

# 한국 철강 제품의 EU 수출 성과 요인과 CBAM에 따른 수출 변화 예상에 관한 연구

## A Study on the Export Performance Factors of Korean Steel Products to the EU and the Expected Changes in Exports Following the Implementation of CBAM

임 재 현\* Jai-Heon Leem

정 윤 세\*\* Yoon-Say Jung

I 목 차 I	
I. 서 론	IV. 분석 결과
II. 우리나라 철강 산업과 CBAM의 현황 및 선행 연구	V. 요약 및 결론 참고문헌
III. 분석 모형	Abstract

### 국문초록

EU는 2030년 온실가스 배출량을 1990년 대비 55% 감축 목표로 하는 'Fit for 55' 입법 패키지에 국가별로 다른 온실가스 규제에 따른 수출품의 불균형한 가격을 조정하는 조치로 탄소국경조정제도 (CBAM)를 2026년부터 시행하는 내용을 포함하였고, 이는 수출 비용의 증가를 가져와 우리나라 철강 제품 수출에 부정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다. 본 연구는 철강 제품의 EU 수출에 영향을 주는 요인과 CBAM에 따른 수출 변화를 추정하기 위해 2001년부터 2021년까지 EU 27개 회원국의 통계를 이용하여 중력모형으로 실증 분석을 하였다. 분석 결과로 각 EU 국가의 경제 수준, 인구 규모, 환율, 제조업 생산지수, EU 단일시장의 효과는 우리나라 철강 제품의 수출 증가에 도움을 주지만, CBAM의 실행으로 2026년에 탄소세가  $CO_2$  1톤당 USD 10 ~ USD 30이 부과되는 것을 가정하여 중력모형으로 추정된 결과는 철강 수출이 CBAM 시행 이전에 비해 약 -3.6% ~ -5.7% 감소하는 것으로 나타나 앞으로 철강 제품의 가격 경쟁력 향상과  $CO_2$  저감을 위한 기업과 정부의 대비가 필요할 것으로 보인다.

<주제어> 철강 산업, EU, 탄소국경조정제도, 탄소세, 중력모형.

\* 단국대학교 글로벌비즈니스지식 연구소 연구원(주저자), E-mail: skyland@dankook.ac.kr

\*\* 단국대학교 무역학과 교수(교신저자) E-mail: sayjeong@dankook.ac.kr

## I. 서론

유럽 연합(EU: European Union)은 유럽의 정치 및 경제 지역 단일 공동체 구성을 위해 1993년 12개국이 합의한 마스트리흐트 조약으로 출범하여, 2023년 현재 27개 회원국으로 구성된 국가 연합체로서 2021년 기준으로는 인구 약 4억 5천, 경제 규모는 약 USD 16조에 달하는 미국과 중국 다음의 세계 3위의 경제 시장이고, 우리나라에 있어 2022년 기준 한국 전체 수출 약 USD 6,900억의 약 10%를 차지하는 미국, 중국 다음으로 큰 수출 시장이다. 1960년대 이후 무역흥방의 기지 아래 수출을 통한 경제 발전이라는 목표를 달성하기 위해 노력해 온 우리나라는 EU로의 수출 확대와 무역 활성화를 위해 2011년 7월 1일에 한-EU 자유무역협정(FTA)을 체결하였다. 이 협정은 FTA 중 가장 포괄적이고 개방 수준이 높은 무역 협정으로 FTA를 체결한 2011년 이후 2022년까지 한국과 EU의 상품 무역은 체결 당시인 2011년 약 628억 유로 보다 110% 성장한 약 1,318억 유로를 기록했고 한국의 對 EU 수출은 2012년 약 USD 444억에서 2022년 약 USD 682억으로 증가하였다.

이렇게 EU는 유럽 국가들의 연합체인데 동시에 세계 3위의 경제 단일 시장으로써 우리나라 기업 입장에서는 개별 국가의 각기 다른 수출 절차와 법률을 준수 하는데 드는 노력보다 단일 통화, 통관, 수출 절차 등의 적용으로 수출 비용과 시간을 절감할 수 있어 수출이 용이성과 함께 성과를 확대하는 이점이 있다. 또한, EU의 가입국이 서유럽 국가에서 동유럽 국가들로 확대됨에 따라 우리나라 기업도 비교적 생산 비용이 저렴한 동유럽에 직접 투자와 중간재 수출을 늘려가고 있어 앞으로도 EU는 주요 수출 시장 및 무역동반자로서의 위치를 유지할 것으로 예상된다.

그 중 우리나라의 철강재 및 제품의 EU 수출 규모는 산업통상부 통계에 따르면 2021년 기준 약 USD 43억으로 한국의 對 EU 전체 수출에서 약 6.8%를 차지하는 주요한 수출 중목이고, 동시에 국내 경제에서도 대규모 자본이 투입되는 장치 산업으로 고용 유발 및 대량 생산에 따른 규모의 경제 효과가 큰 산업이다. 또한, 여러 산업에 생산 소재와 중간재를 공급하는 필수 산업으로 전방 연관 산업으로는 건설, 조선, 자동차, 기계, 가전 산업 등이 있고 후방 연관 산업으로는 전력, 에너지, 원자재 산업 등이 존재하는 국가 기간산업으로 앞으로도 우리나라의 경제 성장을 위해서는 지속적인 발전이 필요한 산업이다.

한편, 18세기 후반 영국에서 시작된 제1차 산업혁명은 수 세기에 걸쳐 인류의 화석연료 사용과 환경 훼손을 가져오고, 현재까지 대기 오염, 도시화, 사막화 등의 부정적인 영향을 초래하고 있다. 세계 각국은 범지구적인 환경오염과 기후 위기에 대응하고 국가 간의 경제 개발과 환경 보호에 대한 합의를 이루기 위한 다수의 국제 협약과 환경 협정을 체결하고 구체적인 실천 노력을 하고 있지만, 국가 간 이해의 조정이 매우 어려워 환경 보호에 대한 진전이 이뤄지고 있지 않다. 이에 각 국가들은 다자간의 협정보다는 개별 국가들이 독자적으로 시행하는 환경 규제를 증가시켜 무역에 대한 규제 철폐와 자유무역을 원칙으로 하는 WTO 무역

체제 규범에 상충하는 움직임은 보이고 있다.

EU도 위와 같은 움직임에 동조하여 1987년 단일 유럽법(Single European Act)에 의해 환경 정책의 법적 기반을 정립하고 친환경 제품 중심의 환경 규제를 실행하고 있다. EU로 수출을 해야 하는 국가와 기업들 입장에서는 규제가 환경 무역 기술 장벽(TBT: Technical Barriers to Trade)으로 작용하고, EU의 선진 국가들과 기업들이 눈높이에 맞춘 환경 기준의 요구로 EU 기업들보다 상대적으로 불이익을 받고 있다.

우리나라도 對 EU 수출품의 70% 이상이 환경 규제의 대상이 될 것으로 예상되고 있으며, 2021년 6월에 EU가 제정한 2050년 탄소 중립을 목표로 하는 기후 기본법과 2030년 온실가스 배출량을 1990년 대비 55% 감축 목표로 하는 ‘Fit for 55’ 입법 패키지에는 탄소국경조정제도(CBAM: Carbon Border Adjustment Mechanism)가 포함 되어 있다. CBAM은 EU가 국가별로 다른 온실가스 감축 규제로 인한 수출품의 불균형한 가격을 조정하는 조치로, EU로 수출되는 제품의 생산 과정에서 직, 간접으로 배출된  $CO_2$ 에 추가 비용을 부과하는 것이다. 추가 비용은 2026년부터 철강, 알루미늄, 시멘트, 전기, 비료 등의 5개 품목에 대해 우선 부과될 예정이어서 5개 품목 중 EU 수출에 제일 큰 비중을 차지하는 철강 산업의 수출이 위축될 것이라는 우려가 있다.

본 연구는 EU로의 우리나라 철강 제품의 수출에 미치는 영향 요인을 분석하여 유의미한 영향 요인들을 도출하고 검토한 후, 2026년부터 시행될 예정인 CBAM으로 인한 탄소세 부과가 철강 제품의 수출에 어떠한 영향을 미치고 추가 비용을 지출하게 하는지 예측하고자 한다. 이를 위해 EU의 CBAM 제도의 주요 내용과 규제를 정리하고 관련된 선행 연구 결과를 요약한 후에 우리나라의 철강 수출액과 EU 27개 회원국의 2001년부터 2021년까지의 각 EU 국가별 통계를 패널 자료로 구성하여 철강 제품 수출에 미치는 영향 요인들을 중력모형으로 실증 분석하고 검토한 후, 2026년부터 부과될 것으로 예상하는 탄소국경조정세(이하 탄소세)를 도출된 분석 모형에 독립 변수로 추가하여 우리나라 철강 제품의 수출의 변화를 추정하고 예상되는 결과에 대한 의미 및 앞으로의 대응 방안과 시사점을 제안해 보고자 한다.

