

탄소배출과 수입관세의 관계에 대한 분석: 한국 데이터를 중심으로

최 혜 린*

요약

본 연구는 2021년부터 2023년까지 통계청의 산업연관표와 수입관세 데이터를 이용해 직접적 탄소배출량과 수입관세율 간의 관계를 분석하였다. 분석 결과, 탄소배출량이 높은 산업일수록 수입관세율이 낮은 것으로 나타났다. 이는 기존 연구 결과와 일치한다. 탄소배출량과 수입관세율의 부정적 관계는 산업 내 무역, 사양 산업 여부, 전방산업에 의해 일부 설명되는 것으로 나타났고, 두 변수 간의 부정적 관계는 탄소배출량의 서열 값을 이용해 데이터를 확장한 경우에도 동일하게 확인되었다.

주제분류 : B030902, B071100, B030112

핵심 주제어 : 탄소배출, 관세율, 전방산업

I. 서 론

기후변화가 전 세계 사람들의 생활에 직접적인 영향을 미치면서 기후변화에 어떻게 대응하는지가 오늘날 세계가 직면한 가장 중요한 도전 과제 중 하나가 되었고, 학문의 여러 분야에서 이에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히 국제경제 측면에서는 무역과 환경의 관계, 해외직접투자가 환경에 미치는 영향, 그리고 환경규제가 다국적 기업의 해외직접투자 결정에 미치는 영향 등에 대한 연구가 이루어지고 있다. 이런 흐름 속에서 본 연구는 무역과 환경간의 관계를 한국 데이터로 분석해보고자 한다.

* 숭실대학교, 글로벌통상학과, 부교수, e-mail: hlchoi@ssu.ac.kr

Shapiro(2021)는 무역과 환경 간의 새로운 정형화된 사실을 밝혔는데, 오염물질 배출이 높은 산업일수록 관세 및 비관세 무역 장벽이 낮은 반면 오염물질 배출이 적은 산업에 대해서는 관세 및 비관세의 무역 장벽이 높다는 것이다. 이러한 현상은 무역 정책이 탄소배출에 간접적인 보조금을 지급하는 것과 같은데, 기후변화에 대한 규제가 국제협상의 중요한 의제이고 탄소배출을 줄이기 위해 각국이 노력하는 상황에서 무역 정책이 오히려 환경 정책의 흐름에 반한다는 것을 의미한다. 무역 정책에 내재된 탄소 배출 보조금에 대한 이유로 Shapiro(2021)는 글로벌 가치 사슬 상에서 산업의 위치 즉 산업이 최종 소비자로부터 얼마나 멀리 떨어져 있는지가 중요하다고 주장하며, 글로벌 가치사슬에서 전방에 위치한 산업일수록 관세 및 비관세 장벽이 낮고 탄소배출량이 높다는 것을 보였다. 기업들은 수입 경쟁 완제품에 대해서는 무역 장벽을 높이기 위해 로비하는 반면, 중간재로 사용되는 수입 제품에 대해서는 생산 비용을 낮추기 위해 관세 및 비관세 무역을 낮추려는 유인이 있다. 최종 소비자들은 기업들에 비해 조직력 및 협상력이 낮기 때문에, 기업의 요구대로 후방산업이면서 탄소 배출이 낮은 제품들에 대해서는 높은 관세가 부과되고, 전방에 위치하며 탄소 집약적인 제품들에 대해서는 낮은 관세가 부과된다는 것이다. Shapiro(2021)는 이러한 무역 장벽과 탄소배출량의 부정적인 상관관계가 탄소배출에 대해 연간 약 \$5,500억-\$8,000억 달러의 보조금을 제공하는 것에 해당한다고 주장하였다. 탄소배출이 적은 제품에 대해 상대적으로 높은 관세가 부과되고 탄소집약적 제품에 대해서는 높은 관세가 부과되면, 탄소배출이 적은 제품은 수입보다 국내 제품을 선호하게 되고 탄소배출이 높은 제품은 수입에 의존하게 된다. 탄소집약적 상품을 국가 간 운송하면서 더 많은 탄소를 배출하게 되고, 그리고 탄소배출이 높은 제품이 주로 환경규제가 약하고 생산 과정에 화석 연료를 많이 사용하는 중국이나 인도에서 생산되어 수출되기 때문에 글로벌 탄소 배출은 더욱 증가하게 된다.

