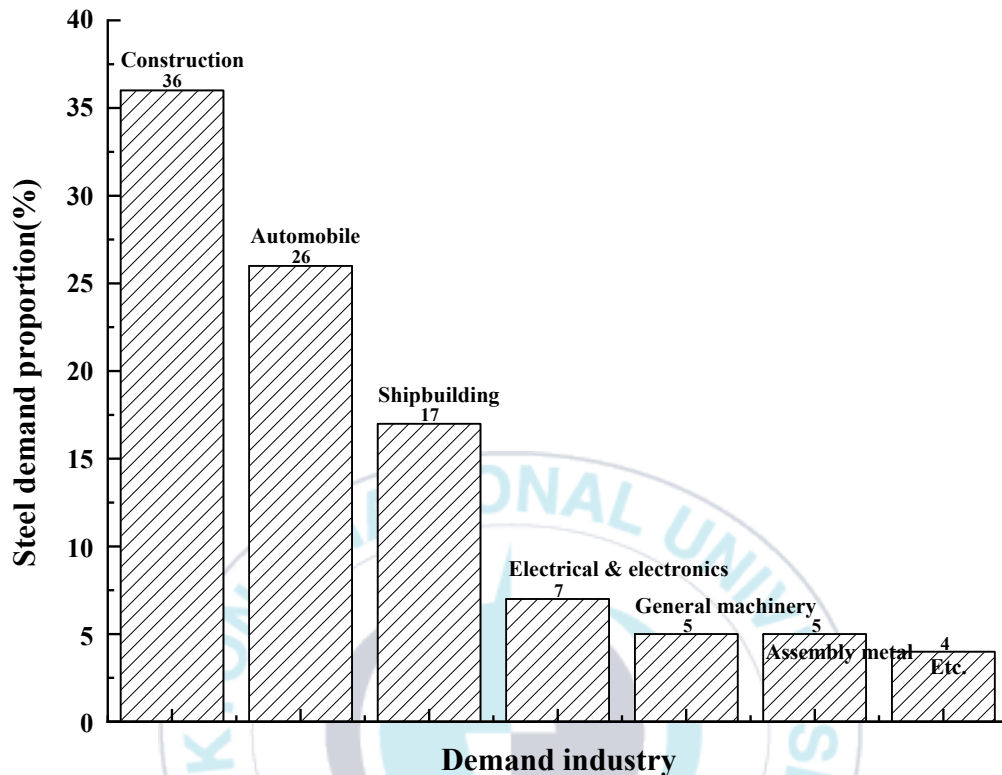


Fig. 3 전방산업별 철강 수요 비중 (한국철강협회, 2022)

철강산업은 표준 산업 분류표상 제1차 금속 제조업에 속한다. 1차 금속 제조업은 고로, 전기로, 압연 및 기타 가공 설비를 갖추고 각종 금속 광물, 금속 스크랩 또는 찌꺼기를 제련·정련·용해·합금 처리·주조·압출·압연 및 연신·금속 표면 처리 및 기타 처리하여 각종 1차 형태(기본 또는 반제품 형태)의 금속 제품과 주물 제품을 생산하는 업종이다. Table 1과 같이 표준 산업 분류상 1차 철강 제조업과 비철 금속 제조업, 금속 주조업으로 분류된다.

국가통계포털 KOSIS 데이터에 따르면, 국내 1차 금속 제조업 사업체 수는 2010년 2,618개 이후로 2018년 2,999개까지 증가하였다. 2018년 이후 감소하여 2020년에는 2,963개이다. 종사자 수는 2010년 129천명에서 2014년

까지 지속적으로 증가하였다. 이후 2016년 140천명까지 감소하다가 다시 2018년 143천명으로 증가 후 2020년 138천명이다. 1차 금속 제조업의 출하액은 2011년 139조원에서 2016년 122조원으로 지속적으로 감소하였다. 이후 2018년 144조원으로 증가였다가 2020년에는 133조원으로 떨어졌다. 2010~2020년 사이 1차 금속 제조업은 전체 제조업 출하액의 8.3~11.3%를 차지하고 있으며, 증감은 출하액과 같은 추세를 보인다. 부가가치는 역시 2011년 26조원 이후 하강세를 보이며 2015년 25조원까지 떨어졌다. 이후 2018년 31조원으로 올라선 후 비슷한 수준을 유지하며 2020년에는 30조원으로 나타났다. 1차 금속 제조업은 전체 제조업 부가가치의 5.0~7.3%를 보였으며 부가가치 금액과 같은 추세를 보인다.

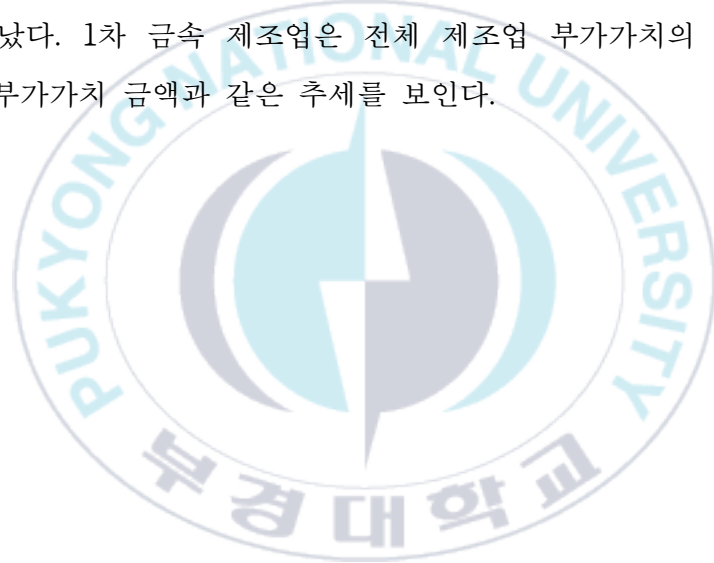


Table 1 1차 금속 제조업 분류

| 분류          | 세분류                    | 세세분류                                                                                            |
|-------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1차 철강 제조업   | 제철, 제강 및 합금철 제조업       | 제철업<br>제강업<br>합금철 제조업<br>기타 제철 및 제강업                                                            |
|             | 철강 압연, 압출 및 연신제품 제조업   | 열간 압연 및 압출 제품 제조업<br>냉간압연 및 압출 제품 제조업<br>철강선 제조업                                                |
|             | 철강관 제조업                | 주철관 제조업<br>강관 제조업<br>강관 가공품 및 관 연결구류 제조업                                                        |
|             | 기타 1차 철강 제조업           | 도금, 착색 및 기타 표면처리 강재 제조업<br>그 외 기타 1차 철강 제조업                                                     |
| 1차 비철금속 제조업 | 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업   | 동 제련, 정련 및 합금 제조업<br>알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업,<br>연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업<br>기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업 |
|             | 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업 | 동 압연, 압출 및 연신제품 제조업<br>알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조업<br>기타 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업                      |
|             | 기타 1차 비철금속 제조업         | 기타 1차 비철금속 제조업                                                                                  |
| 금속 주조업      | 철강 주조업                 | 선철 주물 주조업<br>강 주물 주조업                                                                           |
|             | 비철금속 주조업               | 알루미늄 주물 주조업<br>동 주물 주조업<br>기타 비철금속 주조업                                                          |