## II. 우리나라 철강 산업과 CBAM의 현황 및 선행 연구

### 1. 우리나라의 철강 산업 현황

철강 산업은 인류의 문명에서 역사가 오래된 산업 중 하나로 다른 산업의 생산 소재와 중간재를 공급하는 중요한 기초 산업이다. 철강 산업은 처음에는 18세기에 산업혁명을 시작한 영국이 주도하기 시작하여 20세기에 들어서는 세계의 경제를 주도하는 미국이 뒤를 이었고, 그 후에는 1970년대 급격한 경제성장을 바탕으로 미국을 추격한 일본이 주도하였다. 세계화

가 시작된 1980년대에 들어서는 본격적인 경제 발전을 시작한 한국과 중국으로 철강 산업의 중심이 이동해 왔다.

그러나 2000년대에 들어 우리나라 경제 성장률이 일정 수준으로 도달하여 둔화하기 시작하고, 동시에 1994년 체결된 우루과이 라운드 협정으로 인해 글로벌 철강 제품의 관세가 2004년부터 원칙적으로 철폐되면서, 우리나라 철강 산업은 국가적인 지원을 바탕으로 가격 경쟁을 하는 중국 및 상대적으로 높은 기술력을 갖춘 선진국들과 세계 시장에서 경쟁을 해야 하는 어려움을 가지게 되었다. 여기에 더해 국가 기간산업이라는 산업의 특성상 세계 각국이 철강 산업을 전략적으로 보호, 육성하고 있어 이에 대한 대응책까지 마련해야 하는 과제까지 가지게 되었다.

철강 산업의 특성은 생산된 제품이 자동차, 기계, 건축, 조선 등의 여러 산업에 중간재로 이용되어 다른 산업에 높은 파급력을 미친다는 점이다. 동시에 우리나라의 주력 수출 및 고용 산업으로 2019년 통계청 조사에 따르면 철강 부문 1차 제조업 산업은 약 5,397개 사업장과 약 10만 명이 종사하고 있고, 2021년 기준 세계 6위의 조강생산 능력과 중국, 일본, 러시아에 이은 약 USD 364억 수출을 기록하고 있다.

하지만 철강 산업은 대표적인 CO<sub>2</sub> 배출 산업으로 기후 위기를 초래한 주요 산업으로 지목받아 규제 산업의 대상으로 인식되고 있어 향후에 우리나라 철강 산업이 지속적인 수출 경쟁력을 유지하기 위해서는 산업통상자원부가 추정한 국내 온실가스의 약 15%를 차지하는 CO<sub>2</sub> 배출량을 저감하는 기업의 기술 개발과 정부의 정책적 지원이 필요하다. 이렇게 우리나라의 경제 성장을 위한 중간재 생산, 수출과 고용에 중요한 역할을 담당하는 철강 산업이 미치는 영향을 <표 1>로 살펴보면 철강 산업이 중간재를 생산하여 자동차, 가전, 조선, 건설, 기계 등과 같은 전방 산업에 미치는 효과가 1.6으로 석유화학 산업 다음으로 높고, 생산 유발 효과도 1.9로 가전 산업과 유사한 비중의 영향을 주고, 동시에 고용 유발 계수도 3.7로 같은 장치산업의 석유 화학 산업의 2.4 보다 높아 철강 산업이 전방 효과가 높으면서도 생산과 고용에서도 유의한 영향력을 가진 산업이라는 것을 알 수 있다.

<표 1> 주요 산업별 연관효과 지수

항목	철강	석유화학	자동차	조선	반도체	가전
생산유발계수	1.9	1.8	2.5	2.2	1.3	2.0
부가가치유발계수	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.6
후방연쇄효과	1.0	1.0	1.3	1.2	0.7	1.1
전방연쇄효과	1.6	1.8	1.2	0.6	0.7	0.6
수입유발계수	0.5	0.6	0.3	0.3	0.3	0.4
고용계수	0.9	0.4	1.8	1.8	0.9	1.9
고용유발계수	3.7	2.4	6.2	6.5	1.8	5.0
취업계수	0.9	0.5	1.9	1.8	0.9	2.0
취업유발계수	4.6	3.2	7.6	7.6	2.1	6.1

자료: 산업통계 분석시스템, 산업연구원(2021).

## 2. CBAM의 현황

2019년 12월 EU 집행위원회는 ‘유럽 그린딜(European Green Deal)’을 발표하면서 2050년까지 기후 중립 목표 달성을 위한 정책패키지를 예고하였고, 2021년 7월에는 2030년까지 유럽의 온실가스를 55% 감축하기 위한 입법 패키지인 ‘Fit for 55’를 발표하였다. 입법 패키지는 온실가스를 감축하기 위한 12개의 항목으로 구성되어 있으며, 탄소국경조정제도(CBAM: Carbon Border Adjustment Mechanism) 이외에 신재생에너지, 에너지 효율성, 화석연료 보조금 폐지, 온실가스 감축, 국제 공동 행동 등의 항목이 포함되어 있다.

CBAM은 탄소 배출 감축과 국제적인 탄소 가격 조정을 위해 탄소를 다량 배출하는 철강, 알루미늄, 시멘트, 비료, 전기의 5개 품목에 대해 2026년 또는 2027년부터 환경 규제 기준이 EU보다 낮은 지역이나 국가의 제품이 EU로 수출되면, 제품의 탄소 함유량에 따라 EU의 탄소 배출권 거래제(ETS: Emissions Trading Scheme)에 근거하여 EU로 수출된 제품이 배출한  $CO_2$ 에 비용을 부과하는 제도로 계획 되어 있다.

EU는 CBAM을 통해 EU 역외 기업에게  $CO_2$  배출에 대한 비용을 부과하여 EU 역내 기업의 가격 경쟁력을 높이고, EU 역내 기업이 환경 규제를 피하기 위해 EU 외부로 생산 거점을 이전하는 것을 방지하는 효과를 기대하고 있으며, 동시에 EU에서 활동 하는 모든 기업들의  $CO_2$  배출을 감소시켜 기후 변화에 대응하도록 유도하고 있다. 더 나아가 2022년 6월에 EU 의회는 집행위원회와 이사회가 제안한 EU ETS 및 CBAM에 대한 수정안에 유기화학물질, 플라스틱, 수소 및 암모니아와 제조업체가 사용하는 전기를 공급하는데 발생하는  $CO_2$  배출도 ‘간접 배출’ 항목으로 CBAM의 대상에 추가하였다. <표 2>는 EU 집행위원회 및 이사회 그리고 의회의 CBAM 적용 대상과 내용을 비교한 것으로 내용을 살펴보면 CBAM에 대한 논의가 거듭 될수록  $CO_2$ 의 규제 대상과 항목이 확대되고 있음을 보여준다.

<표 2> EU 집행위원회 및 이사회와 의회의 CBAM 대상 비교

구분	EU 집행위원회 및 이사회 안	EU 의회 안
CBAM의 대상	시멘트, 전력생산, 비료, 철강, 알루미늄	시멘트, 전력생산, 비료, 철강, 알루미늄 + 유기화학물질, 플라스틱, 수소 및 암모니아, 간접배출(제조회사가 사용하는 전기를 생산할 때 발생하는 탄소배출)

자료: 율촌(2022) “EU 의회 『탄소국경조정메커니즘 법률안』 확정 및 향후 전망”, Legal Update.

아울러, CBAM 실행 이전에 다른 국가들과 기업들이 제도에 대비와 대응을 위한 설정한 유예 기간은 EU 집행위원회는 2025년 12월 31일까지로, EU 의회는 2026년 12월 31일까지로 정하여 그 이후에 본격적으로 제도를 시행하려는 계획을 제시하고 있다. 그러나 내용을 세부적으로 살펴보면 규제의 대상 분야와  $CO_2$ 의 무상 할당권 폐지, 배출 범위, 운용 부처

등의 사항에서 <표 3>과 같은 차이점을 보이고 있다.

<표 3> EU 입법기관 별 CBAM 법률안 주요 내용 비교

구분	2021.7. 집행위원회(안)	2022.3. 이사회(안) (2022.6.확정)	2022.6. 의회(안)
적용 대상	시멘트, 전력 생산, 비료, 철강, 알루미늄 집행위원회안과 동일 (시멘트, 철강, 알루미늄 내에 있는 일부 하위 품목이 추가됨)	집행위원회(안)과 동일(시멘트, 철강, 알루미늄 내에 있는 일부 하위 품목이 추가됨)	집행위원회(안)에서 유기화합품, 플라스틱, 수소, 암모니아가 추가됨
시행 시기	2026년 1월 (3년 준비기간: 2023~25년)	집행위원회(안)과 동일	2027년 1월(4년 준비기간: 2023~26년)
무상 할당권 폐지	2026년 1월(3년 준비기간: 2023~25년)	집행위원회(안)과 동일	2027년에 개시하고 2032년에 완전 폐지
배출의 범위	직접배출	집행위원회(안)과 동일	간접배출(제조업체가 사용하는 전기의 생산에 수반되는 탄소 배출)
운용 부서	EU 회원국별 총 27개의 등록처(the national registries)	중앙 집중식 기관의 설립	중앙 집중식 'CBAM 등록처 설립(CBAM Registry)'
기타	-	CBAM 의무 면제를 위한 기준 (150 유로 미만 제품) 제안	수출 리베이트 제도 도입

자료: 율촌(2022) "EU 의회 『탄소국경조정메커니즘 법률안』 확정 및 향후 전망", Legal Update.