본 연구에서는 2021년부터 2023년의 기간에 대해 통계청의 산업연관표와 수입관세율 데이터를 이용해 우리나라에서도 탄소배출량과 수입관세율의 관계가 음(-)의 관계를 보이는지, 즉 무역 정책에 내재적인 탄소 보조금이 존재하는지 확인하고, 기업이 관세율에 대해 로비할 유인이 있는 다양한 정책적 변수를 고려해 탄소배출량과 수입 관세율의 관계를 설명하고자 하였다. 산업 내 무역이 활발할수록 관세율 로비에 대한 유인이 낮아지는 반면,

사양 산업일수록 그리고 관련 이해 당사자가 많은 노동 집약적 산업일수록 높은 관세율을 위해 로비할 유인이 존재한다. 그리고 전방에 위치한 산업에 대해 기업들은 중간재 비용을 낮추기 위해 낮은 관세율을 요구하는 반면, 후방에 위치한 산업일수록 수입 경쟁을 피하기 위해 높은 관세율을 요구할 수 있다. 분석 결과, 탄소배출량과 수입관세율의 관계는 음(-) 관계를 보이며, 산업 내 무역, 사양 산업 여부, 그리고 전방산업 정도가 이 관계를 일부 설명하는 것으로 나타났다. Shapiro(2021) 연구와 비교해 보면, 관세율에 내재된 탄소배출 보조금은 확인되었지만, Shapiro(2021)의 경우 정치적 변수 중에서 전방산업이 가장 중요한 역할을 했지만, 한국의 경우 전방산업이 두드러진 역할을 하지는 않는 것으로 나타났다.

본 연구는 총 5장으로 구성된다. 다음 2장에서는 관련 기존 문헌을 검토하고, 3장에서는 관련 데이터를 소개한다. 4장에서는 기본분석 모형과 분석 결과를 제시하고, 마지막 5장에서는 논문을 요약하고 결론을 도출한다.

II. 문헌 분석

기존 무역과 환경에 대한 연구는 주로 무역 흐름의 변화가 환경에 어떤 영향을 미치는지 분석하였다. 무역이 환경에 미치는 영향은 이론적으로도 명확하지 않다. 하향 경쟁 가설(race-to-the-bottom hypothesis)에 따르면 무역은 환경에 부정적인 영향을 미친다. 개발도상국 개방 경제는 세계 시장에서 경쟁력을 얻고 다국적 기업을 유치하고 오염 집약적인 제품을 생산하기 위해 느슨한 환경규제를 채택하면서 오염피난처 역할을 한다. 반면 무역 이득 가설(gains-from-trade hypothesis)에 따르면 무역은 관리 및 기술 혁신을 가져오고 다국적 기업은 본국의 최신 청정 생산 기술을 해외 자회사에 도입하고 또한 경제가 개방되면서 환경 규제 개선에 대한 사람들의 인식이 높아지면서 무역이 환경에 긍정적인 영향을 미친다고 주장한다.

무역이 환경에 미치는 영향에 대한 실증연구 결과 역시 혼재되어 있다. Eiras and Schaeffer(2001)은 경제의 개방성과 환경 지속가능성 점수 간에 긍정적인 관계가 있다고 주장했다. 즉 완전 개방 경제의 환경 지속가능성 점수는 덜 개방적인 경제의 환경 지속가능성 점수보다 30% 높고, 폐쇄

경제의 점수보다 2배 가까이 높다는 점을 보였다. 반면 Frankel and Rose(2005)는 무역이 대기오염에 미치는 영향이 미미하다고 주장하였고, Dean(2002)은 무역이 교역 조건을 통해 환경에 부정적인 영향을 미치지만 소득 증가에 따른 환경 개선효과가 이를 능가한다고 주장하였다. Antweiler, Copeland and Taylor(2001)은 무역이 환경에 미치는 영향을 규모(scale), 구성(composition), 기술(technique) 경로로 구분해 규모효과는 환경에 부정적인 영향을 미치지만 기술에 의한 긍정적인 효과가 이를 능가한다고 주장하였다.

반면 관세와 환경의 관계를 분석하는 연구는 매우 드물다. 특히 관세가 점차 증가하는 경사 관세(tariff escalation)에 대한 연구는 일부 존재하지만 경사 관세와 환경의 관계를 연결한 연구는 매우 미미하다. Cadot et al.(2004)과 Gawande et al.(2012)는 전방산업 정도가 경사 관세를 설명한다고 주장하였고, Shapiro(2021)는 이를 더 확장해 처음으로 관세율과 탄소배출량의 관계를 분석하였고, 전방산업과 탄소배출량의 관계를 연결해 전방에 위치한 산업일수록 탄소집약적이고 낮은 수입 관세에 직면한다는 사실을 보였다. 본 연구는 Shapiro(2021)의 관세율과 탄소배출량의 관계가 우리나라에서도 관찰되는지 확인하고, 전방산업 정도를 포함한 다양한 정치적 변수가 이 관계에 어떤 영향을 주는지 분석하였다.

