

한국 탄소배출권시장 가격결정체계의 학습효과 연구[†]

손동희* · 전용일**

요약 : 2015년 1월부터 시행된 시장기반 온실가스감축수단인 한국 탄소배출권시장의 가격결정체계에 2차 이행연도로의 진행과정에서 발생하는 학습효과에 대하여 고찰한다. 분석결과, 1차와 2차 이행연도 간에 차이점이 존재하는 것으로 추정되었다. 장내요인의 경우, 2차 이행연도에서는 1차 이행연도에서 추정되지 않았던 KCU와 KOC 가격-거래량 변수가 유의하게 추정되었다. 또한, 대내외 경제상황 변수의 경우, 1차 이행연도에서는 모든 변수들이 유의하지 않았으나, 2차 이행연도에서는 금리, 환율, 주가변수에서 통계적 유의성이 확보되었다. 이는, 1차에서 2차 이행연도로 진행하면서 시장운영자인 정부와 시장참여자인 기업들이 1차 이행연도에서의 경험과 지식을 바탕으로 2차 이행연도에서의 배출권 관련 의사결정을 보다 효율화하는 학습효과에 기인한다. 한편, 중점분석대상인 KAU15와 KAU16 가격에 대하여 공통적으로 유의미한 설명변수로는 각 배출권의 이행연도 이듬해 2월과 3월의 명세서 작성 및 제출에 대한 제도이항 변수가 존재하였다.

주제어 : 배출권, 학습효과

JEL 분류 : C22 , D4 , Q51

접수일(2018년 6월 8일), 수정일(2018년 9월 3일), 게재확정일(2018년 10월 2일)

[†]본 논문은 제1저자 손동희의 박사 학위논문의 일부를 발췌·보완한 것이다. 본 논문이 질적으로 향상될 수 있도록 유익한 심사평을 해주신 익명의 심사위원 두 분께 감사드린다.

* 성균관대학교 경제학과, 초빙교수, 제1저자(e-mail: sondong20@naver.com)

** 성균관대학교 경제학과, 교수, 교신저자(e-mail: yjeon@skku.edu)

Learning-by-doing Effect on Price Determination System in Korea's Emission Trading Scheme[†]

Donghee Son* and Yongil Jeon**

ABSTRACT : We analyze the learning-by-doing effects of the allowance pricing system on the Korea's emission trading scheme. The price of allowance (Korean Allowance Unit) is influenced differently by internal market factors and economic conditions variables in the first (January 2015 to June 2016) and the second commitment year(January 2016 to June 2017). The prices and transaction volumes of complementary credits (KCU and KOC) as well as economic conditions variables (such as call rate, exchange rate, stock price) are statistically significant only for the second commitment year. Thus, the learning-by-doing effect makes the market participation decision on K-ETS market more efficient in the second commitment year, adopting the previous experience and knowledge in the K-ETS market. The factors estimated significantly in both commitment periods include the institutional binary variable for requiring the submission of the emissions verification reports issued both on February and March.

Keywords : Carbon Emissions Right, Learning-by-doing effect

Received: June 8, 2018, Revised: September 3, 2018, Accepted: October 2, 2018.

[†] This paper extracts and supplements a part of Donghee Son 's doctoral dissertation. The authors are grateful to three anonymous referees for useful suggestions.

* Lecturer, Department of Economics, Sungkyunkwan University, First author(e-mail: sondong20@naver.com)

** Full Professor, Department of Economics, Sungkyunkwan University, Corresponding author(e-mail: yjeon@skku.edu)

I. 서론

인류의 경제성장을 위한 에너지조달은 화석연료를 중심으로 이루어져왔다. 그러나 화석연료 사용에 기초한 경제성장이 지속될 경우, 인위적인 탄소배출로 인해 폭염, 가뭄, 홍수, 해수면 상승 등 인류의 존립에 치명적인 악재가 발생할 것으로 예상된다. 이에, 21세기 들어 환경보전과 기후변화대응이 전 지구적 과제로 급격히 대두되면서, 탄소배출규제를 중심으로 범국가적인 기후변화 대응노력이 이루어지고 있다. 1992년 6월 리우환경회의에서 기후변화에 관한 유엔 기본협약(UNFCCC; United Nations Framework Convention on Climate Change)을 채택하여 협약 당사국의 의무사항을 구성하였고, 이후 2005년 2월 발효된 교토의정서에서는 UNFCCC와 관련한 구체적인 시행지침을 마련하였다. 이 때 제안된 유연성기제 가운데 하나로 배출권 거래제도(ETS; Emissions Trading System)가 있다.¹⁾

탄소배출규제에 대한 대표적인 정책으로는 탄소세와 같이 세제신설을 통한 규제와 배출권거래제와 같은 시장기반규제가 존재한다. 이 중, 배출권거래제는 환경정책을 시장에서 구현하는 양적규제(cap-and-trade)의 일환으로서, 탄소세와 같은 직접규제에 비해 정책적 유연성과 효율적 온실가스 배출 저감에 기여할 수 있도록 고안된 제도이다. 탄소세 부과와 같은 경우에는 탄소배출원에 대한 규명부터 배출량까지 과세기반에 대한 모든 정보를 과세당국에서 보유하고 있어야 하며 경기상황의 변동에 따른 세율조정도 지속적으로 수반되어야 한다. 하지만, 배출권거래제의 경우, 배출권 발행량(할당량)을 통해 배출총량에 대한 직접적인 통제가 가능하며 시장참여자들의 수급요인에 따라 배출총량 내에서 비용효과적이고 탄력적인 배출저감활동에 이바지할 뿐만 아니라, 저탄소기술개발의 유도가 가능하다는 점 등 다양한 장점이 존재한다.