### 3. 선행 연구

EU의 CBAM 실행에 따른 무역과 경제에 미치는 영향을 연구한 결과들을 살펴보면 김용건 외(2015)는 온실가스 감축정책 평가를 위한 환경 경제 모형 연구에서 CGE 모형으로 산업 부문을 대상으로 2015년부터 2020년까지 탄소세가 톤당 USD 50 수준으로 증가한다고 가정하고 가계, 대기업, 중소기업 등에 미치는 영향을 분석한 결과, 탄소세 부과는 서비스업보다 제조업의 총산출에 부정적 변화가 크고 농림수산업과 광업에서 대기업과 중소기업에 미치는 영향이 거의 같다고 하였다.

탄소세의 부과는 특히 서비스 업종의 상대적인 성장과 제조업의 위축을 초래하며, 이러한 영향이 서비스 업종의 경우 숙련직 노동의 비중이 높은 특성과 결부되어 탄소세가 숙련직 노동에 상대적으로 유리한 영향을 미치고, 온실가스 감축 정책이 기업 규모와 노동 유형에 따라 어떤 영향을 미치는지 분석하였다는 점에서 차별성이 있다고 하였다.

오경수(2015)는 신 기후 협약 하에서 선진국 국경 탄소 조치의 파급 효과를 CGE 모형으로 분석한 결과, 국경 탄소 조치의 면제, 환급, 과세의 형태에 따라서 후생 및 탄소 누출의 손실뿐만 아니라, 에너지 집약 산업의 경제 활동에 미치는 파급 효과도 다르게 나타나고, 면제 정책은 다른 산업과의 형평성과 감축 목표 달성에 제약이 존재하여 관세의 환급 정책이 가장 현실적인 대안이라고 주장하였다.

문진영과 한민수(2017)는 CGE 모형으로 온실가스 감축을 위한 국제 사회의 탄소 가격제 도입과 경제에 미치는 영향을 분석하여, 미국, EU, 중국 등 주요국들이 온실가스 감축 정책을 시행하는 경우 특정 국가에서만 탄소세를 부과하거나 배출권 가격을 상승시키게 되면, 해당 국가의 탄소 배출과 생산이 모두 감소되고 기업들에 생산 감소분을 저탄소 산업으로 전환하도록 유도하는 효과가 있으나, 글로벌 차원으로는 확산하지는 않는다고 하였다. 동시에 주요국들이 30유로의 탄소세를 부과하는 정책을 시행하는 경우를 가정하고 분석한 결과에서는 탄소세 적용 범위가 확대될수록 미국과 중국의 생산 및 후생에 끼치는 영향이 EU, 일본, 한국보다 크게 나타났다고 하였다. 또한, 전 세계의 탄소배출량 30% 감축을 위해서는 모든 국가가 탄소세를 기존보다 8.2유로 증가시켜야 하고, 우리나라도 배출량 25.7% 감축을 달성하기 위해서는 탄소세를 기존보다 50.1% 증가시킬 필요가 있다고 추정하였고, 특정 국가의 정책만으로는 전 세계의 온실가스 감축에 한계가 있어 주요국들의 합의된 감축 정책이 필요하다고 주장하였다.

이슬기 외 (2021)는 EU CBAM의 국내 제조업 영향 분석에서 터키, 중국, 인도 등 우리나라의 철강 수출의 주요 경쟁국들은 CBAM으로 인해 우리나라 기업들보다 부정적인 영향을 더 받을 것으로 예상하였다. 그 근거로 우리나라의 철강 품목이 EU 시장 점유율 1위로, 점유율이 최근 5년 이상 지속해서 증가하였고, 증가량도 다른 경쟁국들보다 가장 높다는 점을 들었다. 덧붙여 철강 산업은 무상 할당 대상에 포함되긴 하지만 그룹에도 우리나라는 ETS를 운영하고 있어 경쟁국 보다 제도가 정비되어 있다는 점도 근거로 들었다. 그러나 EU로의 연평균 수출 증가율이 전 세계 수출 대비 증가율보다 낮고, 철강 제품의 원자재 수입국이 일부 국가에 집중된 점은 문제점으로 지적하였다.

윤승환(2022)의 전체 수입액 총량 대비 탄소 배출량이 많은 품목에서 탄소세를 부과한다는 시나리오를 분석한 결과, 비료 부문은 수출이 0.22% 감소할 것으로 나타났지만 다른 국가로의 수출이 이보다 더 많이 늘어나 수출 감소를 만회할 것이라는 결론을 도출하였다. 또한, 철강, 알루미늄도 EU 이외의 국가로의 수출이 늘어나 EU로의 수출 감소를 일정 부분 만회할 수 있다고 하였다. 그러나 철강 산업의 EU 수출은 0.99% 줄어들 것으로 예상하여 약 USD 3억6천만의 수출 감소가 나타날 것으로 계산하였다.

이천기(2021)는 우리나라가 CBAM에 대한 확정적인 태도를 보이기에 앞서 EU의 다른 교역국들이 어떠한 의견과 대응을 취하는지 주시할 필요가 있고, EU는 ETS 배출권 가격과 CBAM 인증서 가격을 일치시켜 GATT의 내국민대우 의무 조항에 합치한다고 주장하고 있으나, CBAM이 환경 TBT에 기초하여 같은 상품을 다르게 대우하게 되는 조치라는 이견도

있다는 점을 주목해야 한다고 하였다. 또한, 우리나라 정부가 EU ETS와 우리나라 ETS의 동등성 인정과 양자 협의를 통한 대응으로 한국의 탄소 감축 노력이 EU의 탄소 감축 정책과 유사한 수준의 효과가 있다는 점을 입증하여 중소기업들의 수출 활동으로 인한 탄소 배출 비용의 부담을 최소화할 필요가 있다고 하였다.

양주영 외(2021)는 CBAM이 국내 산업의 수출에 미치는 영향을 CGE 모형으로 분석하여 EU와 한국 ETS의 가격 차이를 USD 5.9로 가정한 경우 알루미늄과 철강 산업에서 0.8%, 1%의 관세 부과 효과가 나타나 수출이 2.3%, 2.2% 감소할 것이고, 시멘트 및 비료 산업에서는 수출이 0.3% 감소가 예상된다고 하였다. CBAM 인증서 가격을 USD 33.1로 가정한 경우에는 수출은 알루미늄 13.1%, 철강 12.3%, 시멘트와 비료는 각각 1.8% 감소할 것으로 예측되고, 가격 차이를 USD 55.4로 가정할 때는 알루미늄은 21.9%, 철강은 20.6%의 수출 감소가 예상된다고 하였다.

조하현과 김승환(2022)은 EU와 미국의 CBAM의 연구에서 2017년부터 2019년까지 철강, 유기화학, 플라스틱, 알루미늄, 시멘트 산업의 탄소 집약도와 가격, 수출액 데이터를 계산한 결과 EU의 CBAM 도입은 5개 품목에 약 5,300억 원의 추가 부담을 가져올 것으로 예상된다고 하였다.

장동식(2022)은 WTO 체제하에서 CBAM의 도입은 수입 상품에 대해 GATT 제2조와 제3조를 근거로 적용하면 법률상 가능하다고 하였고, EU는 ETS에서 시행되던 무상 할당 제도를 단계적으로 폐지할 계획을 세우고 있으나, 현재로서는 CBAM과 WTO 규범과의 합치성에 대한 국제 사회의 판단이 확정되지 않은 상태이기 때문에 CBAM이 탄소 함유량이 다른 제품에 차별적 국경세조정 적용이 가능한지에 대한 법적 근거와 ETS 제도의 무상 할당 배출권이 가지는 보조금적 성격의 제거 및 간접세 형식으로의 전환이 실행되어야 한다고 하였다.

위와 같은 선행 연구들을 종합하면 EU의 CBAM은 국제 사회에서 합치성에 대한 논란의 여지가 있지만 기후 변화의 대응과 위기 완화를 목적으로 어떠한 형태로든 실행될 가능성이 높아 보이고, 다른 선진국들도 EU의 규제에 받는 경제적인 손실에 대응하기 위해 유사한 정책을 실행할 가능성이 높아 우리나라 수출에는 부정적인 영향을 미칠 가능성이 예상된다. 따라서 이를 대비하기 위한 우리나라 정부와 기업의 장·단기 계획을 수립할 필요가 있다고 요약할 수 있다.