Ⅲ. 데이터

본 연구에서는 기본적으로 통계청 KOSIS에서 제공하는 관세데이터와 산업연관표를 사용하였고, 산업의 특성을 파악하기 위해 통계청 MDIS에서 제공하는 기업활동조사 데이터를 추가적으로 이용하였다. 수입관세율 데이터는 2021년부터 2024년까지 제공되는 반면, 산업연관표는 2021부터 2023년까지만 제공되어 분석 기간은 2021년부터 2023년으로 설정하였다. 관세데이터는 2단위 HS 코드의 수입액과 관세액에 대한 데이터를 이용하였고, 산업연관표는 생산자가격 기준 통합중분류 산업연관표를 이용하였다. 수입관세율은 수입액 대비 관세액의 비율로 계산하였고, 각 상품의 직접적인 탄소배출 측정치는 기존 논문에서와 같이 산업연관표에서 각 산업이 중

간재로 사용한 석탄, 원유 및 천연가스 양으로 측정하였다¹⁾. 제조업 부문에서 탄소배출이 가장 큰 산업은 석탄 및 석유제품이고, 철강1차제품, 기초화학물질, 합성수지 및 합성고무 등이 그 뒤를 잇는다(〈표 1〉 참조). 제조업 이외에도 가스, 증기 및 온수, 전력 및 신재생에너지, 연구개발, 폐기물 처리 및 자원재활용 서비스 등에서 많은 양의 석탄, 원유 및 천연가스를 투입물로 사용한다. 하지만 서비스업은 환경과 세계화의 주요 논쟁 의제인 환경오염회피가설 또는 환경오염 오프쇼어링에 해당되지 않고 국가 간 무역도 상품 무역이 큰 비중을 차지하기 때문에 본 연구에서는 제조업을 중심으로 분석하였다. 2021년 기준 전체 산업에서 제조업이 석탄, 원유 및 천연가스를 사용하는 비중은 약 66%를 차지하였다. 석탄, 원유 및 천연가스를 사용하는 산업과 사용하지 않는 산업 그룹의 평균 관세율을 살펴보면 석탄, 원유 및 천연가스를 사용하며 탄소를 배출하는 산업의 수입관세율은 1.82%인 반면 석탄, 원유 및 천연가스를 사용하지 않는 산업의 수입관세율은 2.54%로 탄소 집약 산업의 평균 관세율이 더 낮은 것을 확인할 수 있다.

〈표 1〉 연료사용과 관세율, 2021(Fuel consumption and tariff rate, 2021)

(단위: 백만 원, 퍼센트)

산업명	석탄, 원유, 천연가스	관세율
석탄 및 석유제품	72,000,000	1.45
철강1차제품	6,000,000	0.65
기초화학물질	4,900,000	1.58
합성수지 및 합성고무	1,400,000	1.45
기타 비금속광물제품	628,592	0.98
비철금속 및 1차제품	16,212	0.01
금속 주물	3,949	2.92
금속가공제품	70	5.82
기타 화학제품	17	1.54

자료: 통계청 KOSIS의 생산자가격 기준 통합중분류 산업연관표와 관세데이터를 바탕으로 저자 작성

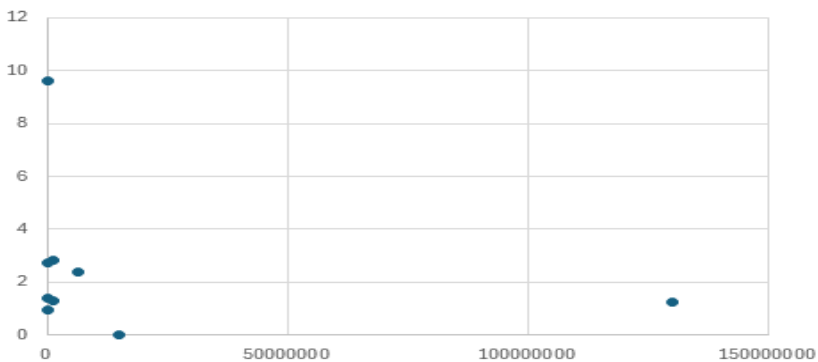
Source: KOSIS (Statistics Korea) integrated mid-level classification, producer price basis input - output tables and tariff data: authors' calculations.

1) 탄소배출량 추정치로 생산량이 아닌 석탄, 원유 및 천연가스 사용량을 이용한 것은 생산량이 많더라도 재생 및 친환경 에너지가 중간재로 사용되는 경우 환경에 미치는 부정적 영향이 덜 하기 때문이다.

〈그림 1〉은 각 상품의 석탄, 원유 및 천연가스 사용량과 수입 관세율 간의 관계를 보여주는데 대략적으로 음(-)의 상관관계가 있음을 알 수 있다. 즉 석탄, 원유 및 천연가스 사용량이 많을수록 수입 관세가 감소함을 확인할 수 있다. 이는 Shapiro(2021)에서 무역 관세에 탄소에 대한 세금이 아니라 오히려 탄소 보조금²⁾이 내재되어 있다는 주장과 일치한다. 하지만 이는 단순 상관관계만을 보여주기 때문에 아래에서 실제 우리나라 수입관세에 탄소 보조금이 내재되어 있는지 실증분석 하였다.

〈그림 1〉 연료사용과 관세율(Fuel consumption and tariff rate)

(단위: 백만원, 퍼센트)



자료: 통계청 KOSIS의 생산자가격 기준 통합중분류 산업연관표와 관세데이터를 바탕으로 저자 작성

Source: KOSIS (Statistics Korea) integrated mid-level classification, producer price basis input - output tables and tariff data: authors' calculations.