우리나라에서도 기후변화대응이라는 세계적인 추세에 발맞추어 신성장기조로 2008년 저탄소 녹색성장을 설정하였고, 2010년 1월 저탄소녹색성장기본법을 제정하면서, 우리나라에서의 배출권 거래에 대한 법적 근거(동법 제46조)를 마련하게 되었다. 이에 기초하여, 2012년에는 온실가스 배출권 할당 및 거래에 관한 법률을 제정하였고, 2014

1) 2011년 11월 남아프리카공화국 더반에서 개최된 기후변화회의에서는 교토의정서의 효력을 2020년까지 지속하기로 합의하였다.

년에는 배출권거래제 기본계획과 국가배출권 할당계획을 순차적으로 수립하였다. 이 과정에서 2014년 1월 한국거래소를 배출권 거래소로 지정·공고하였으며, 1차 계획기간(2015년~2017년) 배출권 할당을 통해 2015년 1월 12일부터 실질적인 배출권 거래를 시행하고 있다.²⁾

그러나 2015년부터 2017년 12월 현재까지 우리나라의 배출권시장현황을 살펴보면, 매도부족에 기인한 배출권 수요-공급 상의 미스매치로 인해 특정기간을 제외한 대부분의 거래일에서 매매가 일어나지 않고 있다. 특히, 이 같은 상황 하에서 배출권 가격의 급격한 상승이 감지되는 특이한 시장행태가 지속적으로 발생하고 있다. 또한, 배출권가격은 기세제도³⁾가 적용되고 있어 거래가 이루어지지 않을 경우에도 종가가 결정된다. 따라서 거래가 이루어지지 않는 상황에서는 수요-공급에 따른 배출권의 균형가격이 아닌 기세에 따른 가격형성이 이루어지게 된다. 물론, 기세제도 하에서의 배출권 가격도 배출권 시장의 흐름을 관찰하는데 있어 의미가 존재하나, 거래가 거의 발생하지 않는 현 상황 하에서는 가격의 신호기능(signal effect)을 기대하기 어렵다. 배출권거래제는 시장기반 규제이며, 시장형성과 운영에 중요한 요인이 가격이므로, 가격의 신호기능이 제대로 작동하지 못할 경우 시장의 효율성이 담보되기 어렵다. 이 경우, 시장운영자인 정부와 시장참여자인 기업의 제도적·경제적 의사결정에 차질을 빚을 수 있다. 따라서 국내 배출권시장에서 발생하고 있는 특징적인 현상인 거래부진과 가격상승(급등)에 대한 요인을 연구하는 것은 배출권시장의 안착에 대한 함의를 도출하는데 기여할 수 있으며, 이는 시장을 통한 탄소배출저감이라는 배출권거래제의 궁극적 목표달성에 이바지할 것으로 기대한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 한국 탄소배출권시장의 운영메커니즘을 살펴보고, 제3장에서는 배출권가격결정과 시장특성에 관한 국내외 선행연구를 고찰하고 분석모형을 설정한다. 제4장에서는 국내 배출권 가격결정체계에 대한 실증분석결과를 제시하고 가격결정과정에서의 학습효과를 분석한다. 제5장에서는 본 연구결과를 요

2) 2015년 배출권거래제 도입 이전에도 온실가스-에너지 목표관리제를 통해 온실가스 감축을 추진해왔다. 온실가스-에너지 목표관리제는 2010년 1월 제정된 「저탄소 녹색성장 기본법」 제42조와 동법 시행령, 온실가스-에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침 등에 근거하여 시행되고 있다(한국에너지공단 홈페이지 자료 인용 및 재가공).

3) 기세제도는 주가흐름의 연속성을 부여하기 위한 제도이고, 매매계약이 성립되지 않았을 때의 호가를 기세호가라 칭한다. 즉, 매매가 형성되지 않는 상황이라도, 기세호가는 시세의 흐름을 반영한다는 것이다. 예를 들면, 직전시세에 비해 낮은 매도호가 존재한다면 앞으로 주가가 하향추세를 보일 가능성이 있다는 논리이다.

약하고 함의를 제시한다.

II. 한국 탄소배출권시장 운영메커니즘

배출권의 거래는 계획기간과 (의무)이행연도에 따라 구분한다. 배출권거래제의 계획기간은 기본적으로 5년 단위로 구성하며, 2015년 현재 제3차 계획기간(2021년~2025년)까지의 계획이 수립되어 있다. 다만, 2017년 12월 현재 배출권 거래소의 개장기간이 약 2년 11개월에 불과한 시행초기임을 감안하여, 1차 계획기간(2015년~2017년)과 2차 계획기간(2018년~2020년)은 각각 3년 단위로 운영하게 된다.

총 3차에 걸친 계획기간에 대하여, 우리나라 배출권시장에서 거래가 이루어지는 배출권은 크게 3개 종류로, KAU, KCU, KOC가 있다. 국가로부터 할당이 이루어지고 제출 의무가 부과되는 배출권의 종류를 할당배출권, 즉 KAU(Korean Allowance Unit)라 지칭한다. 그리고 KAU 뒤에 기재된 숫자는 이행연도를 의미한다. KAU 1단위는 1톤의 이산화탄소환산톤(tCO₂e)에 해당하며, 이행연도에 발생한 이산화탄소환산톤에 해당하는 할당배출권(KAU)을 주무관청에 제출하게 된다.