자료: 경제 총조사 (웹사이트: <https://kosis.kr/>)

## II. 우리나라 철강 수출 관련 대내외적 현황

Fig. 4는 선진국과 개발도상국의 철강생산능력을 나타낸다 (OECD, 2020). 글로벌 철강산업 현황은 2010년대 중반까지 개발도상국(OECD 및 EU 이외 국가)은 선진국과 달리 2013년까지 급격한 설비확장을 해왔다. 개발도상국의 경우는 2001~2013년 사이 최대 연간 10% 수준으로 생산능력이 증가한, 반면 선진국은 최대 3% 수준이거나 오히려 생산 능력을 감축하는 모습을 보였다. 2010년 중반에서는 선진국은 거의 매년 생산 능력을 감축하였으며, 개발도상국은 낮은 수준으로 생산 능력이 증가하였다.

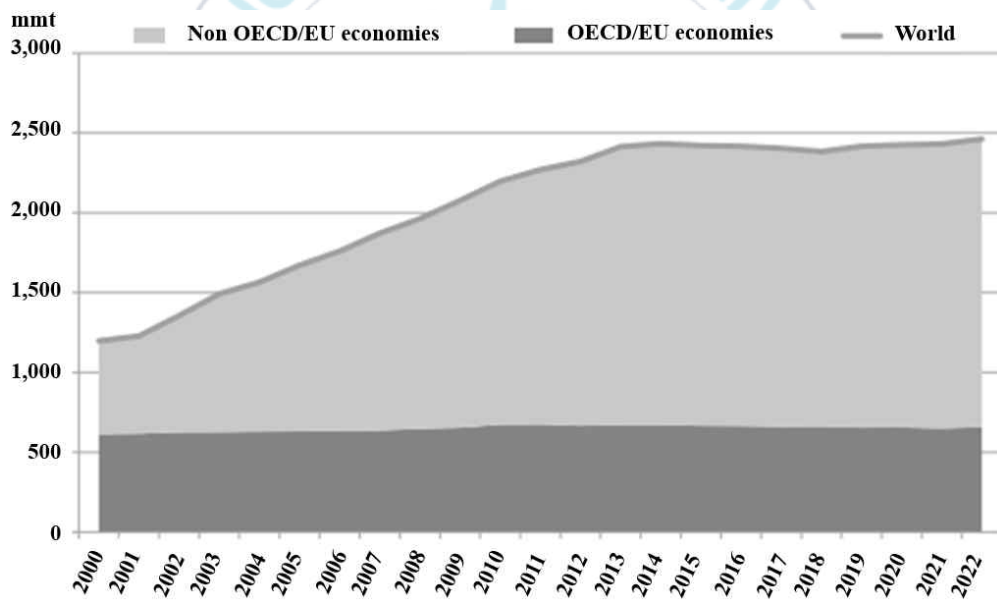


Fig. 4 선진국과 개도국의 철강생산능력 (OECD, 2020)

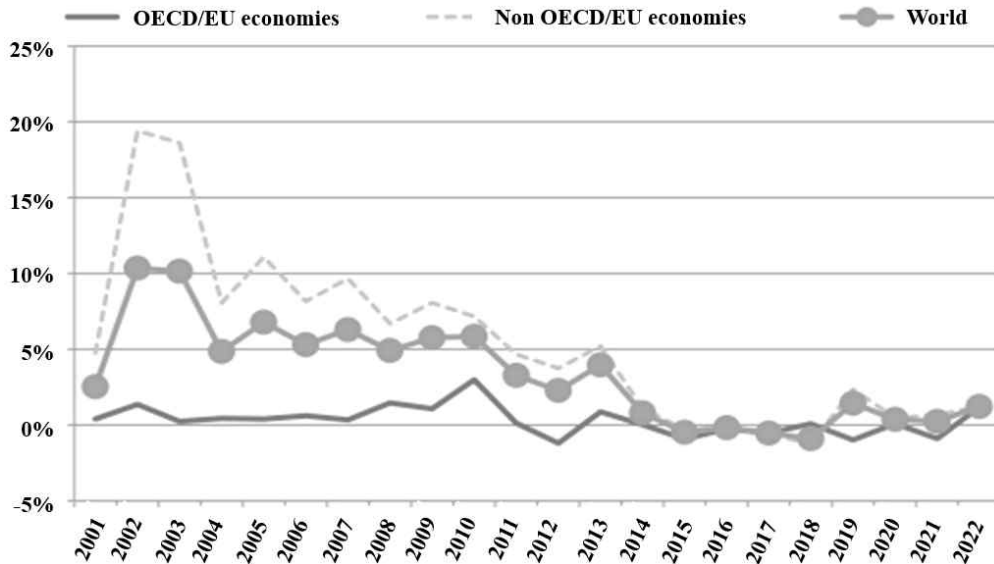


Fig. 5 선진국과 개도국의 철강생산 증감률 (OECD, 2020)

이로 인해 Fig. 5에서 알수 있듯이 2010년 이후로 글로벌 철강생산능력과 실제 철강생산량의 차이가 대략 10억 톤 내외로 나타났으며, 가동률은 70% 내외 수준을 보였다. 최근 2018년 이후, Fig. 6과 같이 생산 능력과 생산량 차이가 10억 톤 이하로 떨어지며 가동률(Fig. 7) 역시 80% 가까운 수준을 보였다. 생산량 부진은 수요가 없었기 때문이라 판단된다. 개도국 설비확장에 따른 공급과잉과 생산량 정체 등의 영향으로 철강산업은 구조적 성장 정체국면에 진입하였다. 중국경제 고성장 효과 소멸에 따른 수요둔화 가운데, 선진국 및 중국의 설비감축에도 개도국(중국 제외)들의 공격적인 설비 확장 영향으로 공급과잉과 낮은 가동률 수준을 지속하고 있다 (이동이, 2020). 이로 인해 글로벌 철강업체는 저성장 기조 대응에 사업 구조조정과 대형화 추진 중이다. 이 밖에도 사업 다각화, 원가경쟁력 확보 등 질적 성장전략 추진을 통해 경쟁력 강화에 힘쓰고 있다 (이진우·이만용, 2019).

