

배출권거래제 참여기업들의 에너지 집약도 개선이 경영성과에 미치는 영향

모정윤

조선대학교 경제학과 부교수

Impact of energy intensity on financial performances for firms participating in the Korean Emission Trading Scheme

Mo, Jung Youn

Associate Professor, Department of economics, Chosun University, Gwangju, Korea

ABSTRACT

In 2020, Korea was the world's 12th-largest energy consumer and had the 30th-largest energy productivity (GDP divided by energy consumption) of the 35 OECD countries. In addition, the share of energy consumption in the industrial sector increased rapidly from 81 million TOE in 2013 to 102 million TOE in 2022, with an average annual growth rate of 3.1%. Here, energy efficiency improvement in the industrial sector was not as fast as that of most of the main industries. Therefore, it is essential to improve energy efficiency in highly energy-consuming industrial sectors. This study investigates the effect of energy intensity on a firm's performance and demonstrates how environmental policy affects energy intensity. This study also examines the relationship between energy intensity and financial performances of firms participating in the Korean Emission Trading Scheme (KETS) from 2011 to 2022. The results showed that improvement in energy intensity did not have a significant effect on the short-term financial performance of firms. However, it did have a significant effect on Tobin's Q. In addition, it was also tested whether the KETS is accelerating the impact of improved energy intensity on a firm's financial performance by inducing voluntary energy efficiency improvement technologies of market participants. Based on the estimation results, it is concluded that the current KETS is not accelerating the effect of energy intensity on a firm's short- and long-term financial performances. Based on the estimation results, this study suggests redesigning KETS so that the emission trading market can attract participants to develop various technologies related to voluntary energy efficiency improvement.

Key words : Energy Intensity, Emission Trading Scheme, Financial Performance, System GMM

1. 서론

우리나라는 2020년 기준 세계 12위의 에너지다소비 국가이나 GDP 대비 에너지소비량을 의미하는 에너지원단위 기준으로는 OECD 38개 국가 중 30위를 차지하며 에너지 집약도 개선이 정체되어 있다. 특히 산업 부문의 에너지 소비 비중은 2013년 기준 81백만TOE에서 2022년 기준 102백만TOE로 연평균 3.1%의 증가율로 빠르게 증

가하였고 주력 산업의 대부분이 에너지 다소비 업종으로 구성되어 있어 에너지 효율성 향상이 정체되어 있다. 정부는 지속적인 경제성장 및 에너지 소비 감소를 동시에 추진하기 위해 2019년 8월 '에너지 효율 혁신전략'을 확정·발표하였다. 동 전략의 주요 내용은 에너지 소비 부문별 효율 혁신, 시스템 구축을 통한 에너지 소비 최적화 및 연관 산업 육성 등으로 구성되어 있다. 추진 전략의 기본 목표는 건조한 경제성장을 지속적으로 달성하면서 동시

†Corresponding author : jymo@chosun.ac.kr (Department of Economics, Chosun University, Gwangju, 61452, Korea. Tel. +82-62-230-6825) ORCID [0000-0002-1258-7246](https://orcid.org/0000-0002-1258-7246) 모정윤

에 에너지 소비를 줄이는 효율 혁신을 통해 2030년 기준 최종에너지 소비 중 30백만TOE를 절감하는 것이다.

성장의 중요한 투입물 중 하나인 에너지소비를 줄이면서 경제성장을 지속하려면 에너지효율개선 관련 기술개발 및 생산 공정의 에너지관리시스템 고도화 등을 통해 산출물의 감소 없이 에너지 사용량을 감축하거나 산출물 증대와 에너지소비 감축을 동시에 달성하는 선진국형 에너지소비구조 개편이 필요하다. 이러한 에너지효율 혁신을 성공적으로 추진하기 위해서는 에너지소비 비중이 가장 높은 산업부문의 자발적이며 적극적인 에너지효율개선 노력이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 국내 배출권거래제 3차 계획기간에 참여하고 있는 총 687개 기업들을 대상으로 기업들의 에너지 집약도 개선이 기업들의 경영 성과에 미치는 효과를 살펴보고 특히 배출권거래제 도입 등의 환경 정책이 기업의 경영 성과에 어떤 영향을 미치는지를 실증 분석하고자 한다.