한편, 배출권 제출의 유연성을 확보하기 위하여, KCU와 KOC와 같이 KAU 이외의 배출권도 배출권시장에서 상장·거래하고 있다. KCU(Korean Credit Unit)란 상쇄배출권으로서, 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」 제29조에 의거하여, 배출권 할당대상업체가 외부사업 인증실적을 전환한 배출권이다. 이 때 외부사업이란, 크게 일반외부사업과 청정개발체제(CDM: Clean Development Mechanism) 사업을 의미한다. 일반외부사업이란 할당대상업체 조직경계 외부에서 국제적 기준에 부합하는 측정·보고·검정이 가능한 방식으로 실시한 온실가스 감축사업이다. 한편, CDM 사업은 교토의정서의 제12조에 따른 청정개발사업을 의미하며, 당해 사업을 통하여 인증된 실적을 CER(Certified Emission Reduction)이라 한다. 이 때 CDM 사업의 시행자와 CER 구매자가 CER을 KCU로 전환하여 의무제출이행에 사용할 수 있다. KCU는 KAU와 일대일(1KAU=1KCU) 교환비율을 가지나, 할당대상업체의 전환신청과 주무관청의 승인이 필요한 점, 이행기간별 배출권 제출량 중 10% 이내에서 KCU로 제출이 가능하다는 점 등의 제약이 존재한다. 한편, KAU와 달리 KCU의 상장시기는 유동적이며, 전환시기를 기

준으로 상쇄배출권을 구분하고 있다.

또 다른 배출권 종류인 KOC(Korean Offset Credit)는 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」 제30조에 의거한 외부사업 인증실적으로서, 외부사업을 통해 발행된 온실가스 감축 크레딧을 지칭한다. 이는 배출권 제출의무가 있는 할당대상업체 이외에 배출권 제출의무가 없는 외부사업자가 할당대상업체 사업장 밖에서 국제적인 기준에 의거하여 정부로부터 인증받은 온실가스 감축실적을 의미한다. 한국거래소에 KOC가 상장되기 이전에는, 할당대상업체가 외부사업자들이 보유한 KOC를 장외에서 구매하여 KCU로 전환하는 구조였으나, 2016년 5월 23일 한국거래소에 KOC가 상장된 이후에는 장내거래가 가능해졌다.

국가 배출권 할당계획에 따르면, 제1차 계획기간 내의 이행연도가 지속될수록 할당배출권인 KAU 총수량을 각 2%씩 감소시키며, 배출권 사전할당량도 이행연도에 따라 감소시키는 계획을 수립하고 있다. 그러나 환경부(2014)에서 제시한 이행연도별 계획 사전할당량과 실제 할당량 간에는 차이가 존재하며, 기존계획과는 달리 실제할당량은 연도 간 증가하는 양상을 보이고 있다. 이는 정책의 동태적 비일관성(time inconsistency of policy)을 야기하여, 정책의 신뢰성을 약화시키는 결과를 초래할 수 있다.

한편, 배출권 실제 할당량과 배출량을 비교해보면, 2015년의 경우 실제 배출권 할당량에 비해 실제 배출량이 더 많았으나, 2016년에는 반전되는 모습을 보였다. 산업별로는 발전·에너지, 시멘트, 비철금속, 요업, 항공의 경우 2015년과 2016년 모두 실제 배출량이 실제 할당량을 초과하는 것으로 나타났다. 반면, 석유화학, 반도체, 디스플레이, 통신, 수도, 폐기물산업의 경우, 2015년에는 배출량이 할당량보다 많았다가, 2016년에는 배출량이 할당량보다 적게 반전되었다. 나머지 산업의 경우, 2015년, 2016년 모두 실제 배출량이 실제할당량을 하회한 것으로 분석되었다.

III. 모형설정

본 연구는 한국 배출권시장의 가격결정체제와 학습효과를 연구하는데 초점을 맞추고 있다. 관련 해외문헌의 경우 가장 크고 오랜 기간 운영된 배출권시장으로 알려진 EU ETS(European Union Emissions Trading Scheme)의 가격결정체제에 대한 연구가 다수

를 차지하고 있다. 이 때, 대부분의 문헌에서 EU ETS 기(Phase)별로 EUA(European Union Allowance) 현물가격이나 선물·선도가격을 종속변수로 활용하여 실증분석을 시행하고 있다. EU ETS의 경우 EUA에 대한 파생상품시장이 존재하고, 파생상품시장에서의 거래가 전체 거래량의 대부분을 차지하고 있어, 문헌별 연구목적에 따라 EUA 현물·선물가격을 선별적으로 활용하고 있다.

해외문헌에서 제시하고 있는 EUA 가격결정체계⁴⁾에 대한 주요 시장 펀더멘탈(market fundamentals)은 크게 배출권시장 변수, 에너지가격변수, 경제상황변수, 기온변수, 제도변수 등으로 구분할 수 있다. 배출권시장 변수에서는 EUA 가격 시차변수, CER(Certified Emission Reduction) 발행량 등을 활용하고 있다.

에너지가격변수로는 천연가스 가격, 석탄가격, 유가, 전환가격, CDS(Clean Dark Spread), CSS(Clean Spark Spread)⁵⁾, 전환가격, 전력가격, 재생가능에너지 발전량(RES-E; Renewable Energy Source-electricity) 등이 주를 이루고 있다. 경제상황변수로는 FTSE 350, FTSE Eurotop 100, Euro Stoxx 50, STOXX Europe 600 지수, 경제심리지수(ESI), 산업생산 등과 더불어, 2006년 4월 EUA 가격급락효과, 2007년에서 2009년 간 글로벌 금융위기 등의 효과를 분석하기 위한 이항변수 등도 포괄적으로 적용하고 있다. 기온변수의 경우, 최고·최저·평균기온, 강수량, 극한날씨(extreme weather) 등을 활용하여 연구방향에 따라 개별적으로 지수화하여 사용하거나, HDD/CDD 등의 사용을 제안하는 경우도 존재한다.