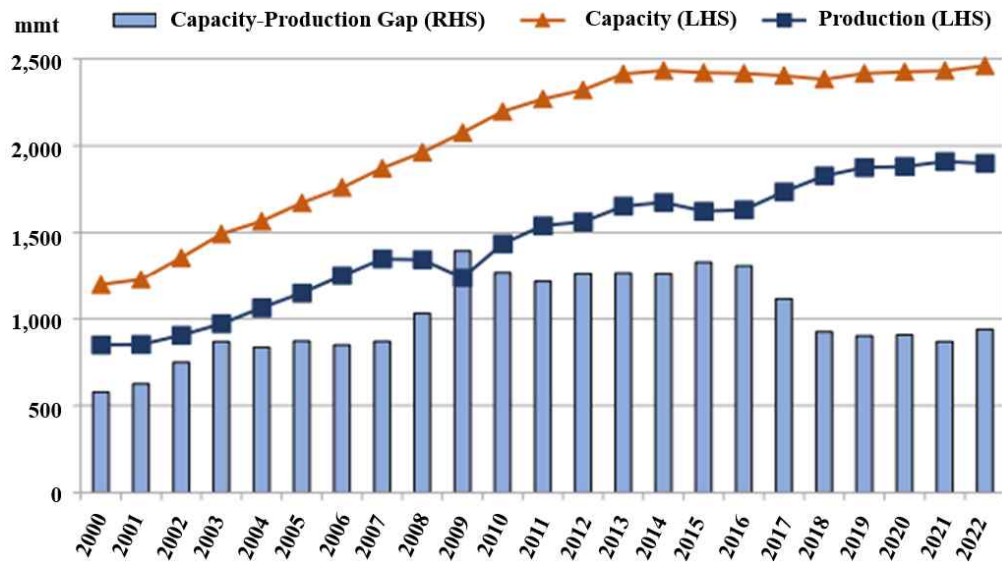


Fig. 6 글로벌 철강생산능력과 생산량 차이 (OECD, 2020)

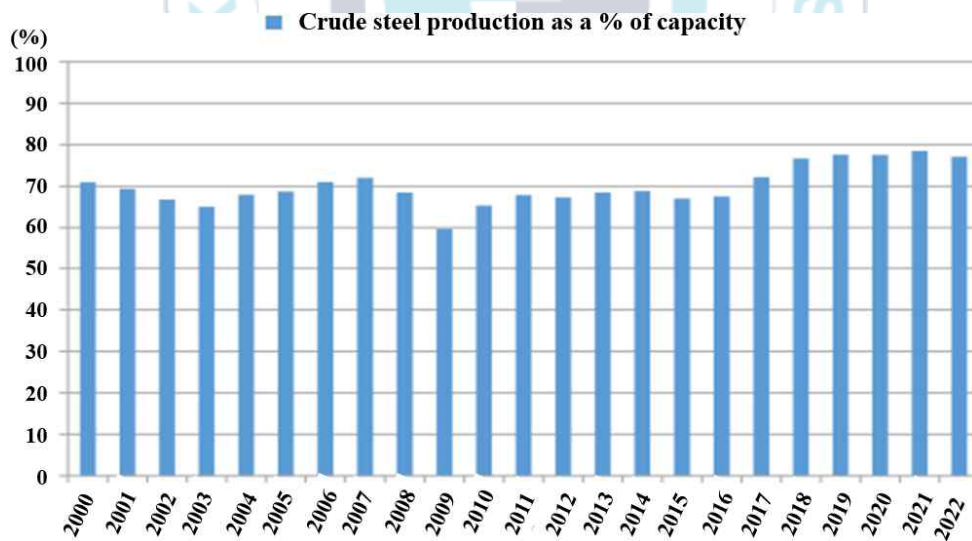


Fig. 7 글로벌 철강생산 가동률 (OECD, 2020)

우리나라의 철강재 수출은 여러 국가로 다변화되어 있으나, 강관제품의 경우 미국에 편중되어 있다. 철강재 수출대상국은 중국, 일본, 인도, 미국, 멕시코 등 여러 국가에 비교적 고르게 분포되어 있지만, 강관제품은 대미 수출이 높다 (이동이, 2020). 하지만 여전히 불확실성이 존재하고 있어 우리나라의 철강 수출에 대한 대외적 리스크가 Table 2와 같이 크게 존재하고 있다.



Table 2 우리나라 철강산업이 직면한 리스크

| 리스크             | 내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 중국<br>철강경기      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국은 ▲코로나 확산에 따른 봉쇄조치, ▲대중국 견제 흐름, ▲ 부진한 건설경기의 지속가능성인 3가지 요인으로 인해 국내 철강업계의 수출에 부정적 영향</li> </ul>                                                                                                                                                                                            |
| 인플레이션           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우크라이나 사태 장기화로 국가 간 자원의 무기화가 심화하고 미국 중심의 중국에 대한 공급망 의존도 축소 기조 예상</li> <li>- 중단기적으로 원자재 가격 상승은 지속할 것이며 그로 인해 철강 가격 역시 상승할 가능성 높음</li> </ul>                                                                                                                                                  |
| 탄소 중립<br>및 통상환경 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탈탄소 전환비용이 철강사들의 생산비용을 상승시킬 뿐 아니라 탄소배출 감축 수준이 철강사들의 사업경쟁력과 연계</li> <li>- 철강업체들의 탄소 중립을 위한 중장기 투자 및 개발 부담은 가중될 전망이기 때문에 재무여력을 확보하는 것이 중요</li> <li>- 기국의 철강 232조 규제 지속과 EU의 철강 세이프가드 연장이 국내 철강업계 부정적 수출환경 조성</li> <li>- EU는 2021년 철강산업을 주요 대상으로 하는 탄소 국경조정제도 발표로 환경규제가 곧 무역장벽으로 작용</li> </ul> |
| 중대 재해           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사고 예방 및 안전관리와 관련하여 비용부담 증가는 전반적 영업비용의 증가로 철강생산 가격에 영향</li> <li>- 안전관리나 노동자 인권 등은 ESG의 사회적 요소로도 연결되어 자본시장에서도 투자자의 의사결정에 영향 미침</li> </ul>                                                                                                                                                    |