먼저 기업의 에너지 생산성 혹은 에너지 집약도와 기업의 경영 성과 간의 관계를 살펴본 선행 연구로는 Fan et al. (2017), Montalbano et al. (2022) 및 Kim (2022) 등이 존재한다. Fan et al. (2017)은 2010년부터 2014년까지의 중국 자료를 대상으로 에너지 효율성 향상이 기업의 총자산순이익률(Return on Asset, ROA) 및 자기자본순이익률(Return on Equity, ROE)에는 긍정적인 효과를 미치고 있지만 토빈의 Q에는 통계적으로 유의미한 영향이 존재하지 않는다는 결론을 도출하였다. Montalbano et al. (2022)은 World Bank Enterprise Survey (WBES) 자료를 기반으로 에너지 효율성과 기업의 생산성 간의 관계를 분석하였다. 그 결과 에너지 효율성 제고는 기업의 경영 성과에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 결론을 도출하였다. Kim (2022)은 에너지 사용량과 온실가스 배출량을 기반으로 도출된 환경 위험지표와 기업 성과 간의 관계를 분석하였다. 그 결과 기업의 경영 전략에 따라 환경 위험이 기업 성과에 미치는 영향이 상이하다는 시사점을 제시하였다.

또한 환경 정책과 경영 성과 간 관계를 분석한 연구로는 Na et al. (2013), Chan et al. (2013), Brouwers et al. (2018), Cho (2017), Hong and Ko (2020) 및 Kim and Jung (2022) 등이 존재한다. Na et al. (2013)은 에너지목표관리업체를 대상으로 기후변화 위험 요인과 기업가치의 관련성을 살펴보았다. 그 결과 에너지 사용량과 온실가스 배출량은 기업 가치에 부정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다. Chan et al. (2013)은 2005년에서 2009년까지 유

럽 연합의 배출권거래제 참여 기업 자료를 기반으로 EU ETS가 시장 참여 기업의 수익에 미치는 효과를 분석하였다. 동 연구는 산업별로 그 효과가 다르며 특히 시멘트, 철강 산업에서는 배출권거래제가 기업의 경영 성과에 통계적으로 유의미한 효과를 미치지 않는다는 점을 밝혀내었다. Brouwers et al. (2018)은 유럽 연합 자료를 활용하여 환경 정책이 항상 기업의 경영 성과에 부정적인 효과를 미치는 것은 아니라는 결론을 도출하였다. 즉, 기업의 탄소비용을 효율성 향상 및 소비자로의 비용 전가 등 다양한 방법으로 내재화 할 수 있는 경우는 배출권거래제 시행이라는 환경 규제가 경영 성과에 부정적인 영향을 미치지 않을 수 있다는 결론을 도출하였다. Cho (2017)은 2011년부터 2015년까지 국내 배출권거래제 참여 기업들을 대상으로 환경 성과와 기업의 수익성 관계를 분석하였다. 동 연구는 환경 성과 달성이 기업의 수익성 감소를 유발하지 않는다는 결론을 도출하였다. Hong and Ko (2020)는 에너지 집중도 및 온실가스 집중도가 기업 가치에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과 에너지사용원단위 및 온실가스배출원단위 모두 기업 가치에 부정적인 영향을 미친다는 결론을 도출하였다. Kim and Jung (2022)은 국내 배출권거래제 참여기업의 자료를 기반으로 배출권거래제 계획 기간별 환경 정책이 기업의 수익성에 미치는 효과를 분석하였다. 그 결과 배출권 할당 방식 및 기업의 특성에 따라 환경 정책 시행에 따른 기업의 수익성 효과가 다르게 나타날 수 있다는 시사점을 밝혀내었다.

기업의 에너지 생산성 및 환경 정책과 경영 성과 간의 관계를 분석한 선행 연구들은 두 설명 변수의 효과를 독립적으로 분석하였다. 그러나 배출권거래제와 같은 환경 정책이 효율적으로 설계 운영될 경우 환경 정책의 영향을 받는 기업들은 온실가스 감축 및 에너지 효율 향상과 관련된 다양한 기술개발을 통해 환경 비용을 내재화하고 장기적으로 기업의 경영 성과를 제고하려는 전략을 수립한다. 즉, 잘 설계된 배출권거래제는 참여 기업들의 기술 혁신을 유인하여 장기적으로 기업들의 매출액 대비 에너지 사용의 효율성을 증가시킬 수 있다. 결국 환경 정책은 기업들의 자발적인 에너지 집약도 제고를 유인하고 이를 통하여 에너지 효율 향상이 기업의 경영 성과에 미치는 직접 효과와 더불어 기업의 경영 성과 제고를 보다 가속화시키는 간접적인 효과를 추가적으로 유인할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 배출권거래제 참여 기업들을 대상으로 에너지 집약도가 경영 성과에 미치는 효과와 더불어 배출권거래제 시행이라는 정책 변수가 에너지 집약도

향상을 통한 기업경영 성과 제고를 가속화 하고 있는지를 실증 분석 하고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제 2절에서는 국내 배출권거래제 참여 기업들의 통계 자료 및 분석 모형을 소개한다. 제 3절에서는 에너지 집약도 및 환경 정책과 기업의 경영 성과 간의 관계를 실증 분석하고, 제 4절에서는 기업의 경영 성과 제고를 위한 정책적 방안 및 시사점 등을 도출하였다.