마지막으로 관세데이터는 2단위 HS 코드를 사용하고 산업 연관표는 IO 상품 코드를 사용하기 때문에 통계청의 HS-IO 연계표를 이용해 두 데이터를 결합하였다. 2단위 HS코드는 총 97개 품목을 포함하고, 산업연관표는 83개의 상품코드를 포함하는데 이 중 36개의 제조상품만 분석대상으로 하였다. 이 둘을 통합하는 과정에서 매해 약 90개 정도의 관측치가 분석에 포함 되었다. 그리고 한국표준산업분류를 사용하는 통계청 MDIS 데이터를 이용해 산업별 특성과 관세율의 관계를 분석하기 위해 산업통계분석시스템에서 제공하는 ISTANS 60대산업-HSCODE연계표와 ISTANS 60대산업

2) 여기에서 보조금은 국내 생산자에 대한 보조금이 아니라 낮은 관세로 오염집약적인 중간재를 구입하는 산업에 대한 보조금에 더 가깝다.

-한국표준산업분류(KSIC) 연계표를 이용해 HS 코드로 분류된 관세율 데이터와 한국표준산업분류로 구분된 통계청 MDIS 데이터를 결합하였다.

IV. 실증분석 모형 및 결과

1. 기본분석 모형 및 결과

우선 탄소배출량과 수입관세율 간의 관계를 분석하기 위해 다음과 같이 간단한 식을 이용하였다.

$$t_{st} = \alpha \ln(1 + E_{st}) + \lambda_t + \nu_s + \epsilon_{st} \quad (1)$$

여기에서 t_{st} 는 t 연도에 상품군 s에 포함된 수입 상품에 부과된 관세율을 의미하고, E_{st} 는 t연도 상품군 s 생산에 사용된 석탄, 원유 및 천연가스의 양으로 직접적인 탄소배출을 측정한다. 일부 상품의 경우 석탄, 원유 및 천연가스 사용량이 0이기 때문에 데이터 손실 문제를 줄이기 위해 상수를 더해서 로그값을 취한 후 분석에 사용하였다. 따라서 α 는 현재 우리나라 수입 관세에 내재된 탄소에 부과되는 관세를 의미한다. 이 값이 양(+)의 값을 가지면 추가적인 탄소 배출 단위 당 관세가 부과된다는 것을 의미하고, 만약 이 값이 음(-)의 값을 가지면 추가적인 탄소배출에 대해 보조금이 지급된다는 것을 의미한다. 거시경제 충격을 통제하기 위해 연도별 고정효과를 포함하였고, 관찰되지 않은 상품별 특성을 통제하기 위해 상품별 고정효과를 포함하였다.

식(1)을 분석한 결과는 <표 2>에 정리되어 있다. <표 2>의 첫 번째 열은 연도 고정효과와 상품 고정효과를 포함하지 않은 결과를, 두 번째 열은 연도 고정효과만 포함한 결과, 그리고 마지막 열은 연도 고정효과와 상품 고정효과 모두 포함한 결과를 보여준다. 고정효과를 포함하지 않았거나 또는 연도 고정효과만 포함한 경우에는 탄소배출량에 대한 계수가 음(-)의 부호를 보이며 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 즉 무역 정책에 탄소 배출 보조금이 내재되어 있음을 의미하고, 이는 Shapiro(2021)의 결과와 일치한다. 하지만 연도 고정효과와 상품 고정효과를 모두 포함한 결과는 탄소배

출량에 대한 계수가 음(-)의 부호를 보이지만 통계적으로는 유의하지 않는 것으로 나타났다. 이는 탄소배출량과 관세율의 관계가 통계적으로 유의하지 않다는 것을 의미할 수도 있지만 제한된 데이터와 고정효과로 관측수가 감소하면서 통계적 유의성이 낮아졌기 때문일 수도 있다.

〈표 2〉 탄소배출과 관세율(Carbon emissions and tariff rate)

tariff rate	(1)	(2)	(3)
ln(1+Co2)	-0.0777***	-0.0766***	-0.00270
	(0.0243)	(0.0239)	(0.00303)
constant	2.617***	2.613***	2.391***
	(0.221)	(0.218)	(0.0182)
observations	275	275	269
Adjusted R-squared	0.013	0.022	0.992
year-fixed		0	0
io-fixed			0

주: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1, 괄호 안의 숫자는 군집강건 표준오차를 의미함.

Note: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1, Robust standard errors are reported in parentheses.