자료: (정익수 · 이길호, 2022) 요약정리

### III. 연구 필요성과 의의

우리나라 철강산업의 대내외적 통상환경이 급변하게 변하고 있으며, 특히 대외적 불확실성이 커지고 있다. 우리나라 철강 수출 증가시키기 위해서는 이에 영향을 주는 요인이 무엇이고, 그것들이 미치는 영향력이 어떠한지 면밀한 분석이 필요하다. 왜냐하면, 철강수출량은 대내적으로 생산성을 높이는 기술이나 기업의 수출전략뿐 아니라, 대외적으로 환율 및 유가 변동과 원자재 수급 등 복합적인 영향을 받기 때문이다. 본 연구는 이런 요인이 우리나라 철강수출량에 미치는 효과를 분석하고, 이를 바탕으로 철강수출량을 증가시킬 방안을 제안하고자 한다.

### IV. 방법론

#### 1. LMDI 분석

지수분해분석(Index Decomposition Analysis; IDA)은 경제시스템의 변화를 몇 개의 지수로 단순화하는 지수 이론(Index Theory)에 근거한 방법론이다 (Ang, and Wang, 2015). 지수분해분석에 해당하는 방식은 여러 가지가 있는데, 그중에서 로그 평균 디비지아 방식(Log Mean Divisia Index; LMDI)은 기준연도와 비교연도의 로그 평균을 이용하여, 각 요인의 영향을 분석하는 방식이다. LMDI는 요인들에 의한 분해 후에 잔차(residuals)가 남지 않고, 이론적 근거가 튼튼하고, 적용 가능성이 넓으며, 결과 해석 또한 쉽다는 점 때문에 우수하다는 평가를 받고 있다. 또한, 방식에 따라 가법(Additive)분해와 승법(Multiplicative)분해로 계산할 수 있다. 지수분해분석은 여러 개의

요인으로 구성된 중심 함수를 정의한 후, 이를 다양한 방식으로 분해하여, 중심 함수에 미치는 각 요인의 영향을 분석한다. 다시 말하면, 특정 기간 중심 함수값의 변화가 있었을 때, 이것에 영향을 미친 각 요인의 효과를 분석하는 것이다. 지수분해분석의 장점은 적은 양의 자료만 가지고도 분석할 수 있다. 기준연도 및 비교연도 자료만 있으면 분석할 수 있어 분석 기간에서 제한이 적다. 또한, 기준연도와 비교연도 간 비율 변화나 변화량 모두 분석할 수 있다는 것이다 (김진수·허은영, 2005).

지수분해분석 방법 및 LMDI 방식은 국내외에서 1970년대 후반부터 에너지 소비특성 연구나 온실가스 배출특성 연구에서 많이 활용됐다. 해외 사례의 경우, ASEAN 가입국에 대한 탄소 집약도나 EU 및 OECD 가입국의 CO<sub>2</sub> 배출사례를 볼 수 있다 (Ang, and Goh, 2016; Chen, Wang, Cui, Huang, and Song, 2018; Madaleno, and Moutinho, 2017). 또한 미국 (Jiang, Li, and Wu, 2019), 중국 (Xie, Gao, and Sun, 2019), 일본 (Shiraki, Matsumoto, Shigetomi, Ehara, Ochi, and Ogawa, 2020) 등 다양한 국가 대상의 에너지 및 온실가스 배출 관련 선행 연구가 있다. 국내의 경우는 Table 3과 같이 찾아볼 수 있다.

Table 3 국내 에너지 소비 및 온실가스 배출 관련 LMDI 분석 연구

| 기간          | 부문                     | 분석대상               | 참고문헌                  |
|-------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| 1980 - 2000 | 산업부문                   | 에너지 소비             | (김진수 · 허은영, 2005)     |
| 1990 - 2016 | 전환부문                   | CO <sub>2</sub> 배출 | (조용성, 2017)           |
| 1990 - 2013 | 수송부문                   | 온실가스 배출            | (Kim, 2019)           |
| 1991 - 2009 | 제조부문                   | 온실가스 배출            | (Jeong and Kim, 2013) |
| 2004 - 2011 | 제조 및 건축 부문             | 온실가스 배출            | (박년배 · 심성희, 2015)     |
| 2011 - 2016 | 수송부문: 철도               | 온실가스 배출            | (이재형, 2018)           |
| 2012 - 2017 | 배출권 거래시장<br>참여 255개 기업 | 온실가스 배출            | (김문정 · 허은영, 2020)     |

에너지 소비 및 온실가스 배출특성 연구 이외에도 적용 가능성이 커 다른 분야에도 적용할 수 있다. 폐기물 분야에도 이미 적용된 적이 있다 (He, Reynolds, Zhou, Wang, Boland, 2019; 한준, 2020). 또한, 제조업 생산 변동요인 분석 (김상준 · 최봉호, 2017)과 장기적 고용변화 (Knez, 2022)에 대한 요인분석을 한 연구가 있다. 이런 선행연구에서 본 연구는 LMDI 방법을 적용하여 우리나라 철강수출량 변동에 대한 특성을 분석하였다. 국내외 및 철강업계에 영향을 미치는 항목을 선정하여 철강 수출에 미치는 요인에 대한 개념을 선택하였다.

여기서 활용된 요인들을 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같다. 먼저 수출도 효과는 철강생산량 대비 철강수출량의 비율을 의미한다. 수출도 효과가 커질수록 수출되는 철강량이 많아지게 된다. 생산성 효과는 생산되는 철강량에 투입되는 생산비의 비율을 의미하며, 이 효과가 커질수록 철강수출량

도 늘어나게 된다. 원자재효과는 주요생산비 투입 대비 원·달러 환율 변동으로 효과가 커질수록 수출량이 많아진다. 주요생산비 중 2010~2020년 사이 환율에 직접적인 영향을 받는 원재료비와 연료비가 있으며, 외부가공비 역시 원·달러 환율에 영향이 있다. 이러한 3가지 항목의 비율 합이 93% 이상을 차지하기 때문에 주요생산비가 환율에 영향을 받는 수입 원자재비용으로 생각할 수 있다. 환율효과 증가는 원·달러 환율 증가로 수출에 긍정적인 영향을 미쳐 철강수출량이 많아지는 쪽으로 영향을 준다.