2. 연구자료 및 방법

2.1. 분석 자료

본 연구의 분석에 사용한 배출권거래제 제3차 계획기간 참여 기업들의 2011년부터 2022년까지의 연도별 탄소배출량은 배출권등록부시스템(ETRS) 통계 자료 중 인증배출량 자료를 사용하였다. 참여 기업들의 연도별 에너지 사용량은 온실가스종합정보센터(GIR)의 자료를 활용하였다. 관련 기업들의 연도별 매출액, 노동자수, 자본, 연구개발투자액 및 부채 등의 기업 자료는 KISVALUE 데이터베이스를 기반으로 획득하였다. Table 1에는 배출권 거래제 참여 기업들의 연도별 에너지 집약도 및 R&D 집약도에 해당하는 자료들의 연도별 추세가 정리되어 있다.

본 연구에서는 에너지 집약도를 배출권거래제 참여 기업들의 에너지 소비량을 매출액으로 나눈 값으로 정의한다. 즉, 매출 대비 기업의 에너지 소비량을 평가하여 기업의 생산액을 고려한 상태에서 기업의 에너지 소비량이 상대적으로 높을 경우 에너지 집약도가 높다고 판단한다. Fig. 1은 에너지 소비량을 총 매출액으로 나누어 도출된 에너지 집약도의 연도별 추세를 요약하고 있다, Fig. 1을 살펴보면 배출권거래제 참여기업들의 에너지 집약도는 비슷한 수치를 유지하다가 2016년 및 2021년도에 큰 폭으로 상승하고 있음을 알 수 있다. 2016년도의 에너지 집약도 상승은 해당 연도 조선, 철강, 정유 및 디스플레이 산업 등 주요 제조업의 수출 부진 및 석유화학 업종의 수출단가 하락 등으로 인한 배출권거래제 참여 기업들의 매출액 급감에 기인한다. 2021년도의 경우 자동차 산업의 내수 부진 및 정유 산업의 수출 부진 등으로 인해 해당 연도 기업들의 매출액 감소가 발생하여 에너지 집약도가 대폭 상승하였다. 연구개발비 집약도는 배출권거래제 기업들의 연도별 연구개발비 투자액을 매출액으로 나눈 것으로 정의되며 연도별 추세를 살펴보면 2020년까지 증가하

Table 1. The trend of data

	Energy intensity	R&D intensity
2011	0.176	0.009
2012	0.151	0.009
2013	0.265	0.056
2014	0.234	0.012
2015	0.222	0.010
2015	0.568	0.014
2017	0.197	0.012
2018	0.222	0.011
2019	0.201	0.013
2020	0.201	0.017
2021	1.580	0.012
2022	0.148	0.012

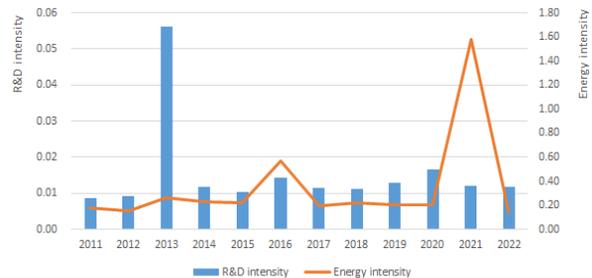


Fig. 1. The trends of the energy intensity and R&D intensity

는 추세를 보이다가 이후 감소하고 있음을 알 수 있다. 2013년도 높은 연구개발비 집약도는 해당 연도 반도체산업에서의 시스템 반도체 분야 연구개발비 투자의 대폭 증가에 기인한다.

Table 2는 분석 자료의 분포, 산업별 에너지 집약도 및 장·단기 경영성과 지표 등이 요약되어 있다. 가장 많은 기업들이 일반산업(15.72%)에 종사하고 있으며 다음으로 석유화학(11.06%) 및 폐기물 산업(10.92%)에 많은 기업들이 종사하고 있다. 산업별 에너지 집약도를 살펴보면 산업단지의 에너지 집약도가 가장 높으며 다음으로 일반산업, 에너지, 정유 및 철강 산업 등이 에너지 집약도가 높은 산업으로 분석되었다. 총자산순이익률(Return on Asset, ROA), 자기자본순이익률(Return on Equity, ROE) 및 토빈의 Q는