### Ⅲ. 분석 모형

#### 1. 모형 설정

1960년대에 들어 기존의 헥서-오린, 불완전 경쟁, 비교 비용 등의 무역 이론을 보완하려는



방안의 하나로 두 물체 간의 중력이 질량에 비례하고 거리에 반비례한다는 물리학의 만유인력 법칙을 Jan Tinbergen(1962)이 국제무역에 적용하여 국가 간의 경제 규모와 운송비용이 무역의 결정 요인으로 작용하는 것을 실증하였다. 그 후 국제무역의 흐름이 경제 규모에 비례하고 거리에 반비례하는 기본적인 특징을 바탕으로 거리, 인구, 국가 인접도 및 지리적 요인들을 주요 변수로 활용하여 국제무역의 이론과 실증 분석에 폭넓게 응용되고 있다. Jan Tinbergen의 표준 중력모형(Standard Gravity Model)식은 아래와 같다.

$$T_{ij} = A \frac{Y_i \times Y_j}{D_{ij}}, i \neq j. \quad (1)$$

위 식에서  $T_{ij}$ 는 국가 간 무역의 흐름으로 교역 규모,  $Y_i$ ,  $Y_j$ 는  $i$  국과  $j$  국의 1인당 GDP,  $D_{ij}$ 는  $i$ ,  $j$  사이의 물리적 거리,  $A$ 는 비례상수를 나타낸다. 식(1)의 양변에 자연로그를 취하여 선형함수로 바꾸면 식(2)로 나타낼 수 있다.

$$\ln T_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_j + \beta_3 \ln D_{ij}, i \neq j. \quad (2)$$

식(2)에서  $\beta_0$ 는 비례상수,  $\ln Y_i$ ,  $\ln Y_j$ 는 각 국가 경제 규모의 자연로그 값,  $\ln D_{ij}$ 은 거리의 자연로그 값으로 통상적으로 계수의 값은  $\beta_1, \beta_2 > 0$ ,  $\beta_3 < 0$ 으로 나타나는데 이는 두 국가의 무역량이 경제 규모에 비례하고, 거리에 반비례한다는 것을 의미한다.

한편, 패널모형은 시계열 자료를 바탕으로 대상에 대한 데이터를 반복 측정하여 변수 간의 관계를 분석하는 모형으로 고정효과 모형과 확률효과 모형의 두 가지 모형이 있다. 고정효과 모형은 시간에 따라 변하지 않는 효과를 분석하여 확률효과 모형보다 정확한 개체의 효과를 추정할 수 있지만, 시간에 따라 변하는 효과를 정확하게 추정할 수 없고, 확률효과 모형은 시간 변화의 효과를 포함하여 시간의 변화를 모형에 반영하지만, 분석 결과가 고정효과 모형보다 정확하지 않다는 특성이 있다.

패널모형을 중력모형에 적용하여 데이터를 분석하면 국가 간의 교역 규모와 거래량에 대한 시간적 변화를 예측할 수 있는 장점이 있어 국제무역, 외국인 직접 투자, FTA 같은 다양한 무역과 경제 현상을 설명하는 데 이용되고 있다. 패널중력모형을 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\ln T_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_{it} + \beta_2 \ln Y_{jt} + \beta_3 \ln D_{ij} + e_{ijt}, i \neq j. \quad (3)$$

식(3)에서  $\ln T_{ijt}$ 는 시간에 따른 국가 간 교역의 규모,  $\beta_0$ 는 비례상수,  $\ln Y_{it}$ ,  $\ln Y_{jt}$ 는 각 국가의 시간에 따른 경제 규모의 자연로그 값,  $\ln D_{ij}$ 은 거리의 자연로그,  $e_{ijt}$ 는 오차항,  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 는 변수의 변화율을 나타낸다. 본 연구는 EU 회원국들에 우리나라 철강 제품 수

출에 미치는 영향 요인에 관한 실증 분석과 CBAM의 시행으로 예상되는 수출 변화를 예측하기 위해 중력모형에 기초로 연구목적에 따라 여러 가지 방식으로 중력모형을 전개하여 실증한 선행 연구들을 바탕으로 EU 28개 회원국(영국은 2020년 탈퇴)의 2001년부터 2021년까지의 통계로 중력모형 함수를 설정하고 분석하였다.

중속 변수로 철강 제품을 나타내는 우리나라 HS CODE의 제72류 및 제73류 항목의 수출액(EXP), 독립 변수로는 ① EU 회원국들의 경제 규모를 반영하는 국가별 1인당 국내총생산(GDP Per Capita)을 PGDP, ② 시장 규모를 나타내는 각 국가의 인구를 POP, ③ 세계 전체 수출시장에서 우리나라 철강 제품의 수출이 차지하는 비중과 EU 국가들에 수출한 비중을 비교하여 우리나라 전체 수출에서 철강 제품이 차지하는 비율을 나타내는 현시비교우위지수(RCA: Revealed Comparative Advantage)를 RCA, ④ 제조업 부문의 생산 활동을 측정하는 지표로 건설, 자동차, 운송 등 다양한 산업에서 중간재로 사용되는 철강 제품의 수요를 나타내는 제조업 생산 지수(MPI: Manufacturing Production Index)를 MPI, ⑤ 철강 제품의 가격에 영향을 미치는 원/유로 환율을 EXR, ⑥ EU 가입으로 인한 수출 효과를 분석하기 위한 EU 회원국 여부를 나타내는 더미변수를 EU로 하여 모형을 설정하였다. 그리고 ⑦ CBAM의 영향을 추정하기 위해 2026년부터 철강 제품에 부과될 것이라고 예상되는 탄소세(CT)를 예측 변수로 추가하였다. 이를 중력방정식으로 정리하면 다음과 같다.

$$EXP_i = \beta_0 + \beta_1 PGDP + \beta_2 POP + \beta_3 RCA + \beta_4 MPI + \beta_5 EXR + \beta_6 EU + \beta_7 CT + e \quad (4)$$

EXP<sub>i</sub>: 우리나라 철강 제품 수출량, PGDP: 1인당 GDP, POP: 각국의 인구,  
RCA: 현시비교우위지수, MPI: 제조업생산 지수(2001=100),  
EXR: 원/유로 연평균환율, EU: EU 회원국 더미변수,  
CT: CBAM으로 예상되는 탄소세, e: 오차항.

중력방정식 식(4)에서 모든 변수 중 더미변수인 EU를 제외하고 양변을 자연로그로 변환하여 탄소세 부과 이전의 중력모형 방정식(5)을 설정하였다. 로그 선형 모형으로 식(5)의 각 계수 값은 변수의 탄력성을 의미하는 것으로 독립 변수의 1% 변화가 우리나라 철강 제품의 수출액에 가져오는 변화의 %를 의미하게 된다.

$$\ln EXP_i = \beta_0 + \beta_1 \ln PGDP + \beta_2 \ln POP + \beta_3 \ln RCA + \beta_4 \ln MPI + \beta_5 \ln EXR + \beta_6 EU \quad (5)$$

여기에 탄소세 부과를 가정한 예측 방정식을 식 (6)과 같이 설정하여 정리하였다

$$\ln EXP_i = \beta_0 + \beta_1 \ln PGDP + \beta_2 \ln POP + \beta_3 \ln RCA + \beta_4 \ln MPI + \beta_5 \ln EXR + \beta_6 EU + \beta_7 \ln CT + e \quad (6)$$

위와 같은 모형에서 각 변수의 계수 값에 대해 다음과 같이 예측하였다. 식(5)에서  $\beta_1$ 은 EU 회원국의 경제 수준이 높을수록,  $\beta_2$ 는 인구의 크기로 인구 규모가 많을수록 시장 규모가 큰 경우,  $\beta_3$ 은 우리나라 수출액에서 철강 제품의 수출 비중을,  $\beta_4$ 는 철강제품의 수요를 간접적으로 나타내고,  $\beta_5$ 는 우리나라와 EU의 통화 비율로 환율이 높을수록 가격 경쟁력이 상승하여 수출 증가가 예상되고,  $\beta_6$ 은 EU 회원국 가입 여부로 단일 시장과 동일한 수출입 절차 및 법률과 규제, 단일 통화 사용으로 수출의 증가를 가져올 것으로 예상해 정(+)의 효과를 기대하였다.

## 2. 분석방법 및 범위

본 연구의 중력모형 분석에 사용된 자료의 출처는 철강 제품의 총수출액과 중량의 경우 관세청의 통계 포털을 이용하여 정리하였고, RCA 지수는 관세청의 수출액 통계와 국제무역센터에서 제공하는 수출입 통계 자료를 이용하여 계산하였다. 그 외의 EU 회원국들의 데이터와 환율은 통계청 국제 통계 자료를 활용하여 수집하였다. 환율은 EU 각 회원국의 연도별 평균 환율을 유로 환율로 환산하여 원화와의 비율로 계산하여 사용하였다. 분석 대상인 EU 회원국과 EU의 가입 및 탈퇴연도는 <표 4>와 같다.

<표 4> EU 회원국 명단

No	국가	연도	No	국가	연도	No	국가	연도
1	벨기에	1957	11	스페인	1986	21	몰타	2004
2	독일	1957	12	오스트리아	1995	22	폴란드	2004
3	프랑스	1957	13	핀란드	1995	23	슬로바키아	2004
4	이탈리아	1957	14	스웨덴	1995	24	슬로베니아	2004
5	룩셈부르크	1957	15	키프로스	2004	25	불가리아	2007
6	네덜란드	1957	16	체코	2004	26	루마니아	2007
7	덴마크	1957	17	에스토니아	2004	27	크로아티아	2013
8	아일랜드	1973	18	헝가리	2004	28	영국	1973 (2020 탈퇴)
9	그리스	1981	19	라트비아	2004			
10	포르투갈	1986	20	리투아니아	2004			

탄소세는 세계 철강 협회가 2022년 12월에 출간한 ‘Sustainability Indicators 2022 report’ 에서 철강 1톤에 평균 1.91톤의  $CO_2$ 가 배출 된다는 자료를 근거로 하여  $CO_2$  1톤 당 부과되는 탄소세를 USD 10 ~ USD 30 범위에서 USD 10 단위로 증가하는 것을 가정하여 계산하였다. 변수에 대한 설명과 출처는 <표 5>와 같다.