우리나라 철강수출량은 다음과 같이 표현으로 분해할 수 있다.

$$EX = \frac{EX}{SP} \times \frac{SP}{PC} \times \frac{PC}{ER} \times ER = E \times P \times M \times R \quad (1)$$

EX = 철강수출량 (천톤)

SP = 철강생산량 (천톤)

PC = 주요생산비 (백만원)

ER = 원·달러 환율 (원/달러)

E = 철강생산량 대비 철강수출량 (수출도 효과)

P = 주요생산비 투입 대비 철강생산량 (생산성 효과)

M = 원·달러 환율 변동 대비 주요생산비 투입 (원자재효과)

R = 원·달러 환율 (환율효과)

이때 철강수출량이 시간의 함수라고 가정하고, 시간에 대해 미분하면 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다. 이는 다시 식(3)과 같이 표현할 수 있다. 식(3)

을 시간(0→T)까지 적분하면 식(4)와 같다. 다시 양변에  $\frac{EX(T)-EX(0)}{\ln(EX(T)/EX(0))}$ 를 곱하면 식(5)와 같다.

$$\frac{1}{EX} \frac{dEX}{dt} = \frac{1}{E} \frac{dE}{dt} \times \frac{1}{P} \frac{dP}{dt} \times \frac{1}{M} \frac{dM}{dt} \times \frac{1}{R} \frac{dR}{dt} \quad (2)$$

$$\frac{d}{dt} \ln EX = \frac{d}{dt} \ln E \times \frac{d}{dt} \ln P \times \frac{d}{dt} \ln M \times \frac{d}{dt} \ln R \quad (3)$$

$$\ln \frac{EX(T)}{EX(0)} = \ln \frac{E(T)}{E(0)} + \ln \frac{P(T)}{P(0)} + \ln \frac{M(T)}{M(0)} + \ln \frac{R(T)}{R(0)} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} & \frac{EX(T)-EX(0)}{\ln(EX(T)/EX(0))} \\ &= \frac{EX(T)-EX(0)}{\ln(EX(T)/EX(0))} \times \left( \ln \frac{E(T)}{E(0)} + \ln \frac{P(T)}{P(0)} + \ln \frac{M(T)}{M(0)} + \ln \frac{R(T)}{R(0)} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

여기서  $\frac{EX(T)-EX(0)}{\ln(EX(T)/EX(0))} \times \ln \frac{EX(T)}{EX(0)}$  형태를 Xeff라고 정의하면, 식(5)는 식(6)과 같이 정리할 수 있다.

$$\Delta EX = EX(T) - EX(0) = E_{eff} + P_{eff} + M_{eff} + R_{eff} \quad (6)$$

이와 같이 철강수출량의 변화는 수출도 효과, 생산성 효과, 원자재 효과, 환율 효과로 분해할 수 있다.

## 2. 분석 기간과 분석자료

본 연구의 분석 기간은 2010~2020년이며, 매 2년 단위로 분석하였다. 본 연구에 사용된 자료는 철강생산량(천톤), 주요생산비(백만원), 원·달러 환율(원/달러), 철강수출량(천톤) 자료이다. 철강생산량은 한국철강협회의 철강통계조사를, 주요생산비는 통계청 광업제조업 조사의 1차 금속 제조업의 데이터를 사용하였다. 원·달러 환율은 국제통화기금(International Monetary Fund, IMF)의 International Financial Statistics 자료를 활용하였다.

철강수출량은 한국무역협회 K-stat에서 제공되는 자료를 활용하였으며, MTI 분류의 61코드(철강금속제품 - 철강제품) 항목을 활용하였다. MTI Code는 산업자원부 품목분류표(Ministry of Trade and Industry Code)의 약칭으로 1988년 산업자원부이며, 현재 산업통상자원부와 한국무역협회가 우리나라의 산업별 수출입 통계를 분석하기 위해 해당 산업의 관련 HS Code를 연계하여 재구성한 체계이다. 또한, HS Code는 세계관세기구(World Custom Organization)에서 제정하여, 1988년 국제 협약에 따라 채택된 국제통일상품분류체계(Harmonized Commodity Description and Coding System)의 약칭이다. 철강생산량과의 철강통계조사의 15개 품목과 맞추기 위하여, 철강수출량은 MTI 61코드로 총 67개 품목 중 32개 품목을 Table 4와 같이 분석대상으로 설정하였다. 철강통계조사의 조강과 매칭되는 MTI 61코드 항목이 없어 제외하였다.

Table 4 철강통계조사 및 MTI 코드 매칭

| 「철강통계조사」 철강생산량 | 「한국무역협회」 MTI 61코드 품목 |
|----------------|----------------------|
| 조강             | -                    |
| 철강재            | 철강재 용기               |
|                | 철강재 체인               |
| 형강             | 철 및 비합금강 H형강         |
| H형강            | 철 및 비합금강 기타 형강       |
|                | 철 및 비합금강 U 형강        |
|                | 철 및 비합금강 L 형강        |
|                | 스테인리스 및 합금강 형강       |
| 봉강             | 스테인리스 및 합금강 봉강       |
|                | 철 및 비합금강 봉강          |
| 철근             | 철근                   |
| 선재             | 철 및 비합금강 선재          |
|                | 스테인리스 및 합금강 선재       |
| 중후판            | 철 및 비합금강 중후판         |
|                | 스테인리스강 중후판           |
|                | 합금강 중후판              |
| 열연강판           | 합금강 열연강판             |
|                | 철 및 비합금강 열연강판        |
|                | 스테인리스강 열연강판          |
| 냉연강판           | 합금강 냉연강판             |
|                | 철 및 비합금강 냉연강판        |
|                | 스테인리스강 냉연강판          |
| 용융아연도강판        | 용융아연도강판              |
|                | 도금강판                 |
| 전기아연도강판        | 전기아연도강판              |
|                | 전기강판                 |
| 컬러강판           | 착색 아연도강판             |
| 석도강판           | 석도강판                 |
| 강관             | 철 및 비합금강 용접 강관(중소)   |
|                | 철 및 비합금강 용접 강관(대)    |
|                | 무계목 강관               |
|                | 스테인리스강 강관            |
|                | 합금강 강관               |

## V. 분석결과

LMDI를 이용하여 2010~2020년 사이 우리나라 철강수출량을 요인 분해한 결과는 Table 5 및 Fig. 8과 같다. Fig. 8은 Table 5의 내용을 그래프로 나타낸 것이다.