Table 2. Sample composition

	Number of firms	Energy intensity	ROA	ROE	Tobin's q
Building	39 (5.68%)	0.235	2.174	3.727	0.674
Mining	6 (0.87%)	2.120	2.701	4.642	0.579
Machine	10 (1.46%)	0.343	1.546	1.985	0.883
Display	2 (0.29%)	0.520	1.908	1.872	0.781
Wood/Timber	5 (0.73%)	1.330	1.987	3.592	0.684
Semiconductor	18 (2.62%)	0.401	2.596	0.062	0.900
Energy/generation	14 (2.04%)	6.280	2.282	5.310	0.614
Nonferrous metals	22 (3.20%)	0.557	3.441	3.861	0.821
General industry	108 (15.72%)	12.700	3.462	-1.592	0.892
Production complex	14 (2.04%)	25.500	2.126	-5.504	0.573
Petrochemicals	76 (11.06%)	1.630	6.001	5.942	0.923
Textile/apparels	9 (1.31%)	0.748	1.494	11.340	0.586
Water	2 (0.29%)	3.190	16.997	28.770	0.322
Transportation	57 (8.30%)	1.070	-0.727	-19.567	0.855
Cement	18 (2.62%)	1.190	1.609	23.615	0.795
Ceramics	5 (0.73%)	2.540	3.459	-10.394	0.557
Glass	15 (2.18%)	1.070	5.737	7.447	0.686
Food	22 (3.20%)	2.320	2.531	4.139	0.530
Automobile	26 (3.78%)	0.271	0.847	1.423	0.400
Electronics	25 (3.64%)	0.330	0.881	-89.541	0.834
Energy/transition	10 (1.46%)	0.308	2.296	-0.610	1.074
Refinery	4 (0.58%)	5.810	0.477	-20.337	0.679
Pulp/paper	33 (4.80%)	0.323	5.547	11.860	0.749
Shipbuilding	5 (0.73%)	1.180	3.747	-1.073	0.622
Complex energy	17 (2.47%)	0.100	-1.413	-37.774	0.835
Steel/metals	33 (4.80%)	3.870	-0.620	2863.666	0.845
Telecommunications	5 (0.73%)	1.150	2.125	-14.223	0.653
Waste	75 (10.92%)	0.137	2.995	6.458	0.824
Aviation	4 (0.58%)	0.894	3.126	15.477	0.803
Others	8 (1.16%)	0.727	1.751	4.924	1.008

Table 3. Descriptive statistics

Variables	Mean	Std.dev	Min	Max	Skewness	Kurtosis
ROA	2.90	14.18	-493.50	338.44	-0.051	3.994
ROE	78.67	6620.83	-19167.81	536165.30	0.807	65.343
Tobin's Q	0.80	0.69	0.00	12.83	0.057	0.609
Energy intensity (TJ/Ten Million won)	3.76	114.00	0.00	0.00	0.704	51.291
Capital intensity	7.37	797.92	-42107.63	41787.28	0.029	24.459
Debt ratio	13.25	2093.69	-123329.80	94389.32	-0.194	25.334
Labor	2000.72	6743.65	1.00	121000.00	0.093	1.181
R&D intensity	0.02	0.17	0.00	8.13	0.462	21.911
Age	27.40	19.14	1.00	92.00	0.006	0.024

Table 4. Correlation matrix

	lnROA	lnROE	Intq	lnEI	lnCAI	lnDebt	lnLabor	lnRD	lnAge
lnROA	1.00								
lnROE	0.91***	1.00							
Intq	-0.08***	0.09***	1.00						
lnEI	-0.03	0.03	-0.18***	1.00					
lnCAI	-0.01	-0.27***	-0.24***	0.12***	1.00				
lnDebt	-0.91***	-0.71***	0.29***	0.03**	-0.21***	1.00			
lnLabor	-0.02	-0.07***	0.30***	-0.55***	-0.04***	0.03**	1.00		
lnRD	0.06**	0.06***	0.15***	0.00	0.11***	-0.05**	0.18***	1.00	
lnAge	-0.01	-0.11***	0.09***	-0.16***	0.05***	-0.05***	0.26***	-0.05	1.00

** and *** denotes significant correlation at a 5% and 1% level significance.

본 연구에서 기업의 경영성과를 대표하는 종속변수로 사용하였다. 먼저 ROA는 당기순이익을 총자산으로 나눈 지표로 기업이 얼마나 자산을 효율적으로 운용했는지를 나타내는 지표이다. ROE는 당기순이익을 자기자본으로 나눈 지표로써 해당 기업이 자본을 얼마나 효율적으로 활용하여 이익을 창출하였는지를 의미하는 지표이다. 마지막으로 토빈의 Q는 기업의 시가총액을 유동자산으로 나눈 지표로써 기업의 미래 성장 가능성을 평가할 수 있으므로 기업의 경영성과 지표 중 장기 성과를 의미하는 지표로 사용된다. Table 2의 토빈의 Q를 살펴보면 관측 기간 중 에너지 부문 전환, 석유 화학 및 반도체 산업 등이 장기 성과 지표가 우수한 산업으로 분석되었다.