〈표 5〉 분석에 사용된 변수

변수	내용	출처
EXP	HS codes 72 and 73의 EU로의 철강 제품 수출액	관세청 통계포탈 ( <a href="https://unipass.customs.go.kr/">https://unipass.customs.go.kr/</a> )
RCA	한국 철강 제품의 현시 비교우위 지수	ITC Trade 통계 ( <a href="https://intracen.org/">https://intracen.org/</a> )
PGDP	EU 국가별 1인당 GDP	통계청 통계포탈 ( <a href="https://kosis.kr/">https://kosis.kr/</a> )
POP	EU 국가별 인구	
MPI	EU 국가별 제조업 생산 지수(2001=100)	
EXR	1 유로 당 원화 환율	
EU	EU 회원국 여부	
CT	CBAM으로 부과될 것으로 예상되는 탄소세 추정치	관세청 통계포탈

본 연구는 시계열 데이터와 횡단면 자료를 이용한 중력모형 분석으로 시계열 자료의 특성 상 오차항에 이분산성 또는 자기 상관성이 존재할 가능성이 있는 단위근이 존재하면 시계열 데이터를 차분하여 변환하여 분석할 필요가 있다. 이러한 사실을 확인하기 위해 본 연구에서는 Augmented Dickey-Fuller 검정을 통해 단위근이 존재한다는 귀무가설과 존재하지 않는다는 대립 가설의 검정으로 시계열 데이터를 분석한 결과 분석에 적절한 것으로 나타났다. 이에 더해 이분산성을 고려하기 위해 로버스트(Robust) 표준 오차를 사용하였는데 계수 추정치의 표준 오차에 잔차 구조를 고려한 표준 오차 조정치를 적용하는 방식으로 중력모형 분석의 신뢰성을 높이는 효과가 있다.

덧붙여, 중력모형 분석에서 독립 변수들이 서로 강한 상관관계를 가지는 다중공선성(MultiCollinearity)의 문제가 발생하면 데이터의 작은 변화에도 추정된 계수의 값이 크게 변할 수 있는 불안정성과 함께 각 독립 변수의 효과를 정확하게 해석하기 어려워지는 문제점이 발생할 수 있어 다중공선성을 확인하는 분산팽창요인(VIF: Variance Inflation Factor) 값을 확인한 결과, 모두 VIF가 10보다 작은 것으로 나타나 모형의 다중공선성에 이상이 없는 것으로 확인되었다. 마지막으로 하우스만 검정(Hausman test)으로 고정효과 모형과 확률효과 모형 중 어느 모형이 통계적으로 추정에 더 적합한지 판단하였다. 하우스만 검정은 고정효과 모형과 확률효과 모형 중 어느 모형이 예측에 적절한 모형인지 확인하기 위해서 독립 변수와 개별효과와의 교란항 사이에 상관관계가 있는지 분석하여 모형의 타당성과 신뢰성이 유의한지 검토하는 방법이다.

## IV. 분석결과

### 1. 수출 요인의 실증분석

분석에 사용된 변수들의 기초통계량은 <표 6>과 같다.

<표 6> 기초통계량

변수	갯수	평균	표준편차	최소값	최대값
EXP(단위: 천 USD)	588	85,413.37	148,938.97	1	1,184,929
PGDP(단위: 천 USD)	588	30,839.22	22,075.54	1,767.27	142,838.51
POP(단위: 천명)	588	17,921.71	22,586.88	402	83409
RCA	588	1.52	0.13	1.28	1.74
MPI(2001년 = 100)	588	129.79	48.20	65.73	340.43
EXR (유로/원)	588	1,369	150.27	1,153	1,773
EU (EU=1, EU≠0)	588	1	0.29	0	1
CT(CO2 1톤, USD 10)	588	1,176.09	2,451.95	0	17768.24

사용된 변수들의 안정성을 확인하기 위해 ADF 검정을 한 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> ADF 검정 결과

변수	ADF TEST	
	검정통계량	P-Value
PGDP	113.88217	2.251989e-207***
POP	16.76140	1.381816e-55***
RCA	93.18031	2.785659e-187***
MPI	62.07285	5.011995e-149***
EXR	59.42733	3.828016e-145***
EU	72.77335	1.398001e-163***

Signif. codes: \*\*\* P < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.01

우리나라 철강 제품의 수출에 미치는 영향 요인을 식(5)를 이용하여 실증 분석한 결과는 <표 8>과 같다.

〈표 8〉 중력모형을 통한 철강 제품의 수출 영향 요인 분석 결과

변수	Pooled OLS			고정효과			확률효과		
	Coefficients	T-Value	VIF	Coefficients	T-Value	VIF	Coefficients	Z-Value	VIF
intercept	-29.36***	-6.78	-	-	-	-	-34.57***	-10.57	-
lnPGDP	0.71***	7.44	1.55	1.29***	5.74	1.00	1.14***	6.45	2.76
lnPOP	1.23***	29.18	1.03	0.71	0.87	1.01	1.23***	7.70	1.01
lnRCA	1.64*	7.45	1.14	1.09*	2.29	1.06	1.10*	2.40	1.21
lnMPI	1.46***	2.30	1.14	1.92***	6.25	1.05	2.04***	7.96	1.77
lnEXR	1.63**	2.84	1.10	1.32**	3.14	1.05	1.46***	3.68	1.33
EU	1.40***	5.63	1.58	0.94***	5.03	1.06	1.02***	5.69	1.71
$R^2$ (Adj-R)	0.68 (0.67)			0.56 (0.54)			0.57 (0.57)		
F-Value	200.85			767.04			117.83		
P-Value	2.22e-16			2.22e-16			2.22e-16		
Hausman Test				$\chi^2 = 26.903, df = 4, p\text{-Value} = 2.08e-05$					

Signif. codes: \*\*\* P < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.01

실증분석 결과에서 변수의 계수는 자연로그로 이는 탄력 계수로 독립 변수 1%의 변화가 종속 변수에 주는 영향을 의미하는데 〈표 8〉의 한국 철강 제품의 수출에 미치는 영향 요인 분석 결과를 살펴보면 모형의 적합도를 나타내는 F 통계량과 유의확률이  $p < 0.01$ 에서 3가지 분석 방법 모두에서 모두 적합한 것으로 나타났고, 설명력을 나타내는  $R^2$ 은 68%로 나타났다. 이는 분석에 이용된 수출에 영향을 주는 요인들로 설정한 독립 변수들이 종속 변수인 우리나라 철강 제품의 수출액을 예측하는 데 유의한 것으로 해석할 수 있다.

첫 번째 분석 방법으로 모든 개체와 시간을 결합하여 하나의 데이터 간주하여 모형을 분석한 OLS(Ordinary least squares)에서는 모든 독립 변수가 0일 때의 상수 값이 -29.36, 경제 수준을 나타내는 lnPGDP의 추정 계수는 0.71로 계산되어 EU 국가들의 경제수준이 1 증가할 때, 수출액은 약 0.71 증가하는 것으로 나타났다. 시장 규모를 나타내는 lnPOP의 계수는 1.23으로 인구 증가에 따라 수출액이 약 1.23의 비율로 증가하는 것으로 분석 되었다. 철강 제품이 우리나라 수출에서 차지하는 비중으로 철강 제품의 경쟁력을 간접적으로 나타내는 lnRCA의 계수는 1.64로 우리나라의 철강 제품의 수출 점유율이 증가할 때 비례하여 수출이 약 1.64 증가하는 것으로 나타났지만, 95% 신뢰수준에서는 유의하지 않고, 90% 수준에서는 유의한 것으로 계산되어 다른 계수들이 95% 신뢰수준에서 유의한 것보다 상대적으로 계수의 신뢰성이 낮다고 볼 수 있다.

EU의 철강 수요를 간접적으로 나타내는 lnMPI의 계수는 1.46으로 EU의 제조업 생산이 1 증가하면 비례하여 우리나라의 수출이 약 1.46 증가하는 것으로 추정되었다. 가격 경쟁력

을 의미하는 lnEXR 환율 계수는 1.63으로 유로화 대비 원화의 환율이 증가하면 수출이 약 1.63 증가하는 것으로 나타나 EU의 수출에 있어 수출 가격이 매우 중요한 요소임을 보여주고 있다. 경제 공동체의 단일 시장을 나타내는 EU 계수는 1.40으로 분석되어 유럽 국가들의 EU 가입은 철강 제품 수출에 약 1.4의 증가 효과를 주는 것으로 분석되었다.