Table 5 철강수출량 요인분해 분석결과

(단위: 천톤)

| 연도        | 수출의존효과 | 생산성 효과 | 원자재효과  | 환율효과   | 총 효과   |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2010-2012 | 2,012  | -1,115 | 4,562  | -645   | 4,815  |
| 2012-2014 | 3,241  | 3,100  | -1,609 | -1,961 | 2,771  |
| 2014-2016 | -346   | 4,128  | -7,423 | 2,916  | -725   |
| 2016-2018 | -1,396 | -4,379 | 6,285  | -1,545 | -1,035 |
| 2018-2020 | 386    | 999    | -4,735 | 1,948  | -1,402 |
| 2010-2020 | 3,650  | 2,137  | -1,877 | 514    | 4,424  |

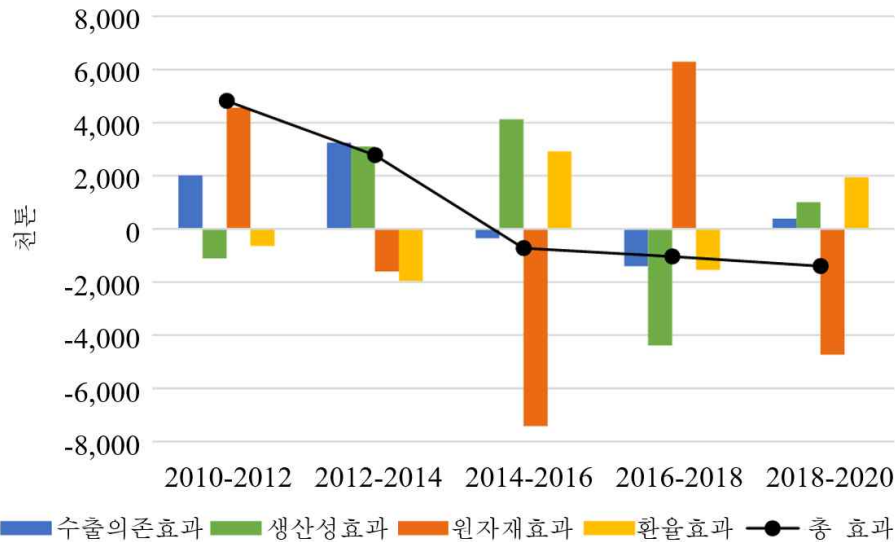


Fig. 8 철강수출량 요인분해 분석결과

Table 5에서 보듯이, 2010~2020년 사이 우리나라 철강수출량은 4,424천톤 증가했다. 이는 수출 효과(3,650천톤)의 영향을 가장 크게 받았고, 그 다음 생산성 효과(2,137천톤), 환율 효과(514천톤), 원자재 효과(-1,877천톤) 순으로 영향을 받았다. 즉, 이 기간 원·달러 환율 상승이 생산비에 투입되는 원자재의 수입에 불리하게 작용하여, 1,877천톤 감소하였다. 또한, 국내 철강생산량에서 수출량이 차지하는 비율이 높아, 3,650천톤 증가하였다. 반면, 주요생산비 투입증가보다 철강생산량 증가 폭이 높아 생산성의 향상이 2,137천톤 증가하였다. 원·달러 환율 상승은 철강 수출에 긍정적으로 작용하여 514천톤 증가하였다.

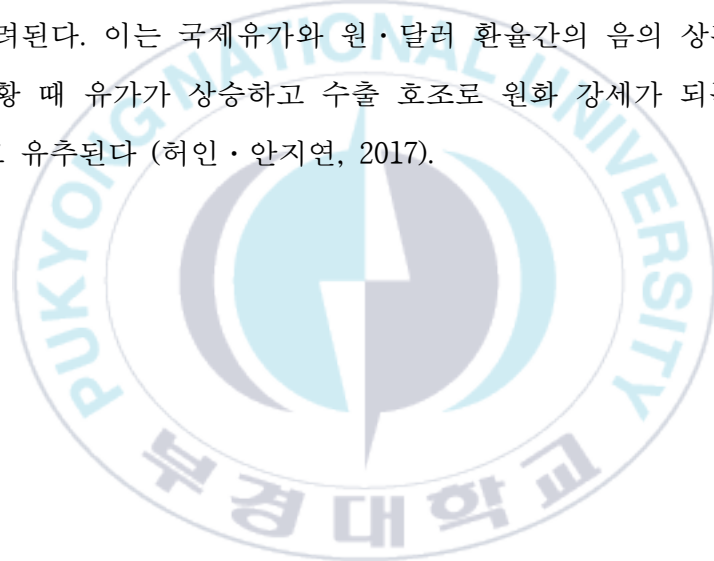
기간별로 구분해보면, 모든 요인이 일정한 추세를 보이지 않는다. 그만큼 철강산업은 국제정세의 영향을 많이 받는 것을 알 수가 있다. 다른 기간에 비해 가장 많이 증가한 기간은 2010~2012년으로 철강수출량이 4,815천톤 증가하였다. 이는 원자재효과(4,562천톤)가 가장 큰 영향을 미쳤고, 환율효과(-645천톤)가 작았기 때문이다. 구체적으로 살펴보면 주요생산비는 17%

증가하였지만, 원·달러 환율은 3% 감소하여 철강생산에 필요한 원자재수입의 비용 절감에 영향을 준 것이다. 그리고 철강 수출의존 효과는 긍정적으로 나타났지만, 원·달러 환율 3% 감소는 철강 수출에 부정적인 영향을 주었다. 반면, 다른 기간에 비해 가장 많이 감소한 기간은 2018~2020년으로 1,402천톤 감소하였다. 수출 효과(386천톤), 생산성 효과(999천톤), 환율 효과(1,948천톤) 모두 수출량 증가에 영향을 미쳤음에도 불구하고, 원자재 효과가 1,877천톤 감소로 증가분을 상쇄시켰으며 감소까지 이어졌다. 주요생산비의 9% 감소에 원·달러 환율 7%의 증가가 철강업계의 원자재수입에 큰 영향을 미쳤으며, 해당 기간은 COVID-19 기간으로 글로벌 공급망의 문제 및 경기둔화라는 악재를 마주한 영향으로 판단된다.