제도변수의 경우, 준수(compliance) 및 검증(verification), 2011년 1월 특정 CER 사용에 대한 금지조치, 2012년 6월 에너지 효율 지침(energy efficiency directive) 제안, 2012년 8월 호주의 EU ETS 연계, 2012년 11월 백로딩 정책 제안, 2012년 12월 EU ETS

4) 대표적인 해외 배출권거래제는 유럽연합의 EU ETS와 미국 캘리포니아의 배출권거래제를 들 수 있다. 이 중 가장 오래 운영되고 규모가 큰 시장이 EU ETS의 배출권시장이다. EU ETS는 2005년부터 시작되었으며, 2020년까지 2005년 대비 21% 수준의 감축을 목표로 하고 있다. 2020년까지 3차에 걸친 계획기간으로 구분하는데, 1차 계획기간은 2005년부터 2007년, 2차 계획기간은 2008년부터 2012년, 3차 계획기간은 2013년부터 2020년까지로 설정되어 있다. 배출권의 할당은 매 이행연도 2월 28일까지 해당 이행연도분을 할당하는 방식으로 진행되고, 3차 계획기간부터는 경매가 주된 할당방식으로 전환되고 2027년까지 무상할당은 축소되며 폐지될 예정이다. 배출권의 제출은 매 이행연도 다음해 4월 31일까지이며, 할당배출권인 EUA와 상쇄배출권을 통한 제출이 가능하다. 차입은 허용하지 않고 있다.

5) CDS는 전력비용에서 석탄화력발전비용을 차감한 값으로, 전력비용에서 탄소비용과 석탄비용을 제외한 비용이고, CSS는 전력비용에서 가스화력발전비용(탄소비용과 천연가스비용의 합)을 차감한 값을 의미한다.

강화에 대한 구조적 조치에 대한 보고, 2013년 3월 2030 배출권 거래제도안, 2013년 4월 및 2013년 7월의 유럽의회 백로딩 관련 1차 및 2차 투표 등이 존재한다. 대부분의 제도변수는 정책불확실성에 대한 함의를 제공하는데 활용되는 것으로 나타났다(Koch et al., 2014; Aatola et al., 2013; Creti et al., 2012; Maydybura and Andrew, 2011; Chevallier, 2011; Hintermann, 2010; Keppler and Mansanet-Bataller, 2010; Fezzi and Bunn, 2009; Alberola et al., 2009; Mansanet-Bataller et al., 2007).

한편, 국내 배출권 시장에 대한 연구는 상대적으로 미미한데, 이는 배출권거래제가 도입된 지 3년가량밖에 되지 않아, 국내의 실제 배출권가격과 거래량을 활용한 연구가 진행되기 어려운 상황인 점이 크게 작용한다. 국내문헌의 경우에도, 배출권의 가격결정체계에 대한 연구와 함께, 제도, 선물가격추정 등과 같은 분야에서 연구가 진행되고 있다. 배출권 가격결정체계에 대한 최근 연구로는 박순철·조용성(2017, 2013), 홍이슬 외(2016), 임성수·양승룡(2008) 등이 있으며, 해외문헌과 크게 다르지 않은 요인들을 설명 변수로 활용하고 있다. 한편, 국내 배출권시장 제도와 시장환경 등에 대한 학술적·실증적 고찰도 함께 이루어지고 있다. 제도와 관련해서는 문진영(2016), 김규림 외(2016) 등이, 선물가격추정과 관련해서는 홍원경·박호정(2015) 등이, 배출권시장의 탄소배출저감효과에 대해서는 유종민 외(2017) 등을 들 수 있다.

국내외 문헌연구를 통한 배출권시장 현황분석과 이론적 배경을 고찰하여, 본 장에서 활용하고자 하는 모형을 이론적·실증적으로 구축한다. 현재 국내 배출권시장 참여기업들의 경우 이윤극대화보다는 비용극소화에 초점을 맞추고 있다. 즉, 배출권거래제의 의무참여기업인 할당대상업체로 선정된 기업은 배출권 의무제출량을 준수하고 과징금 납부를 회피하려는 목적으로 배출권시장에 참여하려는 경향이 강하며, 이윤극대화의 방편으로 배출권시장에 참여하려는 움직임은 상대적으로 적은 것으로 판단된다. 이 과정에서 배출권 의무제출시기와 인접한 시기에 배출권 가격변동과 거래량변동이 현저히 발생하게 된다. 또한, 기업들이 직면하는 비용함수는 기업별 목표배출저감량에 의해 결정되는데, 기업별 저감목표량은 국가전체의 BAU(Business-as-usual, 배출전망치)⁶⁾를

6) 2014년 1월 발표된 「배출권거래제 기본계획(안)」에 따르면, BAU는 현재 시점에서 전망한 목표연도의 배출량으로 전제조건(GDP, 인구, 유가, 산업구조 등)에 따라 변화할 수 있으나, 현재까지의 온실가스 감축정책 추세가 미래에도 지속된다는 가정 하에서 산정된 배출량을 의미한다.