본 연구에서는 모든 자료를 로그 변환하여 사용하였고 자료들의 기초 통계량과 상관관계 분석 결과는 Table 3 및 Table 4에 정리되어 있다. Table 4의 결과를 살펴보면 에너지 집약도는 경영성과 지표 중 토빈의 Q 지표와 통계적으로 유의미한 음의 상관관계가 존재하고 있음을 알 수 있다.

2.2. 분석 모형

배출권 거래제 참여 기업들을 대상으로 에너지 집약도가 기업의 경영 성과에 미치는 효과를 분석하기 위해 본 연구에서는 모형에 사용한 변수들을 모두 로그 변환하여

아래의 식 (1)과 같은 불균형 패널 모형(Unbalanced Panel Model)을 구성하였다.

$$\begin{aligned} \ln FP_{it} = & \alpha + \beta_1 \ln FP_{it-1} + \beta_2 \ln ei_{it-1} + \beta_3 \ln cai_{it} + \beta_4 \ln debt_{it} \\ & + \beta_5 \ln labor_{it} + \beta_6 \ln R\&D_{it} + \beta_7 \ln R\&D_{it-1} + \beta_8 \ln age_{it} \\ & + \beta_9 (\ln ei_{it-1} * Phase1) + \beta_{10} (\ln ei_{it-1} * Phase2) \\ & + \beta_{11} (\ln ei_{it-1} * Phase3) + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

위의 식 (1)에서 $\ln FP_{it}$ 는 종속변수로써 t 기 i 기업의 경영 성과를 대리하는 지표를 의미한다. 본 연구에서는 세 가지의 경영성과를 대표하는 지표들을 사용하였는데 당기순이익을 총자산으로 나눈 ①총자산순이익률(Return on Asset, ROA)의 로그 변환값, 자기자본 대비 당기순이익을 의미하는 ②자기자본순이익률(Return on Equity, ROE)의 로그 변환값 및 기업의 시장가치를 대체 비용으로 나눈 ③토빈의 Q의 로그 변환값을 사용하였다. 토빈의 Q는 기업 가치의 미래 성장에 대한 시장의 기대가 반영되어 있으므로 동 연구에서 해당 지표는 장기적 관점에서의 기업 경영성과를 대리하는 지표로 사용하고 ROA와 ROE는 기업의 단기적 경영성과로 분류하였다. $\ln ei_{it-1}$ 는 t-1 기의 i 기업의 에너지 집약도의 로그변환값을 의미하고 있으며 기업의 에너지 소비량을 매출액으로 나눈 것으로 정의된다. 에너지 집약도는 기업의 에너지 생산성을 대리하는 설명변수로써 일반적으로 기업들의 에너지 생산성 제고는 경영 성과에 즉각적으로 영향을 미치지 않는다. 즉, 에너지 생산성 제고에 따른 비용 감축 및 총 생산성 제고에 의한 경영 성과 개선의 효과가 나타나기까지는 시차가 존재한다. 따라서 동 연구에서는 당해 연도의 에너지 집약도가 아니라 전기의 에너지 집약도를 설명변수로 사용하였다. 또한 Phase1, Phase2 및 Phase 3은 배출권거래제 도입(2015년), 시행(2018년) 및 본격 시행(2020년) 등의 환경 정책이 기업의 에너지 집약도가 경영성과에 미치는 효과를 가속화 하였는지를 살펴보기 위해 설정한 정책 가변수이다. Phase 1은 2015년 이전에는 0, 그 이후는 1을 의미하며 Phase 2는 2018년 이전에는 0, Phase 3은 2020년 이전에는 0 그 이후는 1을 의미한다. 만약 배출권거래제가 효율적으로 설계·운영되고 있다면 배출권거래제가 참여 기업들의 온실가스 감축 및 에너지 효율성 제고를 위한 기술개발 의지를 촉진하여 에너지 집약도 감소가 기업의 경영성과 제고에 미치는 효과를 가속화 할 수 있을 것이라고 가정하였다. 기업의 연령($\ln age$)의 로그 변환값,

기업 규모($\ln labor$)의 로그 변환값, 총 매출액 대비 연구개발비투자 비율($\ln rd$)의 로그 변환값, 자본 집약도($\ln cai$)의 로그 변환값 및 부채 비율($\ln debt$)의 로그 변환값 등 개별 기업의 특성을 나타내는 다양한 설명변수들을 동 모형에 포함하여 기업 특성을 통제하였다. 마지막으로 μ_i 는 시간의 흐름에 따라 변하지 않는 i기업 고유의 특성을 의미하며 η_t 는 시간의 흐름에 따른 오차항, ε_{it} 는 잔차항을 의미한다.