효과별로 보면, 원자재효과의 변동성이 가장 컸다. 2010~2012년에서 2014~2016년까지 점차 감소하였다가, 2016~2018년 일시적으로 증가한 후 다시 2018~2020년에 감소하였다. 2010~2012년의 주요생산비 17% 증가와 원·달러 환율 3% 감소는 원자재효과가 긍정적인 영향으로 이어졌다. 하지만 2012~2014년은 주요생산비 12% 감소 및 환율 7% 감소하여, 철강 수출에 부정적인 영향을 미쳤다. 2014~2016년 주요생산비의 추가 감소(-14%)보다 원·달러 환율의 10% 증가는 원자재효과의 철강 수출에 부정적인 영향을 극대화했다. 생산성 효과는 원자재효과와 반대 경향을 보인다. 2010~2012년과 2014~2016년은 지속적인 주요생산비와 철강생산량이 감소하였지만, 주요생산비의 감소폭이 커서 상대적으로 생산성 효과가 수출에 긍정적인 결과로 이어졌다. 하지만 2016~2018년의 주요생산비 18% 증가보다 철강생산량은 1% 증가에 그쳐 생산성 효과의 악화로 이어졌다. COVID-19 시기인 2018~2020년은 철강생산량(-6%)에 비해 주요생산비가 대폭 감소(-9%)하여, 오히려 수출량에 긍정적으로 나타났다.

수출 효과는 2010~2014년까지 세계 경제성장률이 국내 경제성장률에 균

정적 효과로 이어진 것으로 판단된다. 중국경제의 성장 둔화로 인한 수요와 생산이 모두 정체국면에 진입하여, 2014~2018년 사이는 수출 효과가 부정적으로 나타났다. 2018년 미국의 중국 수입품에 대한 관세 조치로 미·중 무역갈등은 동맹·우방국으로 블록화가 되어 중국의 철강 수출 견제가 우리나라에는 호재로 작용하여 긍정적 효과로 돌아섰을 것으로 해석된다. 환율효과는 전 기간 동안 국제유가 변동과 반대로 나타났다. 국제유가 증가는 원·달러 환율 감소로 나타났으며, 국제유가 감소는 원·달러 환율 증가로 나타났다. 환율효과는 원유가격 변동과 밀접한 관계가 있을 것으로 고려된다. 이는 국제유가와 원·달러 환율간의 음의 상관관계는 세계경기 호황 때 유가가 상승하고 수출 호조로 원화 강세가 되는 현상으로 발생한다고 유추된다 (허인·안지연, 2017).



## Ⅵ. 결론

본 연구는 LMDI 방법론을 활용하여 2010~2020년 동안 철강수출량 변화의 특성을 분석하였다. LMDI 방법론은 원래 에너지 및 온실가스 소비특성을 분석하는 데 많이 활용되는 방법론이지만, 여러 장점이 많고 적용 가능성이 커서 본 연구에 활용하였다. 구체적으로 우리나라 철강수출량 변화를 수출 효과, 생산성 효과, 원자재 효과, 환율 효과로 분해하였고, 각 효과가 철강수출량에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구를 통해 얻은 주요 결과 및 정책적 시사점은 다음과 같다.

- 1) 생산성 효과는 2010년 중반에 긍정적으로 나타났다가, 후반에 부정적 혹은 미미하게 나타났다. 생산성 효과 증대를 위해 철강 제조공정 전반의 스마트화 추진이 필요하다. 4차 산업혁명으로 인해 스마트산업단지 조성사업 등을 통해 제조업에 ICT 접목한 제조공정으로 자동화 및 정밀제어가 가능하도록 한다. 해외 글로벌 철강업체에서 진행하고 있는 만큼 국내 철강산업계 역시 ICT 접목 공정혁신을 통한 스마트화 추진이 필요하다.
- 2) 원자재 효과는 시기별 수출량에 크게 작용하고 있어 완화할 필요가 있다. 이를 위해 외부효과(환율·유가 변동, 전쟁 등)로 인한 공급망 불안정성 해소가 필요하다. 그러므로 철강생산에 필요한 원자재(철광석, 유연탄, 고철 등)에 대해 기업은 다수의 공급망으로 나누고, 원자재 최소 주문량을 늘려 비축하는 방안이 필요하다. 또한, 재고관리단위 수준에서 더욱 세부적으로 조직적 전망을 통해 원자재 확보로 리스크를 극복할 수 있을 것이다. 국가적 대응방안은 단기적으로는 핵심 원자재

비축, 원자재 매점매석 및 재수출 금지, 물가상승 억제를 위한 관세·조세정책이 필요하며, 장기적으로는 원자재 비축 대상 확대, 해외 자원 개발 및 국내 생산기술 확보, 원자재 가격·수급 정보 제공 확대가 필요하다 (도원빈, 2022).

- 3) 수출 효과는 2014년 이후부터 부정적이거나 효과가 미미하였다. 국내 철강생산량의 수출 증대를 위해 친환경, 안전 등 최근 트렌드를 따라야 하며, 고기능·고부가가치 철강 소재 개발을 통해 해외고객의 요구에 맞춰야 한다. 친환경 모빌리티 시장의 증가로 인해 고강도·경량화 소재, 극저온 소재 등 기능성·고기능·고부가가치 철강제품의 수요가 늘어날 것으로 전망되기 때문이다. 이러한 신규 제품 중심의 생산품목 다변화 및 고부가가치화는 우리나라 철강업계의 제품 경쟁력을 향상시켜 난관을 헤쳐나갈 방안이 될 것이다.

본 연구의 한계점은 다양한 외부효과에 대해서 충분히 고려하지 못한 점에 있다. 또한, 중국 경제변화와 우리나라 철강 수입국의 수요변화 역시 우리나라 철강수출량에 변수로 작용할 수 있을 것이다. 탄소 국경조정제도로 인한 철강생산의 탄소집약도 정도에 따라서 우리나라 철강 수출은 큰 영향을 받을 것이다 (신규섭, 2022). 또한, 우크라이나 전쟁과 같이 글로벌 공급망에 대한 영향은 원자재 가격 상승으로 국내 철강업계에 부정적인 영향을 미칠 것이다 (Kilpatrick, 2022). 이러한 우리나라 철강 수출에 작용하는 요인이 되는 전쟁 및 미국·EU 무역제재에 대해서 수치적으로 접근하는 것이 어려워 본 연구에서 변수로 활용할 수 없었다. 또한, 향후 철강 수출에 영향을 미칠 2021년 논의된 EU의 탄소 국경조정제도는 본 연구대상 기간에 적용이 되지 않아서 고려하지 않았다.