기준으로 산정된다. 즉, 국가 감축 로드맵 상에서 산정된 이행연도별 배출전망치를 기준으로 할당대상업종별 배출저감량이 결정되고, 이는 업종내 기업의 의무배출저감량에 영향을 미치게 된다. 따라서 배출권시장에서 기업이 직면하는 비용함수는 배출권 의무 제출준수에 사용하는 KAU, KCU, KOC 가격, 거래량과 저감목표량의 함수로 설정할 수 있으며, 아래와 같이 수식으로 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Min}_q C(p, A) &= p \cdot q(p, A) \\ \text{s.t. } f(q) &\leq A(BAU), \end{aligned}$$

where, A : 기업의 배출저감목표량, $BAU = g(k, h, l, m)$

$p = (p_1, p_2, p_3)$, p_1 : KAU 가격, p_2 : KCU 가격, p_3 : KOC 가격

$q = (q_1, q_2, q_3)$, q_1 : KAU 거래량, q_2 : KCU 거래량, q_3 : KOC 거래량

$k = (k_1, k_2, k_3, k_4)$, k_1 : 두바이유가격, k_2 : 콜금리, k_3 : 대미달러환율, k_4 : KOSPI지수

$h = (h_1, h_2)$, h_1 : 전력가격(SMP), h_2 : 일간 평균 발전단실적(전력사용량)

$l = (l_1, l_2)$, l_1 : HDD 지수, l_2 : CDD 지수, m : 제도 관련 더미변수

이에, 본 연구에서의 한국 배출권시장 가격결정체계 실증분석모형은 배출권시장 운영메커니즘과 국내외 문헌연구 결과, 이론모형 등을 종합적으로 고찰하여 구축한다. 구체적으로, KAU1 가격을 종속변수로 하고, KAU 가격의 AR항(autoregressive term)과 거래량, KCU와 KOC 가격과 거래량, 유가·금리·환율·주가 등 대내외 경제환경변수, 전력가격과 사용량 변수, HDD와 CDD와 같은 기온변수, 검·인증구조 등에 대한 제도적 더미변수를 설명변수로 한 기본모형을 설정한다. 본 실증분석모형을 1차 이행연도(2015년 1월~2016년 6월) 할당배출권인 KAU15와 2차 이행연도(2016년 1월~2017년 6월) 할당배출권인 KAU16의 가격결정체계를 고찰하는 모형으로 활용한다.

$$\begin{aligned} \text{KAU가격}_t &= \sum_{i=1} \text{KAU가격}_{t-i} + \sum_{j=1} \text{KCU가격}_{t-j} + \sum_{k=1} \text{KOC가격}_{t-k} \\ &+ \sum_{l=1} \text{KAU거래량}_{t-l} + \sum_{m=1} \text{KCU거래량}_{t-m} + \sum_{r=1} \text{KOC거래량}_{t-r} \\ &+ \sum_{s=1} \text{대내외경제환경}_{t-s} + \sum_v \text{기온}_{t-v} + \sum \text{제도}_t \end{aligned}$$

IV. 한국 탄소배출권시장의 가격결정체계 실증분석

1차 계획기간 동안 배출권시장에 상장되는 배출권 종목은 크게 KAU, KCU, KOC로 구분할 수 있다. 제도적으로는 배출권 종목별 교환비율이 $1KAU=1KCU$, $1KCU=1KOC$ 로 규정되어 있으나, 이행연도 만기시점에 배출권의무제출 시 타 배출권에 비해 KAU의 유동성이 높다. 구체적으로는, KCU의 경우 만기시점 의무제출량의 10% 수준에서 제출이 가능하며, KOC는 KCU로의 전환을 통해 배출권의무제출 충당이 가능하다. 이에, 한국의 배출권시장은 KAU가 중심이 되는 구조를 보인다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 KAU의 가격결정체계를 중심으로 분석을 진행한다. 이 때, KAU15, KAU16의 장내거래에 대하여 1차 계획기간 1차 이행연도(2015년 1월~2016년 6월)와 2차 이행연도(2016년 1월~2017년 6월)를 대상으로 연구를 수행한다. 또한, 현재 장외거래에 대한 공신력 있는 배출권가격·거래량자료에 접근하기 어렵고, 자료취득이 가능하다 하더라도 개별협상을 통해 거래가 이루어지는 장외거래 특성 상 일별자료와 같은 고빈도 자료에 대한 접근이 제한될 수밖에 없다는 점 등을 고려하였다.

KAU 종목별 기초통계량, KAU 종목별 증가 및 거래량 변화추이는 다음과 같다. KAU15는 제1차 계획기간의 제1차 이행연도의 의무제출대상 배출권이며, 2015년 1월부터 2016년 6월말까지 상장되었다. KAU15의 평균가격은 12,524원이었으며, 최소값은 배출권 상장일 인근의 가격이며, 최대값은 2016년 5월 무렵의 가격이다. KAU16은 제1차 계획기간의 제2차 이행연도의 의무제출대상 배출권이며, 2015년 1월부터 2017년 6월말까지 상장되었다. KAU16의 평균가격은 12,830원이었고, 최소값은 KAU15와 유사하게 상장일 부근에서의 가격이고, 2017년 2월 전후에 최대가격을 기록하였다. 한편, KAU15와 KAU16 모두 대부분의 상장일에 가격의 변화와 거래량의 변화가 나타나지 않는 유사성을 보였다. KAU15, KAU16의 경우 각각 전체 거래일의 83%, 72% 가량이 가격의 변화가 없는 상황에서 거래량의 증감이 발생하지 않은 것으로 나타났다. 이는, 배출권시장이 대부분의 상장기간 동안 정체되어 있었다는 것을 의미하며, 이는 배출권 가격결정체계를 분석함에 있어 중요한 고려사항이다.