2. 정치적 변수와 관세율

다음으로는 왜 탄소배출량이 많은 상품의 수입관세율이 낮은가를 분석하기 위해 몇 가지 정치적 변수를 고려하였다. 우선 산업 내 무역 정도가 탄소배출량과 관세율에 영향을 미칠 수 있다. 만약 탄소집약적 상품을 생산하는 산업에서 수출도 수입도 모두 활발히 이루어진다면 수입기업들은 높은 관세율을 요구하는 반면 상대국의 보복 관세를 두려하는 수출기업들은 낮은 관세율을 요구하게 된다. 따라서 산업들 간의 이해 충돌로 해당 산업에 대한 보호가 높지 않고 수입 관세율이 낮을 수 있다. 각 산업의 산업 내 무역을 측정하기 위해 문헌에서 자주 사용되는 다음의 식을 사용하였고, 데이터는 산업연관표의 수출 및 수입 데이터를 사용하였다(Krugman, 1981).

$$1 - \frac{|x_i - m_i|}{x_i + m_i} \quad (2)$$

위 식에서 x_i 는 i 상품의 수출액을, m_i 는 수입액을 의미한다. 이 값이 클수록 해당 산업의 수출과 수입 모두 활발하고 따라서 관세율에 미치는 정치

적 영향이 작을 수 있다. 기본 분석 식 (1)에 산업 내 무역을 추가 통제변수로 포함해 분석한 결과는 <표 3>에 정리되어 있다. 탄소배출량에 대한 계수는 앞의 결과와 동일하게 고정효과가 없거나 또는 연도 고정효과를 포함한 경우에만 통계적으로 유의한 음(-)의 값을 갖고, 연도 및 상품 고정효과를 포함한 경우에는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 하지만 모든 경우에 대해 계수의 크기가 다소 감소하는 것으로 보아 산업 내 무역으로 측정한 정치적 변수가 관세율과 탄소배출 간의 관계를 다소 설명하는 것으로 추측된다. 산업 내 무역에 대한 계수도 고정효과를 포함하지 않거나 연도고정효과만 포함한 경우 통계적으로 유의한 음(-)의 값을 갖는데 이는 산업 내 무역이 많을수록 해당 상품에 대한 보호가 낮고 따라서 관세율이 낮아진다는 것을 의미한다.

<표 3> 탄소배출과 산업 내 무역(Carbon emissions and intra-industry trade)

tariff rate	(1)	(2)	(3)
ln(1+Co2)	-0.0536**	-0.0540***	-0.00109
	(0.0210)	(0.0208)	(0.00325)
intra-industry trade	-2.232**	-2.200**	0.0199
	(1.014)	(0.993)	(0.0953)
constant	4.044***	4.024***	2.349***
	(0.800)	(0.791)	(0.0679)
observations	273	273	261
Adjusted R-squared	0.034	0.033	0.989
year-fixed		0	0
io-fixed			0

주: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1, 괄호 안의 숫자는 군집강건 표준오차를 의미함.
Note: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1, Robust standard errors are reported in parentheses.

또 다른 정치변수로 산업의 생산량 변화율을 사용하였다. 생산량이 급격히 감소하는 산업의 경우 대량 해고, 지역 경제로의 부정적 파급 효과 등을 막기 위해 정부는 높은 수입 관세율 부과 등으로 해당 산업을 보호할 유인이 존재한다. 2012년과 2024년 사이 산업별 생산능력지수 변화율³⁾을 계산해 해당 산업이 사양산업이지 아닌지 측정하였다. 기본 분석 식 (1)에 산

3) 산업별 생산능력지수 변화율은 (2024년도 생산능력지수)-(2012년도 생산능력지수)/(2012년도 생산능력지수)로 계산되어 산업별로 하나의 값을 가지므로 분석에서는 산업 고정 효과를 제외함.

업별 생산능력지수 변화율을 추가적으로 포함해 분석한 결과는 <표 4>에 정리되어 있다. 각 산업의 생산지수 변화가 매해 변하지 않고 고정되어 있기 때문에 연도 고정효과만 포함하였다. 분석 결과, 예상한 바와 같이 생산능력지수에 대한 계수가 음(-)의 값을 보여 2012년과 2024년 사이 생산능력지수가 감소한 사양 산업일수록 관세율이 높은 것으로 나타났고, 탄소배출량과 관세율의 관계는 다소 약화되었다.

<표 4> 탄소배출과 생산능력지수변화(Carbon emissions and change in the production capacity index)

tariff rate	(1)	(2)
ln(1+Co2)	-0.0566**	-0.0657***
	(0.0251)	(0.0233)
change in production capacity	-0.00756***	-0.00782***
	(0.00243)	(0.00243)
constant	2.598***	2.620***
	(0.213)	(0.214)
observations	257	257
Adjusted R-squared	0.014	0.014
year-fixed		0
io-fixed		

주: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1, 괄호 안의 숫자는 군집강건 표준오차를 의미함.
Note: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1, Robust standard errors are reported in parentheses.