따라서 OLS 방식으로 계산된 분석 결과를 살펴보면 우리나라 철강 제품에 영향을 주는 요인으로는 환율과 제조업 경기 상황 그리고 단일 시장, 동일 수출 절차 등의 경제 공동체 이점 및 인구의 영향을 받는 시장 규모의 순으로 볼 수 있다. 추가로 제품 경쟁력을 나타내는 RCA 지수의 영향이 95% 수준에서는 유의하지 않지만 90% 수준에서 1.63의 계수를 가진다는 점은 제품 경쟁력에 대한 고려가 필요하다고 해석할 수 있다.

두 번째로 개체의 특정 효과를 고정시켜 다양성을 고려하는 고정효과 모형과 개체를 임의의 변수로 설정하여 개체 간의 상관관계를 반영한 확률효과 모형으로 분석한 결과를 살펴보면, 두 모형 모두 유의수준  $p < 0.01$  이하에서 유의한 것으로 나타났고, 하우스만 검정 결과는 고정효과 모형이 더 설명력이 있는 것으로 나타났으나 두 모형의 설명력은 56%, 57%로 유사한 것으로 분석되어 이를 감안한 결과 해석이 필요한 것으로 생각된다. 두 모형의 계수들을 비교하면 lnPGDP는 1.29와 1.14, lnMPI는 1.92와 2.04, lnEXR은 1.32와 1.46, EU는 0.94와 1.02로 99%의 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타났고, 반면 lnRCA는 1.09와 1.10으로 90%에서는 유의하나 95%에서는 신뢰성이 떨어지는 것으로 계산 되었다. lnPOP는 0.71과 1.23으로 고정효과 모형에서는 유의미한 영향을 미치고 있지 않으나 확률효과 모형에서는 99% 수준에서 유의한 것으로 분석되었다. 이는 고정효과 모형에서는 인구가 미치는 영향보다 다른 요인들이 수출액에 더 큰 영향을 미칠 수 있다는 것을 의미하며, 확률효과 모형에서는 인구 규모가 다른 요인들과 상관관계를 가짐으로써 수출에 영향을 줄 수 있다는 것으로 해석할 수 있다.

세 가지 분석 방법을 모두 종합하여 정리하면 경제규모(lnPGDP)와 제조업 생산(lnMPI), 환율(lnEXR), 단일 시장(EU)은 모두 분석 방법에 상관없이 우리나라 철강 제품의 수출에 영향을 주는 요인으로 나타났고, 비교우위지수(lnRCA)의 경우 90%에서는 유의하나 95%에서는 신뢰성이 떨어지는 것으로 분석되어 상대적으로 이를 고려한 해석이 필요하다. 시장규모(lnPOP)는 인구 규모가 철강 제품의 수출액에 간접적으로 영향을 미칠 수 있지만 고정효과에서는 유의하지 않은 결과를 감안하여 다른 요인들과의 상관관계를 탐색하여 평가하고, 인구 규모가 수출에 영향을 줄 수 있는 요인들과의 연관성을 더 자세히 연구할 필요가 있다.

## 2. CBAM 시행 후 수출 요인의 추정 분석

위의 수출액을 추정한 동일한 중력모형을 기반으로 CBAM으로 인해 탄소세  $CO_2$  1톤당 USD 10, USD 20, USD 30이 부과되었을 경우를 가정하고 독립 변수로 추가하여 분석을

실시한 결과는 <표 9>, <표 10>, <표 11>과 같이 나타났다.

<표 9> CBAM의 탄소세(1ton CO2 per USD 10) 부과 경우 수출 예상 결과

변수	Pooled OLS			고정효과			확률효과		
	Coefficients	T-Value	VIF	Coefficients	T-Value	VIF	Coefficients	Z-Value	VIF
intercept	-17.43***	-6.78		-	-		-19.57***	-9.15	
lnPGDP	0.49***	9.72	1.57	0.96***	6.10	1.00	0.67***	7.58	1.86
lnPOP	0.44***	14.48	1.89	1.66**	2.88	1.01	0.52***	8.54	1.24
lnRCA	0.40	1.04	1.15	-0.14	-0.43	1.00	0.19	0.56	1.20
lnMPI	0.91***	8.81	1.16	0.90***	4.20	1.05	1.11***	7.55	1.36
lnEXR	1.60***	5.31	1.10	1.15***	3.98	1.06	1.44***	5.45	1.20
EU	-1.89***	-12.05	2.23	-1.45***	-8.85	1.06	-1.50***	-9.60	2.61
lnCT	0.74***	-38.86	2.88	0.65***	-24.58	2.51	0.67***	-27.54	2.89
$R^2$ (Adj-R)	0.91 (0.91)			0.79 (0.78)			0.82 (0.82)		
F-Value	835.10			297.17			2705.48		
P-Value	2,22e-16			2,22e-16			2,22e-16		
Hausman Test				$\chi^2 = 12.551, df = 7, p\text{-Value} = 0.08383$					

Signif. codes: \*\*\* P < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.01

<표 9>는 CBAM이 시행되어  $CO_2$  1톤당 USD 10의 탄소세가 부과 되었을 경우 한국 철강 제품의 수출 영향 요인의 변동 결과 분석한 것으로 결과를 살펴보면, 모든 분석 방법(OLS, 고정효과 모형, 확률효과 모형)에서 모형 적합도를 의미하는 F 통계량과 P-Value가 유의하게 나타났으며, 모형을 설명하는  $R^2$ 은 OLS 방법에서 91%, 고정효과 모형에서 79%, 확률효과 모형에서 82%로 나타났다. 이는 독립 변수들이 종속 변수인 수출액을 예측하는 데 유의하다는 것을 뜻한다.

첫 번째 분석 방법인 OLS에서는 모든 독립 변수가 0일 때의 추정된 상수는 -17.49로 나타났다, 경제 수준을 나타내는 lnPGDP의 추정 계수는 0.71에서 0.49로 감소하였고 시장 규모를 나타내는 lnPOP의 계수는 1.23에서 0.44로 감소하였다. 그리고 철강 제품의 비교우위를 나타내는 lnRCA의 계수는 1.64에서 0.40로 감소하였지만, 통계적으로 수출액에 유의한 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 생산 활동을 나타내는 lnMPI의 계수는 1.46에서 0.91로 감소하였고, 환율 계수는 1.63에서 1.60으로 거의 변동이 없는 것으로 분석되었다.

EU 계수는 1.40에서 -1.89로 부호가 음(-)으로 바뀌어 EU의 단일 시장이 탄소세의 영향으로 인해 우리나라 수출에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났고, 탄소세인 lnCT의 효과는 0.74로 계산되었다. 이는 탄소세가 부과될 경우 우리나라 철강 제품의 EU 수출에



0.74의 변동을 가져온다는 것을 의미한다. 하지만 EU의 계수가 1.40에서 -1.84로 변화하였기 때문에 lnCT의 계수를 수출의 증가율로 보는 것이 아니라 탄소세로 인한 철강 제품 수출 변화율을 의미하는 것으로 해석할 수 있다. 동시에 변동 요인 중 환율의 계수가 1.60으로 다른 요인들보다 높은 값으로 나타난 점은 EU 수출에 있어 가격 경쟁력이 중요한 수출 요인임을 의미 한다고 볼 수 있다.

두 번째로 고정효과 모형과 확률효과 모형을 비교하여 살펴보면 lnPGDP는 고정효과 모형은 1.29에서 0.96으로, 확률효과 모형에서는 1.14에서 0.67로 감소했고, lnMPI는 고정효과 모형에서 1.92에서 0.90로, 확률효과 모형에서는 2.04에서 1.11로 감소하는 것으로 나타났다. 환율은 고정효과 모형에서 1.32에서 1.15로, 확률효과 모형에서는 1.46에서 1.44로 변동이 거의 없었으며, EU 계수는 고정효과 모형에서는 0.94에서 -1.45로, 확률효과 모형에서는 1.02에서 -1.50으로 감소하는 것으로 계산되었다.

lnRCA는 OLS 모형과 마찬가지로 통계적으로 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 분석되었고, lnPOP는 고정효과 모형에서 0.71에서 1.66으로 확률효과 모형은 1.23에서 0.52로 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났는데, 이는 탄소세가 부과되면 시장의 규모가 다른 요인들과 상관관계를 구성하여 철강 제품의 수출에 영향을 줄 수 있다는 것으로 해석할 수 있다. 탄소세(lnCT)의 효과는 0.65와 0.67로 수출에 영향을 미치는 것으로 추정되었다.