〈표 1〉 KAU 종목별 기초통계량

구분	KAU15		KAU16	
	가격(종가)	거래량	가격(종가)	거래량
관측치수	363		610	
관측기간	2015.1.12.~2016.6.30.		2015.1.12.~2017.6.30.	
평균	12,524	4,366	12,830	14,673
중위수	10,300	0	7,880	0
최대값	21,000	318,663	26,500	738,008
최소값	8,640	0	7,860	0
표준편차	3,292.127	27,180.52	5,923.256	58,499.54
왜도	1.166	8.205	0.500	6.941
첨도	2.786	78.959	1.555	62.909

KAU15와 KAU16을 비교할 경우 가격과 거래량의 추이는 유사한 패턴을 보이고 있다. 다만, KAU15의 경우 가격이 고점에 이른 시기가 5월 중순 무렵으로 KAU16에 비해 이행연도 만기에 더 가까웠고, 가격과 거래량의 표준편차가 적었으며, 거래가 훨씬 적게 발생하였다는 특징을 보이고 있다.

한국 배출권시장의 가격결정체계분석을 위해 본 연구에서 설정한 주요 가설은 다음과 같다. 첫째, 배출권 가격(KAU)은 상장된 배출권종목의 가격과 거래량에 영향을 받으며, 학습효과에 의해 이행연도별로 다른 양상을 보일 것이다. 즉, 배출권시장 내부적 요인인 상장 배출권(KCU, KOC)의 가격과 거래량이 KAU 가격결정에 영향을 미치고, 그 영향은 축적된 시장경험과 지식축적에 따른 학습효과에 의해 1차 이행연도와 2차 이행연도에서 차이를 보일 것이다.

둘째, 학습효과에 의해 대내외 경제환경변수가 이행연도별로 서로 다르게 배출권 가격에 영향을 미칠 것이다. 예를 들면, 유가, 금리, 환율, 경기 등을 들 수 있다. 이들 변수는 직접적으로 온실가스배출증가에 기여하거나, 생산량증감에의 영향을 통한 간접경로를 통해 배출권가격에 영향을 미칠 수 있다. 다만, 1차 이행연도에서 2차 이행연도로의 이행을 통한 학습효과로 인해, 1차와 2차 이행연도에서의 대내외 경제환경변수의 영향은 다르게 나타날 수 있다.

셋째, 검·인증구조 등 배출권 제도가 배출권 가격에 영향을 미칠 것이다. 예를 들어, 이행연도 다음해에는 배출권 제출을 위한 명세서제출(2월~3월말), 적합성평가(5월말), 배

출권 제출 마감(6월말)이라는 검·인증 제도가 존재한다. 예를 들면, 1차 이행연도의 배출량은 2015년 1월부터 12월까지를 대상으로 하며, 해당 이행연도의 배출권 제출은 2016년 6월말에 완료된다. 따라서 1차 이행연도에서는 기업들이 2015년의 기업별 실제배출량을 인지하거나 본격적인 의무제출준수를 위한 대응노력을 기울이기 시작하는 시점은 2016년 초부터 명세서 제출시기인 2016년 3월말이 될 가능성이 높다. 이는, 실제배출량에 대한 명확한 집계는 2016년 1월부터 이루어지고 관련 문서(명세서)의 본격적인 작성과 제출은 정보가 일정 수준 집계된 1월 이후인 2016년 2월부터 3월말 사이에 이루어질 가능성이 높다. 따라서 할당대상업체들은 2016년 2월에서 3월 사이에 자신들의 실제 배출량과 배출권 제출규모와 관련한 의사결정을 본격적으로 진행할 것이다. 한편, 제출한 명세서에 대한 적합성평가 결과가 5월말에 통보되고, 이 때 사실상 최종 배출권 제출규모가 결정된다. 따라서 5월 전후로 배출권가격과 거래량에 변동이 발생할 가능성이 존재한다. 이와 같이 배출권과 관련된 제도적 요인이 배출권가격형성에 영향을 미칠 것이다.

상기 가설을 검증하기 위하여, 한국 배출권시장의 현황분석결과와 선행연구내용을 종합적으로 고려하여 가격결정체계 분석모형을 활용한다. 구체적으로는, 장내 KAU 가격(종가)을 종속변수로 하고, 동일 이행연도의 KAU 가격·거래량의 시차변수, KCU와 KOC 가격·거래량의 현재와 과거변수, 대내외 경제환경에 대한 현재와 과거변수, 기온에 대한 현재 및 과거변수, 배출량 검·인증제도 등 주요 제도에 대한 이항변수 등을 설명변수로 하는 모형에 대한 시계열 분석을 실시한다. 본 모형의 설명변수는 일별변수를 기준으로 한다. 분석기간은, 배출권 상장기간에 따라 다소간의 차이는 있으나, 배출권시장 개장일인 2015년 1월 12일부터 2017년 6월 30일 현재까지를 대상으로 하고 있다. 배출권 가격에 대한 설명변수의 특성은 다음과 같다. 원자료가 시계열적으로 불안정할 경우, 1차 차분을 통해 안정화과정을 거친 후 모형에 삽입한다.

KAU15와 KAU16의 이행연도가 다르고 상장되는 상쇄배출권이 상이하며 시장참여자들의 경험에 차이가 존재한다는 점을 고려하여, KAU의 가격결정체계에 대한 기본모형을 응용하여 배출권 종목별 맞춤형 세부모형을 구축하고 실증분석을 진행한다. 또한, 다중공선성 문제를 회피하고 분석결과와 강건성(robustness)을 확보하며 자기상관과 이분산을 고려하기 위하여, 설명변수 포함여부에 따라 5개의 모형을 통해 OLS와 Newey-West 방법론을 병행하여 추정한다. 모형1은 KAU 가격의 AR항을 제외한 나머지 시차변수, 배출권거래량 변수, 전력량 변수, 기온변수를 제외한 모형이다. 즉, 가격변