다음으로는 산업의 노동집약적 특성을 고려하였다. 노동집약적인 산업일수록 수입보호로부터 잠재적으로 이득을 얻을 이해 당사자가 많고, 저숙련 노동자 비율이 높은 산업일수록 재분배 측면에서 보호를 받을 확률이 높기 때문에 노동집약적 산업과 수입 관세율의 관계를 고려하였다. 산업별 노동집약도는 통계청의 기업활동조사 데이터를 이용해 자산 대비 상용근로종사자수 비율과 매출금액영업수익 대비 상용근로종사자수 비율로 측정하였다. 각 기업의 비율을 계산한 다음, 기업의 종사자수를 가중치로 이용해 산업별 가중평균을 계산하였다. 기본 분석 식 (1)에 산업별 노동집약도를 포함한 분석 결과는 <표 5>에 정리되어 있다. 자산 대비 종사자수로 측정한 노동집약도는 관세율에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났지만, 매출금액영업수익 대비 종사자수로 측정한 노동집약도는 노동집약도가 높을수록 관세율을 통계적으로 유의하게 낮추는 것으로 나타났다. 이는 자

산 대비 종사자수는 자본집약도를 더 잘 반영하는 한편, 매출금액 대비 종사자수는 노동 비용을 더 잘 반영한다는 점, 그리고 우리나라 노동 비용이 개도국에 비해 높다는 점을 고려하면 노동 비용이 높은 산업일수록 수입에 의존하기 때문에 관세율이 낮은 것으로 추측된다. 반면 직접탄소배출량에 대한 계수는 정치적 변수를 포함하지 않았을 때와 비교해 비슷하거나 다소 증가한 것으로 나타나, 산업별 노동집약도가 탄소배출량과 관세율의 관계에는 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

〈표 5〉 탄소배출과 노동집약도(Carbon emissions and labor intensity)

	Employment/Asset		Employment/Sales	
ln(fdi)	(1)	(2)	(3)	(4)
ln(1+Co2)	-0.116***	-0.108***	-0.0919**	-0.0892**
	(0.0324)	(0.0327)	(0.0355)	(0.0366)
intensity of employment	-0.000379	-0.000459	-880.1***	-868.0***
	(0.000417)	(0.000424)	(261.7)	(268.1)
constant	3.613***	3.686***	5.081***	5.049***
	(0.638)	(0.650)	(0.707)	(0.730)
observations	177	177	171	171
Adjusted R-squared	0.017	0.019	0.033	0.025
year-fixed		0		0

주: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1, 괄호 안의 숫자는 군집강건 표준오차를 의미함.

Note: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1, Robust standard errors are reported in parentheses.

마지막으로 산업의 전방산업(upstreamness) 정도를 고려하였다. 만약 탄소집약적 산업이 가치사슬 전방에 위치하고 비(非)탄소집약적 산업이 상대적으로 가치사슬 후방에 위치한다면, 비탄소집약적 산업은 내수 시장 점유율을 높이기 위해 높은 관세율을 위해 로비할 인센티브가 존재한다. 반면 여러 산업에 중간재로 사용되는 전방 산업의 경우 기업들은 전방산업 제품에 대한 낮은 관세를 위해 로비할 인센티브가 있다. 예를 들어, 전방산업인 강철 산업과 후방산업인 담배제조업을 생각해보면 많은 산업이 직접적 또는 간접적으로 강철을 투입원료로 사용하는 반면, 담배는 소수의 산업과 다수의 소비자들만이 소비한다. 따라서 강철을 중간재로 사용하는 여러 산업이 강철제품에 대한 낮은 관세를 위해 로비할 강한 인센티브를 갖는 반면 일반적으로 조직력이 약한 소비자는 소비 제품의 관세를 낮추기 위해 조직적으로 로비하지 않는다. 따라서 전방 산업의 관세는 낮고, 후방산업의 관세는 높

은 관세율 경사(tariff escalation)를 보이게 된다. 또한 전방산업에 대한 낮은 관세율과 후방산업에 대한 높은 관세율은 공공 재정 이론과도 연결된다. Diamond and Mirrlees(1971)은 최적의 상품세가 중간재가 아닌 최종재에 부과될 때 경제가 생산가능곡선(Production possibility frontier) 위에 있을 수 있다고 주장하였다. 즉 정부의 중간재보다 최종재에 대한 높은 관세는 경제의 효율성을 유지하기 위한 선택이라는 것이다. 하지만 위 이론은 중간재에 대한 제로 세율이 경제 효율성을 유지한다는 것을 설명할 뿐, 산업의 전방산업에 따른 세율 경사에 대해서는 언급하지 않는다.

각 산업의 전방산업 정도는 산업연관표의 중간수요계와 총산출 데이터를 이용해 총산출 대비 중간수요계의 비율로 계산하였다. 이 비율이 높을수록 해당 상품의 대부분이 다른 산업의 중간재로 사용된다는 것을 의미한다. 전방산업과 직접탄소배출량 추정치 간의 상관관계는 0.4로 전방산업에 위치할수록 화석연료를 더 많이 사용하는 것으로 나타났다. 전방산업이 탄소배출과 관세의 관계에 영향을 주는지 분석하기 위해 기본 분석 식 (1)에 산업의 전방산업 정도를 추가해 분석한 결과는 <표 6>에 정리되어 있다. 산업의 전방산업 정도에 대한 계수는 음(-)의 값으로 전방산업일수록 관세율이 낮은 것으로 나타나지만, 통계적으로 유의하지는 않다. 탄소배출량에 대한 계수는 기본 분석 결과에 비해 다소 약화된 것으로 보아 전방산업이 탄소배출량과 관세율의 관계에 영향을 미치는 것으로 보인다.