〈표 10〉과 〈표 11〉은 CBAM이 시행되어 CO<sub>2</sub> 1톤당 USD 20, USD 30의 탄소세가 부과 되었을 경우의 영향 요인 결과를 분석한 것으로 모든 분석 방법(OLS, 고정효과 모형, 확률효과 모형)에서 모형 적합도를 나타내는 F 통계량과 P-Value가 유의하고, 설명력을 나타내는 R<sup>2</sup>은 OLS에서는 91%, 고정효과 모형에서는 80%, 확률효과 모형에서는 82%로 나타나 모형의 독립 변수들이 종속 변수인 수출액을 예측하는데 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

〈표 10〉 CBAM의 탄소세(1ton CO<sub>2</sub> per USD 20) 부과 경우 수출 예상 결과

변수	Pooled OLS			고정효과			확률효과		
	Coefficients	T-Value	VIF	Coefficients	T-Value	VIF	Coefficients	Z-Value	VIF
intercept	-16.73***	-7.23		-	-		-19.17***	-8.98	
lnPGDP	0.50***	9.67	1.57	0.98***	6.34	1.00	0.69***	7.75	1.89
lnPOP	0.43***	14.05	1.90	1.94***	3.40	1.01	0.52***	8.34	1.22
lnRCA	0.56	1.47	1.15	-0.07	-0.21	1.05	0.31	0.96	1.19
lnMPI	0.85***	8.09	1.17	0.86***	4.01	1.06	1.06***	7.18	1.38
lnEXR	1.54***	5.10	1.10	1.09***	3.77	1.06	1.37***	5.22	1.20
EU	-2.23***	-13.74	2.38	-1.76***	-10.46	1.06	-1.81***	-11.19	2.87
CT	0.72***	-38.67	3.07	0.64***	-25.08	2.80	0.65***	-27.64	3.18

$R^2$ (Adj-R)	0.91 (0.91)	0.80 (0.78)	0.82 (0.82)
F-Value	828.50	305.37	2703.15
P-Value	2.22e-16	2.22e-16	2.22e-16
Hausman Test		$\chi^2 = 18.735, df = 7, p\text{-Value} = 0.0091$	

Signif. codes: \*\*\* P < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.01

〈표 11〉 CBAM의 탄소세(1ton CO2 per USD 30) 부과 경우 수출 예상 결과

변수	Pooled OLS			고정효과			확률효과		
	Coefficients	T-Value	VIF	Coefficients	T-Value	VIF	Coefficients	Z-Value	VIF
intercept	-16.37***	-6.78	-	-	-	-	-19.01***	-8.92	-
lnPGDP	0.50***	9.72	1.57	0.99***	6.49	1.00	0.71***	7.87	1.92
lnPOP	0.43***	14.48	1.91	2.10***	3.70	1.01	0.53***	8.27	1.21
lnRCA	0.64*	1.04	1.14	-0.03	-0.10	1.05	0.37	1.18	1.19
lnMPI	0.82***	8.81	1.17	0.83***	3.94	1.06	1.04***	7.00	1.40
lnEXR	1.51***	5.31	1.10	1.05***	3.66	1.09	1.33***	5.10	1.21
EU	-2.42***	-12.05	2.47	-1.94	-11.30	1.06	-1.98***	-11.99	3.02
CT	0.70***	-38.86	3.19	0.62***	-25.36	2.80	0.63***	-27.67	3.35
$R^2$ (Adj-R)	0.91 (0.91)			0.80 (0.78)			0.82 (0.82)		
F-Value	821.87			309.95			2696.05		
P-Value	2.22e-16			2.22e-16			2.22e-16		
Hausman Test				$\chi^2 = 22.478, df = 7, p\text{-Value} = 0.0021$					

Signif. codes: \*\*\* P < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.01

첫 번째 분석 방법인 OLS에서 lnPGDP의 추정 계수 변화를 보면 USD 20, USD 30인 경우 계수가 0.50으로 변화가 없는 것으로 도출되어 탄소세가 일정 부분 증가하더라도 증가율은 감소하는 한계 체감 효과가 나타난다고 해석할 수 있고, 다른 독립 변수들인 lnPOP, lnMPI, lnEXR, EU, lnCT의 계수도 USD 10, USD 20일 경우 큰 차이를 보이지 않아 탄소세로 인한 영향으로 다른 수출 요인들이 영향이 낮아지는 감소율이 체감하는 것으로 나타났다.

한편, lnRCA의 계수는 USD 30의 탄소세가 부과될 때 0.64로 OLS에서는 90% 수준에서 유의한 것으로 나타났지만, 그 외의 다른 분석에서는 유의하지 않은 것으로 분석되었다. 이는 다른 영향 요인들보다 수출에 미치는 영향이 작다는 것을 의미하기도 하지만, 일정 수준 이상의 탄소세가 부과될 때에는 제품의 경쟁력을 유의미한 요인으로 추가 고려해야 한다고 볼 수 있다. 또한, 모든 분석 모형에서 lnPOP의 계수가 탄소세가 높아질수록 비례하여 증가한다는 것으로 계산된 결과는 탄소세 비율이 높아질수록 이를 보완할 수 있는 더 큰 규모의

시장이 필요하다는 것을 시사하며, EU 국가 중에 시장 규모가 큰 국가에 수출 노력을 집중하는 전략이 필요하다는 것을 보여준다. 마지막으로 환율의 영향은 탄소세의 부과액에 관계 없이 모두 일정하게 나타난다는 결과는 EU 수출에 있어 제품의 가격 경쟁력을 유지하는 것이 매우 중요하다는 것을 의미한다.

### 3. CBAM 시행 후 수출 변화 분석

위의 중력모형 분석 결과를 바탕으로 2026년의 예상 데이터를 위의 탄소세 변수가 추가된 중력모형 함수에 적용하여 탄소세가 부과된 경우의 수출액을 계산하고 2026년의 예상 수출액과 비교하여 변화를 추정한 결과는 다음과 같다.

수출 변화를 추정하기 위해서 자기회귀누적이동평균(ARIMA: Autoregressive Integrated Moving Average)의 AIC(Akaike Information Criterion) 분석으로 예측한 2001년부터 2021년 데이터 기반의 2026년 데이터를 사용하였고, ARIMA 예측한 결과 2026년도의 철강 제품의 총 예상 수출액은 약 USD 4,677,890,000으로 나타났다. 동일한 방법으로 예측한 2026년도의 EU 국가별 독립 변수를 이용하여 탄소세 부과를 가정하여 분석한 2026년 우리나라 철강 제품 수출 예상 감소율은 <표 12>와 같다. 분석에서 고정효과 모형은 수출 변화 예상에 적합하지 않아 제외하였고, 모든 데이터를 하나의 데이터로 묶어서 분석한 OLS 모형과 변수들 간의 관계를 고려한 확률효과 모형만 표시하였다.

<표 12> CBAM으로 탄소세를 부과할 경우 수출 예상 변화율

구분	USD 10(1ton CO <sub>2</sub> )		USD 20(1ton CO <sub>2</sub> )		USD 30(1ton CO <sub>2</sub> )	
	값	변화율	값	변화율	값	변화율
CT 부과전 OLS	295.95	-	295.95	-	295.95	-
CT 부과후 OLS	284.98	-3.71%	282.18	-4.71%	280.69	-5.20%
CT 부과전 확률효과	306.70		297.84		297.84	
CT 부과후 확률효과	291.96	-4.86%	290.22	-5.48%	289.09	-5.77%

Signif. codes: \*\*\* P < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.01

<표 12>의 결과는 EU가 우리나라 철강 제품에 탄소세를 CO<sub>2</sub> 1톤당 USD 10로 부과할 때 OLS 모형으로 계산하면 수출이 약 -3.71%, USD 20으로 부과할 경우 -4.71%, USD 30로 부과할 경우 -5.20%의 수출 감소 요인이 있는 것으로 나타났다. 확률효과 모형으로 계산할 경우 CO<sub>2</sub> 1톤당 USD 10의 경우 약 -4.86%, USD 20의 경우 -5.48%, USD 30의 경우 -5.77%의 수출 감소 요인이 있는 것으로 분석되었다. 정리하면 CO<sub>2</sub> 1톤당 USD 10의 탄소세 부과는 약 -3.5%에서 -5%까지 수출 감소를 가져 온다고 할 수 있고, 2026년 예

상 수출액으로 볼 때는 약 USD 1.7억 ~ USD 2.7억을 의미한다. 이러한 결과는 2021년 EY 한영 회계 법인이 예측한  $CO_2$  1톤당 USD 30으로 계산한 탄소국경세 약 USD 1.4억과 유사하고, 2021년 대외 경제 정책 연구원(KIEP)이  $CO_2$  1톤당 30유로를 부담할 경우 추정 한 USD 1.35억의 추가 비용 금액과 비슷한 결과를 보이고 있다.

## V. 요약 및 결론

철강 산업은 우리나라의 기간산업의 하나로 미래에도 국가차원에서 육성하고 발전시켜야 하는 산업으로 지속적인 발전을 위해서는 국내의 한정된 시장 수요만으로는 한계가 있어 해외 수출을 통해 산업의 성장과 발전을 도모해야 하는 산업이지만, 다른 한편으로 다량의 화석 연료 사용과  $CO_2$  배출을 하는 특성으로 기후 위기를 가져오는 주요 산업으로 지목되어 세계 각국의 규제가 다양해지고 강화되고 있는 산업이다. 특히, 우리나라 3대 수출 시장인 EU는 2026년부터 CBAM의 시행으로 탄소세 부과를 예고하고 있어 철강 제품의 수출 성과를 유지하고 발전시키기 위한 대비가 필요하다.