수와 터미변수로 구성된 모형이다. 모형2는 모형1에서 전력량을 포함하는 모형이며, 모형3은 모형2에서 배출권거래량 변수를 포함하는 모형으로 설정하고 있다. 모형4는 전체모형에서 종속변수의 AR항을 제외한 시차변수를 삭제한 모형으로 상정하고 실증분석을 시행한다. 모형5는 시차변수를 포함한 모든 변수를 모형에 삽입한 형태로 구성된다. 본 연구에서는 5개 모형 모두를 추정하되 독립변수의 설명력과 결정계수($adj. R^2$) 등을 비교하여, 모형5를 중점모형으로 하고 나머지 모형 네 개를 다중공선성 등의 검정에 보완적으로 활용한다. 이는, KAU15와 KAU16이 사실상 이행연도에 따라 분할된 시장이고, 시장도입초기의 거래경험과 시장지식의 누적에 따라 가격결정체계가 변화할 수 있음을 추가적으로 고려하기 위함이기도 하다.

KAU15의 가격결정체계에 대한 추정모형은 아래와 같으며, 2015년 1월 12일부터 2016년 6월 30일까지를 분석대상기간으로 삼고 있다. 본 모형에 삽입된 설명변수 중, KAU15 가격, KCU15 가격, 두바이유가격, 종합주가지수, 난방지수(HDD), 냉방지수(CDD)는 ADF 검정 시 $I(1)$ 계열을 따르는 것으로 분석되어, 1차 차분하여 시계열적 안정성을 확보한 후 모형에 삽입한다. 한편, KOC도 1차 이행연도에 상장(2016년 5월 23일)되었으나, 1차 이행연도 만기 1달가량 전에 상장되어 KAU15의 가격결정체계를 설명하기에는 한계가 존재한다. 이에, KOC 가격과 거래량 변수는 KAU15의 가격결정체계를 추정하는 설명변수에서는 제외한다.

KAU15의 가격결정체계 추정결과는 <표 2>에서 자세히 기술하고 있다.

모형5를 기준으로 추정결과를 해석해보면, KAU15의 전기($t-1$ 기) 가격, KAU15의 현재(t 기) 거래량, 1차 이행연도 배출량 명세서 작성 및 명세서 제출시기가 통계적으로 유의하게 KAU15의 가격에 영향을 미치는 것으로 추정되고 있다. KAU15의 $t-1$ 기 가격은 t 기 가격에 정(+)의 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다.⁷⁾ 반면, KAU15의 t 기 거래량은 KAU15의 t 기 가격에 통계적 유의성을 확보한 상황에서 부(-)의 효과를 보이는 것으로 추정되고 있다. KAU15 거래량의 변화가 KAU15 가격의 변화와 상반되는 부호를 보이는 이유는 다음과 같이 추정할 수 있다. 배출권의 공급이 원활하게 일어나지

7) 본 연구에서 사용한 3종의 상장배출권인 KAU, KCU, KOC 변수 간에는 정의상 유사한 측면이 있고, 이들 배출권의 가격변수들 간에는 실증적으로 정(+)의 상관관계가 존재한다. 그러나 배출권시장 운영기간이 3년 가량 밖에 이르지 않아 실증분석자료의 축적 상에 현실적인 제약이 존재한다. 따라서 시장운영기간이 보다 장기에 이르러 자료가 다수 축적될 경우에 배출권 가격 변수 간의 다중공선성에 대한 검토가 보다 유의미하게 이루어질 수 있다는 점을 고려하여, 추후 연구에서 보다 면밀히 고찰하고자 한다.

않는 현재의 배출권시장상황 하에서는, 배출권시장은 공급자우위시장의 특성을 가지게 된다. 이에, 배출권 공급자는 배출권 가격이 고점에 이르렀다고 판단하는 시점, 예를 들면 배출권 의무제출 마감시한 부근에서 시장에 배출권을 매도하는 포지션을 취할 유인이 높고, 이 때 배출권 수요자가 공급분을 흡수하여 배출권거래가 이루어지게 된다. 즉, 배출권가격이 이미 고점에 다다랐고 배출권 수요자도 공급분을 매입하여 의무제출 배출권 수량을 보유하게 되면 배출권시장에 참여할 유인이 감소하게 된다. 이러한 과정에서 배출권가격이 감소할 수 있다. 또한, 배출권거래량이 증가하는 외생적인 이유로 정책적 추가할당이 존재한다. 할당대상업체의 배출권 시장공급이 아닌 정책적인 추가할당이 유의미한 수준으로 이루어질 경우, 배출권의 시장공급이 증가하게 되어 배출권가격의 감소로 이어질 수 있다. 이와 같이 다양한 경로로 배출권거래량이 영향을 받을 수 있고 이는 배출권가격으로 연결되어 유의한 부(-)의 효과를 창출하는 것으로 추정된다. 한편, 대내외 경제환경변수인 두바이유가격·콜금리·대미달러환율·종합주가지수, 전력가격·사용량, 기온변수인 HDD와 CDD는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 추정되고 있다.

제도관련 이행변수를 통한 분석결과를 보다 구체적으로 살펴보면, 2016년 2월초부터 3월말까지 진행되는 1차 이행연도 배출량 명세서 작성 및 제출시기가 KAU15 가격에 통계적으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 추정되고 있다. 이는 개별기업이 배출량 명세서 작성과 제출시기에 의무제출 배출권 수량에 대하여 명확히 인지하게 되고, 의무제출 배출권과 보유 배출권 수량 불균형 시 배출권 시장 참가에 대한 의사결정을 하는 것에 기인하는 것으로 판단된다. 즉, 배출권의 시장공급이 정체된 상황에서 배출권 수요가 증가하는 상황이 되어, 정책적 추가할당 등 배출권 시장의 공급에 외생적으로 영향을 미치는 상황이 초래되지 않는 한 배출권 가격의 상승에 기여하게 된다.