<표 6> 탄소배출과 전방산업(Carbon emissions and upstreamness)

tariff rate	(1)	(2)	(3)
ln(1 + Co2)	-0.0540**	-0.0514*	-0.000664
	(0.0271)	(0.0269)	(0.00327)
intermediate_output ratio	-1.119	-1.257	-0.0204
	(0.789)	(0.776)	(0.113)
constant	3.421***	3.524***	2.377***
	(0.638)	(0.635)	(0.0899)
observations	273	273	261
Adjusted R-squared	0.015	0.016	0.989
year-fixed		0	0
io-fixed			0

주: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1, 괄호 안의 숫자는 군집강건 표준오차를 의미함.
Note: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1, Robust standard errors are reported in parentheses.

추가적으로 분석에 포함된 데이터 수를 확장하기 위해 상품의 석탄, 원유 및 천연가스 사용량의 서열값을 이용해 분석하였다. 산업연관표에 따르면 매년 각 상품이 사용하는 석탄, 원유 및 천연가스의 양은 변하지만 많이 사용하는 상품부터 적게 사용하는 상품까지 순서는 일정하게 유지된다는 것을 확인하였다. 따라서 이 순서에 따라 서열값을 부여하고 관측수로 나눠 표준화된 서열값을 생성해서 가용가능한 관세율 데이터 연도인 2021년부터 2024년에 대해 분석하였다. <표 7>에 정리된 분석결과에 따르면 탄소배출량에 대한 계수는 음(-)의 값을 갖고 통계적으로 유의한 것으로 나타나 탄소배출이 많은 상품에 대한 수입관세율이 낮다는 것을 다시 한 번 확인할 수 있다.

<표 7> 탄소배출량(서열값)과 관세율(Carbon emissions(ranked value) and tariff rate)

tariff_rate	(1)	(2)
coal_order	-4.521**	-4.723**
	(2.026)	(1.934)
constant	6.012***	6.170***
	(1.647)	(1.582)
Observations	245	245
Adjusted R-squared	0.003	0.000
year-fixed		0

주: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1, 괄호 안의 숫자는 군집강건 표준오차를 의미함.
Note: ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1, Robust standard errors are reported in parentheses.

V. 결 론

본 연구는 2021년부터 2023년까지 통계청의 산업연관표와 수입관세 데이터를 이용해 직접적 탄소배출량과 수입관세율 간의 관계를 분석하였고, 정치적 변수가 이 관계에 어떤 영향을 미치는지 분석하였다. 분석 결과, 탄소배출량이 높은 산업일수록 수입관세율이 낮은 것으로 나타나 수입 관세에 탄소배출에 대한 내재적인 보조금이 있는 것으로 나타났다. 그리고 이러한 관계는 산업 내 무역, 사양산업 여부, 그리고 전방산업에 의해 일부 설명되는 것으로 나타났다.

하지만 본 연구는 몇 가지 한계점을 갖고 있다. 우선 산업연관표를 이용해 분석한 대부분의 연구에서 지적인 바와 같이 산업연관표로부터 계산된 탄소배출량은 측정 오류를 포함할 수 있다. 통계 당국 담당자가 조사하고 판단하는 과정 그리고 선형 프로그램을 통해 조정하는 과정에서 데이터 자체에 오류가 있을 수 있다. 그리고 또 다른 종류의 오류는 화석 연료에 대해 지불하는 가격이 산업마다 다를 수 있다는 것이다. 따라서 화석 연료 투입에 대한 데이터가 절대적인 화석연료 투입량과 이에 따른 탄소배출량을 측정하기에는 한계가 있다. 그리고 본 연구에서는 전방산업인지를 총 생산 대비 중간재 사용 비율로 간단하게 측정하였는데, 추후 연구에서는 Antras and Chor(2013)에서 사용한 더 엄밀한 전방산업 측정 방법론을 이용해 전방산업 정도를 측정하면 결과의 강건성이 더 개선될 것으로 기대된다. 마지막으로 <표 2>의 기본 분석의 경우 연도, 상품 고정효과를 모두 포함한 경우에는 탄소배출량 계수가 통계적으로 유의하지 않게 나타난다. 이후 산업별 정치적 변수를 포함한 경우, 서열값을 이용해 분석한 경우에는 통계적 유의성을 갖지만, 관세율과 탄소배출량 간의 신빙성 있는 결과를 얻기 위해서는 추후 보다 풍부하고 세부적인 데이터를 이용한 분석이 필요해 보인다.