동 모형에는 전기의 경영 성과 지표가 설명변수로 사용되고 있음에 따라 시차 종속변수와 오차항 사이에 상관관계가 발생하는 내생성 문제가 존재한다. 따라서 OLS (Ordinary Least Squares) 추정치는 편의가 발생하게 되어 동 연구에서는 식 (1)의 수준 방정식과 식 (2)의 1차 차분 방정식을 결합한 시스템 GMM (System Generalized Method of Moments)을 적용하였다. 시스템 GMM은 모형 추정 시 종속 변수의 수준 변수와 더불어 차분 변수의 과거값을 추가적인 도구변수로 사용하여 내생성을 효과적으로 통제할 수 있는 장점이 존재한다.

$$\begin{aligned} \Delta \ln FP_{it} = & \alpha + \beta_1 \Delta \ln FP_{it-1} + \beta_2 \Delta \ln ei_{it-1} + \beta_3 \Delta \ln cai_{it} \\ & + \beta_4 \Delta \ln debt_{it} + \beta_5 \Delta \ln labor_{it} + \beta_6 \Delta \ln R\&D_{it} \\ & + \beta_7 \Delta \ln R\&D_{it-1} + \beta_8 \Delta \ln age_{it} + \beta_9 (\Delta \ln ei_{it-1} * Phase1) \\ & + \beta_{10} (\Delta \ln ei_{it-1} * Phase2) + \beta_{11} (\Delta \ln ei_{it-1} * Phase3) \\ & + \Delta \eta_t + \Delta \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

3. 추정 결과

배출권거래제 제3차 계획 기간에 참여하는 총 687개의 기업들을 대상으로 기업의 경영 성과에 영향을 주는 요인들의 효과를 분석한 결과는 Table 5에 요약되어 있다. Table 5의 분석 결과를 살펴보면 에너지 집약도는 단기 성과 지표를 대표하는 ROA와 ROE에는 통계적으로 유의미한 영향이 존재하지 않는다는 결론이 도출되었다. 반면 기업의 미래 성장 가치가 반영되어 장기 성과 지표를 대표하는 토빈의 Q의 경우 개별 기업의 에너지 집약도가 감소할 경우 통계적으로 유의미하게 경영 성과를 제고하는 효과가 존재한다. Table 5의 추정 결과를 기반으로 기업의 에너지 집약도가 1% 감소할 경우 토빈의 Q는 0.165% 증가한다는 결론이 도출되었다. 분석 결과 에너지 집약도는 ROA 및 ROE와 같은 기업의 단기 경영 성과에는 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않으나 장기 경영 성과를

Table 5. Effects of energy intensity on the firms financial performances based on system GMM estimation

variables	lnROA	lnROE	Intq
lnROA _{t-1}	0.008 (0.011)		
lnROE _{t-1}		0.012 (0.016)	
Intq _{t-1}			0.136 (0.140)
lneci _{t-1}	-0.034 (0.041)	0.061 (0.068)	-0.165*** (0.058)
lncai	-0.545*** (0.102)	-0.897*** (0.137)	-0.372** (0.153)
lndebt	-0.879*** (0.023)	-0.814*** (0.041)	0.004 (0.022)
lnlabor	-0.137 (0.199)	0.012 (0.329)	-0.370 (0.310)
lnrd	0.016 (0.013)	0.026 (0.021)	-0.025 (0.034)
lnrd _{t-1}	0.011 (0.020)	0.003 (0.029)	0.007 (0.027)
lnage	-0.122 (0.169)	-0.391 (0.232)	0.072 (0.286)
lneci _{t-1} *Phase1	0.005 (0.030)	-0.024 (0.050)	0.039 (0.047)
lneci _{t-1} *Phase2	-0.030 (0.046)	-0.042 (0.064)	-0.015 (0.061)
lneci _{t-1} *Phase3	-0.024 (0.041)	-0.016 (0.059)	0.018 (0.053)
Constant	0.730 (5.334)	5.205 (7.439)	1.017 (14.439)
Year effect	YES	YES	YES
Industry effect	YES	YES	YES

*, **, *** Significance at 10%, 5% 1% respectively. The parentheses () denote standard error.