향후 연구는 중국의 경제둔화와 글로벌 수요변화에 대한 변수를 고려할 필요가 있다. 또한, 국내 철강업계의 혁신지수 및 ICT 지수 변화 등 통계적 정보가 있다면 변수로 적용하여 유의미한 결과를 이끌어 낼 수 있을 것으로 판단된다. 마지막으로 탄소 국경조정제도의 발동은 철강생산에 대한 에너지 소비와 그에 따른 온실가스 배출 등 탄소집약도 변수 역시 철강 수출 변화를 설명할 수 있을 것이다.



## 참고문헌

- 김문정, 허은녕, 2020, “LMDI 방법론을 이용한 국내 배출권거래제 참여기업의 배출량 변화요인 분해분석”, 『한국혁신학회지』 제15권 제2호, 349-367.
- 김상준, 최봉호, 2017, “투입·산출 구조분해를 통한 한·일 제조업 생산 변동요인 분석”, 『한국콘텐츠학회논문지』 제17권 제10호, 598-615.
- 김진수, 허은녕, 2005, “구조분해분석을 통한 국내산업별 에너지 소비 변화요인 연구”, 『자원환경경제연구』 제14권 제2호, 257-290.
- 도원빈, 2022, “주요 원자재 공급 구조 분석 및 가격 상승의 영향”, 『Trade Focus』 제6호, 한국무역협회 국제무역통상연구원, 1-36.
- 박년배, 심성희, 2015, “감축목표 업종 분류체계에 따른 산업부문의 에너지 소비 및 온실가스 배출 요인 분해 분석”, 『자원·환경경제연구』 제24권 제1호, 189-224.
- 신규섭, 2022, “EU 의회의 탄소국경조정제도 수정안 평가와 시사점”, 『KITA 통상 리포트』 제4호, 한국무역협회 통상지원센터, 1-25.
- 이동이, 2020, “국내 철강산업의 현황과 과제”, 『이슈분석』 제777호, KDB미래전략연구소, 53-85.
- 이재형, 2018, “철도수송부문 온실가스 배출 요인 분해분석”, 『한국기후변화학회지』 제9권 제4호, 407-421.
- 이진우·이만용, 2019. “2019년 한중일 주요 철강사 전략 방향”, 『POSRI 이슈리포트』, 포스코경영연구원, 1-9.
- 정익수·이길호, 2022, “철강산업 2022년 상반기 정기평가 결과”, 『KIS Issuer Comment』, 한국신용평가, 1-17.
- 조용성, 2017, “전력산업의 온실가스 배출요인 분석 및 감축 방안 연구”, 『한국기후변화학회지』 제8권 제4호, 357-367.

- 한국철강협회, 2022, 2021년 철강 출하구조.
- 한준, 2020, “국내 생활폐기물 분야 플라스틱 비재활용 처리량 요인분해 연구”, 『환경정책』 제28권 제2호, 79-100.
- 허인, 안지연, 2017, “국제유가와 원/달러 환율의 관련성 및 원인분석”, 『경제발전연구』 제23권 제1호, 45-67.
- Ang, B. W., 2004, “Decomposition Analysis for Policy-making in energy: Which is the preferred method?,” Energy Policy, Vo.32, No.9, 1131-1139.
- Ang, B. W., Wang H., 2015, Index decomposition analysis with multidimensional and multilevel energy data, Energy Economics, 2015, Vol.51, 67-76.
- Ang, B. W., and Goh, T., 2016. “Carbon intensity of electricity in ASEAN: Drivers, performance and outlook” . Energy Policy, Vol.98, 170-179.
- Chen, J., Wang, P., Cui, L., Huang, S., and Song, M., 2018, “Decomposition and decoupling analysis of CO2 emissions in OECD” , Applied Energy, Vol.231, No.1, 937-950.
- He. H., Reynolds, C.J., Zhou, Z., Wang, Y., Boland, J., 2019, “Changes of waste generation in Australia: Insights from structural decomposition analysis” , Waste Management, Vol.83, 142-150.
- Jeong, K., and Kim, S., 2013, “LMDI decomposition analysis of greenhousegas emissions in the Korean manufacturing sector,” Energy Policy, Vol.62, 1245-1253.
- Jiang, R., Li, R., and Wu, Q., 2019 “Investigation for the decomposition of carbon emissions in the USA with C-D function and LMDI methods,” Sustainability, Vol.11, No.334, 1-15.

- Kilpatrick, J., 2022, “러시아-우크라이나 사태와 글로벌 공급망 관리”, 김사현 편, 『Deloitte Insights』 제21호, 51-55.
- Kim, S., 2019, “Decomposition analysis of greenhouse gas emissions in Korea’ s transportation sector,” Sustainability, Vol.11, No.1986, 1-16.
- Knez, K., 2022, “Decomposition of supply, demand, trade and value chain driven determinants of structural change” , 28th IIOA Conference.
- Madaleno, M., and Moutinho, V., 2017, “A new LDMI decomposition approach to explain emission development in the EU: individual and set contribution“, Environmental Science and Pollution Research, Vol.24, 10234-10257.
- OECD, 2020, “Latest developments in steelmaking capacity” , Organisation for Economic Co-operation and Development, 1-98.
- Shiraki, H., Matsumoto, K., Shigetomi, Y., Ehara, T., Ochi, Y., and Ogawa, Y., 2020, “Factors affecting CO2 emissions from private automobiles in Japan: The impact of vehicle occupancy,” Applied Energy, Vol.259, No.114196, 1-10.
- Xie, P., Gao, S., and Sun, F., 2019, “An analysis of the decoupling relationship between CO2 emission in power industry and GDP in China based on LMDI method,” Journal of Cleaner Production, Vol.211, 598-606.

통계청 (<https://kosis.kr/>)

한국무역협회 K-State (웹사이트: <https://stat.kita.net/>)

한국철강협회 (웹사이트: <https://www.kosa.or.kr/>)

International Monetary Fund (웹사이트: <https://data.imf.org/>)