위 연구 결과는 환경정책과 무역정책이 상호 독립적이지 않다는 것을 보여준다. 특히 탄소배출이 많은 산업에 낮은 관세율이 적용된다는 점은 정치경제적으로 해석할 때, 해당 산업들이 강한 로비력과 정치적 영향력을 통해 정책결정 과정에 개입할 수 있다는 점을 보여준다. 즉, 환경규제 강화의 필요성이 높음에도 불구하고, 정치적 요인으로 인해 오히려 무역장벽이 완화된 구조가 형성될 수 있다는 것이다. 이는 환경정책의 실효성을 저해할 뿐 아니라, 국제무역 측면에서도 탄소누출(carbon leakage) 문제를 심화시킬 우려가 있다. 따라서 향후 무역 정책 설계에서는 환경적 외부효과를 고려한 무역정책 조정이 필요할 것으로 여겨진다.

투고 일자: 2025. 11. 13. 심사 및 수정 일자: 2026. 01. 14. 게재 확정 일자: 2026. 01. 14.

◆ 참고문헌 ◆

- Antras, P., and Chor, D. (2013), "Organizing the global value chain", *Econometrica*, 81(6), 2127-2204.
- Antweiler, W., Copeland, B. R., and Taylor, M. S. (2001), "Is free trade good for the environment?," *American Economic Review*, 91(4), 877-908
- Cadot, O., de Melo, J., and Olarreaga, M. (2004), "Lobbying, counterlobbying, and the structure of tariff protection in poor and rich countries," *The World Bank Economic Review*, 18(3), 345-366.
- Dean, J. (2002), "Does trade liberalization harm the environment? a new test," *Canadian Journal of Economics*, 35(4), 819-842.
- Diamond, P. A., and Mirrlees, J. A. (1971), "Optimal taxation and public production I: production efficiency," *American Economic Review*, 61(1), 8-27.
- Eiras, A. and Schaefer, B. (2001), "Trade: the best way to protect the environment," *Heritage Foundation backgrounder* no. 1480.
- Frankel, J. A., and Rose, A. K. (2005). "Is trade good or bad for the environment? Sorting out the causality," *Review of Economics and Statistics*, 87(1), 85-91.
- Gawande, K., Krishna, P., and Olarreaga, M. (2012). "Lobbying competition over trade policy," *International Economic Review*, 53(1), 115-132.
- Krugman, P. R. (1981). "Intraindustry specialization and the gains from trade", *Journal of Political Economy*, 89(5), 959-973.
- Shapiro, J. S. (2021). "The environmental bias of trade policy," *Quarterly Journal of Economics*, 136(2), 831-886.

〈부록 1〉 기초통계량(Descriptive statistics)

변수명	관측수	평균	표준편차	최대값	최소값
수입관세율	354	2.37	3	0.000	26
석탄, 석유 및 천연가스	283	1,425,739	10,900,000	0.000	128,434,314
산업 내 무역	289	0.68	0.210	0.040	0.991
생산량 변화율	274	-9.50674	41.143	-78.439	310.738
자산 대비 상용근로자수	270	1077.474	556.423	334.390	6,161.029
매출 대비 상용근로자수	270	0.00218	0.0005859	0.0002833	0.0049082
전방산업	293	0.794	0.233	0.056	1.344

〈부록 2〉 변수의 정의 및 출처(Definitions and sources of variables)

변수명	정의	출처
수입관세율	관세액/수입액	KOSIS, HS류별 관세실적
석탄, 석유 및 천연가스	석탄, 석유 및 천연가스 사용액	KOSIS, 생산자가격 기준 통합중분류 산업연관표
산업 내 무역	$1 - \frac{ x_i - m_i }{x_i + m_i}$	KOSIS, 생산자가격 기준 통합중분류 산업연관표
생산량 변화율	(2024년도 생산능력지수)-(2012년도 생산능력지수)/(2012년도 생산능력지수)	KOSIS, 광공업생산지수
자산 대비 상용근로자수	상용근로종사자수/자산	MDIS, 기업활동조사
매출 대비 상용근로자수	상용근로종사자수/매출금액영업수익	MDIS, 기업활동조사
전방산업	중간수요계/총산출	KOSIS, 생산자가격 기준 통합중분류 산업연관표

The Relationship between Carbon Emissions and Import Tariffs: Evidence from Korean Data

Hyelin Choi*

Abstract

This study analyzes the relationship between carbon emissions and import tariff rates using the Input - Output Tables and import tariff data from Statistics Korea for the years 2021 - 2023. The results show that industries with higher carbon emissions tend to have lower import tariff rates, and this negative relationship is partly explained by factors such as intra-industry transactions, declining sunset industries, and industry upstreamness. The inverse relationship between carbon emissions and import tariffs remains robust when the data are extended using rank values of carbon emissions.

KRF Classification : B030902, B071100, B030112

Key words : CO2 emissions, tariff rate, upstreamness

* Associate Professor, Department of Global Commerce, Soongsil University,
e-mail: hlchoi@ssu.ac.kr.