대표하는 토빈의 Q 지표의 제고에는 유의미한 음의 관계를 미치고 있음을 알 수 있다.

에너지 집약도 제고가 기업의 경영 성과에 미치는 직접 효과는 식 (2)의 β_3 회귀 계수에 대한 t-test를 통해서 검정할 수 있다. 이와 더불어 동 연구에서는 배출권거래제가 참여 기업들의 에너지 효율 제고 관련 기술 개발을 촉진하여 해당 기업의 에너지 생산성 제고를 유도하고 장기적으로 에너지 집약도 감소의 효과가 기업의 경영 성과 제고를 보다 가속화 하고 있는지를 아래의 제약식 테스트를 통해 검정하였다. 만약 아래의 식 (3)의 귀무 가설이 채택된다면 배출권거래제로 인해 기업들이 자발적으로 에너지 집약도 제고를 실현하여 에너지 집약도 개선이 기업의 경영성과 제고에 미치는 추가적인 효과가 통계적으로 유의미하지 않기 때문에 해당 환경 정책 도입을 통한 에너지 집약도 개선이 기업의 경영성과 제고를 가속화하고 있지 않다는 결론이 도출된다.

$$H_0 : \beta_9 = \beta_{10} = \beta_{11} = 0 \quad (3)$$

검정 결과는 Table 6에 요약되어 있다. 검정 결과를 살펴보면 세 가지 경영 지표 모형 모두에 대해 귀무가설이 채택되어 배출권거래제를 통한 에너지 집약도 감소가 기업의 장단기 경영성과 제고에 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

마지막으로 시스템 GMM의 강건성을 살펴보기 위해 도구변수 집합의 타당성 및 오차항의 자기 상관 여부를 각각 Hansen test 및 Arellano-Bond test를 통해 검정하였다. Table 7의 Hansen test 결과를 살펴보면 세 가지 지표의 추정 모형 모두 도구변수의 집합이 타당하다는 귀무가설을 1% 유의수준 하에서 채택하고 있다. 또한 Arellano-Bond test 결과는 1차 차분된 오차항은 자기상관이 존재하나 2차 차분된 오차항은 자기 상관이 없다는 결론이 도출되었다.

Table 6. F-test result

Dep. variable	Null hypothesis	F	Prob > F	Decision
lnROA	$H_0: \beta_9 = \beta_{10} = \beta_{11} = 0$	0.14	0.9333	Accept H0
lnROE	$H_0: \beta_9 = \beta_{10} = \beta_{11} = 0$	0.59	0.6209	Accept H0
Intq	$H_0: \beta_9 = \beta_{10} = \beta_{11} = 0$	0.61	0.6062	Accept H0

Table 7. Results of over identification and error term autocorrelation tests

Dep variable	Hansen test	Arellano-bond test	
	null hypothesis: the instruments are valid	null hypothesis: no autocorrelation of order 1	null hypothesis: no autocorrelation of order 2
lnROA	24.36 Prob > chi2 = 0.755	-1.78 Pr > z = 0.074	-1.22 Pr > z = 0.224
lnROE	23.65 Prob > chi2 = 0.746	-1.91 Pr > z = 0.056	-0.24 Pr > z = 0.809
Intq	21.93 Prob > chi2 = 0.823	-1.72 Pr > z = 0.085	-1.61 Pr > z = 0.107

4. 결론 및 시사점

본 연구에서는 2011년부터 2022년까지 배출권거래제3차 계획기간의 모든 참여 기업 자료를 기반으로 해당 기업의 에너지 집약도 개선이 경영 성과에 미치는 효과를 분석하였다. 그 결과 에너지 집약도 개선은 기업들의 단기 경영 성과에는 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않지만 기업의 장기 경영 성과를 대리하는 토빈의 Q에는 유의한 효과가 존재한다는 결론을 도출하였다. 에너지 집약도 및 온실가스 집약도 등 기업의 환경 성과가 기업 가치에 미치는 직접적인 효과를 분석한 선행 연구들은 존재하나 환경 정책이 기업들의 에너지 집약도 개선 의지를 보다 가속화하여 장기적으로 에너지 집약도 개선을 통한 기업 가치가 제고되는 간접적인 경로가 존재하는지에 대해서는 정교하게 실증 분석된 선행연구는 미비하다. 따라서 본 연구에서는 배출권거래제가 시장 참여자들의 자발적인 에너지 효율 향상을 유인하여 에너지 집약도 개선이 경영 성과 제고에 미치는 효과를 가속화하고 있는지를 추가적으로 검증하였다. 그 결과 국내 배출권거래제는 에너지 집약도가 기업의 경영 성과 제고에 미치는 효과를 가속화하고 있지 않다는 시사점을 도출하였다. 즉, 국내 배출권거래제는 시장 참여자들의 자발적인 에너지 효율 향상 관련 기술개발을 촉진하고 있지 않으며 현재 배출권 시장은 동태적 효율성이 낮은 상태라는 결론을 도출하였다.