본 연구에서는 우리나라 철강 제품의 EU 수출 성과에 영향을 미치는 요인을 분석하고 각 요인들을 고려한 수출 확대 전략의 시사점을 모색하였고, 동시에 2026년부터 CBAM이 시행 되는 것을 가정한 중력모형 분석으로 2026년의 철강 제품의 수출 예상 금액을 추정함으로써 탄소세의 영향을 실증적으로 예측하고 대응 방안의 중요성을 확인하고자 하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

OLS 및 고정효과 모형과 확률효과 모형 모두에서 EU 국가들의 경제 수준과 시장의 규모 그리고 환율과 제조업 생산 지수 및 EU로 인한 경제공동체와 단일시장의 효과 모두 우리나라 수출에 있어 유의한 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 특히, 환율은 분석 방법에 상관없이 일정하게 정(+)의 효과를 나타내고 있어 환율이 수출 증가에 있어 영향력이 높다는 것 보여주며, 가격 경쟁력이 수출 성과에 매우 중요하다는 것을 시사하고 있다. 따라서 우리나라 철강 제품의 가격 경쟁력을 유지할 수 있는 방안에 대한 추가 연구가 필요하다고 생각 된다.

반면 우리나라와 세계 수출시장에서 차지하는 철강 제품의 경쟁력을 간접적으로 나타내는 RCA 지수는 90%의 신뢰수준에서는 유의하나 95%에는 유의하지 않은 것으로 나타나 EU 수출에 있어 주된 영향 요인으로 포함되지 않았다. 이는 제품의 경쟁력 향상에 더 노력을 기울여 향후 수출에 유의한 요소로 작용하도록 하는 수출 경쟁력을 높이는 방안에 대한 연구가 요구된다고 볼 수 있다.

또한, 시장의 규모를 나타내는 인구는 OLS에서 수출액에 유의한 요소로 작용하지만 국가별 특성을 반영한 고정효과 모형에서는 유의하지 않고, 확률효과 모형에서 유의한 것으로 분

석되어, 향후 EU 회원국으로 수출을 진행시 EU 회원 국가별로 시장 규모를 고려한 맞춤형 수출 전략을 수립할 필요가 있다.

이에 더해 CBAM이 시행되어 탄소세가 부과되면 분석 방법과 탄소세의 부과 금액에 관계 없이 약 3%의 수출 감소가 예상되고, 다른 수출 영향 요인인 경제 수준과 시장 규모 및 제조업 생산 지수가 탄소세 부과로 인해 수출에 미치는 영향이 크게 감소하는 것으로 나타나 탄소세 부과의 효과는 다른 수출 요인들이 우리나라 수출에 미치는 영향보다 더 크게 작용하는 것으로 추정되었다. 비교우위 지수인 RCA는 탄소세가 일정 수준이상 높아지면 유의해진다는 결과를 보이고 있어 철강 제품의 경쟁력 향상으로 제품 차별화를 가져오면 수출에 도움을 줄 수 있다는 점을 시사한다.

그리고 탄소세 부과 이전의 EU의 경제 공동체의 단일 시장으로 인한 수출의 이점은 수출에 도움이 되지만, 탄소세가 부과되면 추가 비용 지출의 부정적인 효과로 인해 정(+)의 효과가 음(-)의 효과로 반전되는 것으로 나타나, 앞으로 EU 경제공동체가 우리나라 수출 확대에 어려움으로 작용할 것임을 시사하고 있다. 마지막으로 2026년 탄소세 부과를 가정한 경우 우리나라의 철강 수출 변화는 OLS에서는  $CO_2$  1톤당 USD 10에 -3.71%, USD 20의 경우 -4.71%, USD 30의 경우 -5.20% 로 예상되었고, 확률효과 모형에서는  $CO_2$  1톤당 USD 10의 경우 약 -4.86%, USD 20의 경우 -5.48%, USD 30의 경우 -5.77%로 나타났다. 2026년 예상 수출 약 USD 46.8억에 감소율을 적용하면 약 USD 1.7억 이상의 탄소세 비용이 추가 발생하는 것으로 해석할 수 있고, 2021년 한영 회계 법인과의 경제 정책 연구원이 예측한 약 USD 1.3억 ~ USD 1.6억의 추가 비용과 유사한 결과로, 본 연구 결과가 앞으로 탄소세 부과로 인한 수출 감소에 관한 구체적인 예상 금액과 감소 범위를 제시하여 구체적인 탄소세 대응 방안 수립에 도움이 될 수 있다는 점에서 차별점이 있다고 할 수 있다.

그러나 중력모형으로 분석한 연구의 결과는 일부 EU 국가의 데이터가 부정확 할 수 있는 가능성이 존재하고 자연로그를 통한 선형 모형 분석으로 인해 비선형적인 분석 결과를 포괄하지 못한 한계점이 있어, 이를 보완할 수 있는 일반균형모형 및 구조방정식 모형과 같은 추가 분석을 통해 CBAM의 영향을 최소화하고, 우리나라 수출을 확대할 수 있는 방안에 대한 후속 연구가 필요하다고 본다.

## 참고문헌

- Bahmani-Oskooee, Mohsen (1986), "Determinants of International Trade Flows - The Case of Developing Countries", *Journal of Development Economics*, Vol.20 No.1, pp.107-123.
- Council of the EU (2022), "Fit for 55 package: Council reaches general approaches relating to emissions reductions and their social impacts", from <https://>

- www. consilium. europa. eu/ en/ press /press-releases/2022/06/29/fit-for-55-council-reaches-general -approaches-relating-to-emissions-reductions-and-removals-and-their-social-impacts/
- Greenpeace (2021), “Analysis of the Impact of Climate Change Regulations on Korea's Exports”. from <https://www.greenpeace.org/korea/report/16346/report-climate-change-regulation-and-its-impact-on-south-korea-export/>
- Inmaculada Martinez-Zarzoro (2003), “Gravity model: Application to trade Between Regional Blocs”, *Atlantic Economic Journal*, Vol.31. pp. 174-187.
- K. Kalirajan, (1999), “Stochastic Varying coefficients gravity model: an Application in trade analysis”, *Journal of Applied Statistics*, Vol.26 No.2, pp.185-193.
- Kuusi, T., M. Björklund, et al. (2020), “Carbon border adjustment mechanisms and their economic impact on finland and the EU. Government’s Analysis, Assessment and Research Activities, 48”. from <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-922-6>
- 장동식 (2022), “WTO 체제하에서 탄소국경조정제도(CBAM)의 도입 가능성 분석”, 「무역연구」, 제18권 제5호, pp.137-157
- 조하현, 김승환 (2022), “EU와 미국의 탄소국경조정제도: 한국에 대한 영향을 중심으로”, 「동서연구」, 제34권 제4호, pp.105-147.
- 김용건의 외 (2015), 「온실가스 감축정책 평가를 위한 환경경제모형 개발·운용(Ⅱ)」 (Research Report, No. 2015-02), 서울: 한국환경정책·평가연구원.
- 이슬기, 길은선, 허선경(2022) 「EU 탄소국경조정제의 국내 제조업 영향 분석」 (Research Report, No. 2021-07), 서울: 산업연구원.
- 이천기 (2021), “EU 탄소국경조정제도의 주요 내용 및 국제통상법적 시사점”, 「통상법무정책」, 제2호, pp.56-81.
- 문진영외(2017), 「온실가스 감축을 위한 국제사회의 탄소가격제 도입과 경제영향 분석」 (Research Report, No. 17-31), 서울: 대외경제정책연구원.
- 오경수 (2015), 「신 기후 협약하에서 선진국 국경탄소조치의 파급효과에 관한 연구」(Policy Issue Paper 14-07, No. 14-07), 서울: 에너지경제연구원.
- 노지훈 (2022), “유럽연합 환경규제 ‘Fit for 55’ 분석과 한국 기업의 대응방안에 관한 연구”, 「환경법과 정책」, 제30권, pp.201-244.
- 양주영, 임소영, 김정현 (2021), 「탄소국경조정제에 대한 주요국의 입장과 국내 무역 경쟁력 변화」 (*Issue Paper*, No. 2021-18), 서울: 산업연구원.
- 윤승환 (2022) “기후변화 대응을 위한 EU 탄소국경조정메커니즘(CBAM)의 경제적 효과 분석”, 「무역연구」, 제18권 제1호, pp.391-411.

율촌 (2022. 06. 24), “EU 의회 『탄소국경조정메커니즘 법률안』 확정 및 향후 전망”, Legal Update. from <https://www.yulchon.com/ko/resources/publications/legal-update-view/32410/page.do>

# A Study on the Export Performance Factors of Korean Steel Products to the EU and the Expected Changes in Exports Following the Implementation of CBAM

Jai-Heon Leem

Yoon-Say Jung

---

## Abstract

This study aims to estimate the export performance factors of Korean Steel Products to the EU and the expected changes in exports according to the CBAM(Carbon Border Adjustment Mechanism). The factors influencing the export performance of Korean Steel Products to the EU were analyzed using a Gravity Model, and the expected export amount in the case of a Carbon Tax was calculated assuming that the CBAM would be implemented in 2026. As a result, it was empirically analyzed that economic growth, population growth, exchange rate and manufacturing production index of each EU country have a positive effect on exports in Korea, and it was analyzed that the effects of the single market and system due to the EU's economic community were also helpful in increasing exports but the Carbon Tax is imposed in 2026, reducing Korea's steel exports by about -3.6% to -5.7%

---

〈Key Words〉 Steel Products, EU, CBAM, Carbon Tax, Gravity Model