따라서 배출권거래제 참여 기업들은 경영 성과 개선을 위한 전략을 수립 시 생산 공정 및 에너지소비단계에서의 에너지효율 개선 기술의 개발 및 도입을 적극적으로 추진하여 장기적으로 에너지 집약도 개선을 통한 경영 성과 제고 전략을 수립하여야 한다. 정부는 배출권거래제가 참여자들의 자발적인 에너지 효율 향상과 관련된 다양한 기술 개발을 유인할 수 있도록 배출권 시장의 설계 및 운영의 변화를 검토할 필요가 있다. 먼저 배출권 유상 할당의 비중을 대폭 상향하여 에너지 효율 향상과 관련된 기업들의 혁신활동을 촉진하여 생산 공정에 관련 기술들을 빠르게 도입하려는 유인을 가속화해야 한다. 중장기적으로 산업구조개편 및 고도화전략을 수립 시 현재의 에너지다소비 산업구조를 전환하여 산업별 구체적인 생산 공정의 전환 및 에너지소비 효율성 제고를 위한 다양한 세부 전략을 도출하고 추진하여야 한다.

본 연구는 아래와 같은 한계가 존재한다. 첫째, 배출권거래제 참여 기업들의 경영 성과에 영향을 미치는 환경 지표로서 에너지 집약도 외에 다양한 요인들을 모두 고려하지 못하였다. 기업의 매출액 대비 탄소 배출량을 의미하는 탄소 집약도나 탄소 감축 및 에너지 효율 향상 분야 기술개발에 투자된 녹색 연구개발투자액 등의 자료 확보가 가능할 경우 다양한 설명 변수들을 모형에 추가하여 정밀한 분석을 실시할 경우 보다 풍부한 정책적 시사점 도출이 가능할 것이다. 둘째, 에너지 집약도가 배출권거래제 참여 기업의 경영 성과 개선에 미치는 효과는 산업별로 다르게 나타날 수 있다는 점이다. 그러나 동 연구에서는 전체 참여 기업들만을 대상으로 에너지집약도가 경영 성과에 미치는 효과를 분석하였기 때문에 후속 연구로 세부 산업별 특성을 반영한 업종별 모형을 구축 후 분석의 결과를 비교해볼 경우 보다 구체적인 산업별 경영 전략이 도출될 것으로 기대된다.

사사

이 논문은 2023학년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음

References

Brouwers R, Schoubben F, Van Hulle C. 2018. The influence of carbon cost pass through on the link between

- carbon emission and corporate financial performance in the context of the European Union emission trading scheme. *Bus Strategy Environ* 27(8): 1422-1436. doi: 10.1002/bse.2193
- Chan HS, Li S, Zhang F. 2013. Firm competitiveness and the European Union emissions trading scheme. *Energy Policy* 63: 1056-1064. doi: 10.1016/j.enpol.2013.09.032
- Cho S. 2017. The effect of environmental performance on the profitability of enterprise (in Korean with English abstract). *J Environ Policy Adm* 25(2): 87-105. doi: 10.15301/jepa.2017.25.2.87
- Fan LW, Pan SJ, Liu GQ, Zhou P. 2017. Does energy efficiency affect financial performance? Evidence from Chinese energy-intensive firms. *J Clean Prod* 151: 53-59. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.03.044
- Hong S, Ko Y. 2020. An analysis of the impact of climate change risk factors on corporate value (in English with Korean abstract). *J Humanit Soc Sci* 21 11(6): 33-44. doi: 10.22143/HSS21.11.6.3
- Kim SH, Jung YK. 2022. Effects of ETS on firms' financial performances: Effects of the types and methods of ETS allocation by plan period (in Korean with English abstract). *J Tax Account* 23(5): 235-266.
- Kim Y. 2022. Environmental risk, firm performance, and business strategy (in Korean with English abstract). *Korean Account J* 31(6): 51-73. doi: 10.24056/KAJ.2022.08.004
- Montalbano P, Nenci S, Vurchio D. 2022. Energy efficiency and productivity: A worldwide firm-level analysis. *Energy J* 43(5): 93-116. doi: 10.5547/01956574.43.5.pmon
- Na Y, Kim MS, Jang JI. 2013. An empirical analysis on the value relevance of risk factors and opportunity factors under coping with climate change and management of energy (in Korean with English abstract). *Korean Manag Rev* 42(5): 1403-1435.