반면, 명세서 제출 이후부터 배출량에 대한 적합성평가가 완료되는 5월말까지의 더미변수는 통계적인 유의성을 확보하지 못한 것으로 나타났다. 또한, 1차 이행연도를 대상으로 한 적합성평가 결과통보 이후부터 1차 이행연도 만기시점인 2016년 6월초에서 말까지도 통계적으로 유의하지 않은 것으로 분석되고 있다. 당해기간 내에 부족물량비율이 10%를 초과한 배출권부족업체를 대상으로 정부경매를 통해 6월 1일부터 3일까지 정부보유분 90만 톤을 시장에 추가공급하겠다고 선언한 바 있고 실제로 27.39만 톤 가량이 공급되었음에도 불구하고, KAU15 가격에 유의미한 영향을 미치지 못한 점도 특징적이라 하겠다.

〈표 2〉 KAU15 가격결정체계 모형추정결과

설명변수		모형구분				
		모형1	모형2	모형3	모형4	모형5
배출권 장내 가격 및 거래량	$\Delta KAU15$ 가격 $_{t-1}$	0.177*** (2.85)	0.175*** (2.82)	0.176*** (2.88)	0.175*** (2.84) [1.60]	0.164** (2.53) [1.34]
	$\Delta KAU15$ 가격 $_{t-2}$	-0.033 (-0.54)	-0.033 (-0.55)	-0.048 (-0.81)	-0.050 (-0.83) [-1.49]	-0.047 (-0.70) [-1.40]
	$\Delta KCU15$ 가격 $_t$	0.043 (0.66)	0.046 (0.70)	0.043 (0.67)	0.047 (0.72) [0.56]	0.057 (0.84) [0.63]
	$\Delta KCU15$ 가격 $_{t-1}$					-0.057 (-0.81) [-0.99]
	$\Delta KCU15$ 가격 $_{t-2}$					0.08 (1.20) [1.00]
	$\Delta KAU15$ 거래량 $_t$				-0.002*** (-3.47) [-3.56]	-0.001** (-2.23) [-3.58]
	$\Delta KAU15$ 거래량 $_{t-1}$					-0.00006 (-0.10) [-0.11]
	$\Delta KAU15$ 거래량 $_{t-2}$					-0.001 (-0.96) [-1.83]
	$\Delta KCU15$ 거래량 $_t$			0.0000387 (0.14)	0.0000425 (0.15) [0.23]	0.00008 (0.29) [0.39]
	$\Delta KCU15$ 거래량 $_{t-1}$					0.0002 (0.63) [0.94]
	$\Delta KCU15$ 거래량 $_{t-2}$					0.0004 (1.37) [1.03]
대내외 경제 환경	Δ 두바이유 가격	0.829 (0.46)	0.936 (0.52)	0.799 (0.45)	0.640 (0.36) [0.31]	0.572 (0.29) [0.25]
	콜금리 $_t$	-35.963 (-0.17)	-40.114 (-0.19)	108.644 (0.50)	109.397 (0.50) [0.68]	683.939 (1.00) [1.47]
	콜금리 $_{t-1}$					-702.259 (-1.02) [-1.42]
	대미달러환율 $_t$	0.333 (0.62)	0.605 (0.94)	0.993 (1.54)	1.032 (1.59) [1.65]	1.675 (0.72) [1.01]
	대미달러환율 $_{t-1}$					-0.699 (-0.30) [-0.45]
	$\Delta KOSPI$ 지수	-1.036 (-1.18)	-1.057 (-1.20)	-0.776 (-0.89)	-0.751 (-0.85) [-1.12]	-0.992 (-1.02) [-1.433]

손동희·전용일

설명변수		모형구분				
		모형1	모형2	모형3	모형4	모형5
전력 가격 및 사용량	Δ 전력가격 _t	1.842 (0.70)	2.118 (0.79)	1.787 (0.68)	1.826 (0.69) [1.47]	1.617 (0.26) [0.47]
	Δ 전력가격 _{t-1}					3.267 (0.53) [0.86]
	Δ 전력가격 _{t-2}					-1.783 (-0.30) [-0.52]
	Δ 사용량 _t		-0.004 (-0.76)	-0.005 (-1.06)	-0.006 (-1.14) [-1.64]	-0.004 (-0.30) [-0.33]
	Δ 사용량 _{t-1}					-0.002 (-0.13) [-0.16]
	Δ 사용량 _{t-2}					-0.00008 (-0.01) [-0.01]
기온 지수	Δ HDD지수 _t				2.931 (0.50) [0.67]	-0.883 (-0.13) [-0.17]
	Δ HDD지수 _{t-1}					-5.574 (-0.79) [-0.74]
	Δ HDD지수 _{t-2}					-8.489 (-1.31) [-1.60]
	Δ CDD지수 _t				7.607 (0.72) [0.78]	11.547 (0.94) [0.65]
	Δ CDD지수 _{t-1}					14.282 (1.15) [0.77]
	Δ CDD지수 _{t-2}					7.967 (0.71) [0.64]
제도 관련 이항변수	배출량감인증기간 (2016년 2월 1일~3월 31일)	102.270** (2.04)	102.250** (2.04)	92.678* (1.87)	93.171* (1.88) [1.40]	85.861* (1.67) [1.32]
	배출량감인증기간 이후~ 적합성평가기간 (2016년 4월 1일~5월 31일)	13.122 (0.20)	2.591 (0.04)	-3.791 (-0.06)	-4.475 (-0.07) [-0.07]	-5.040 (-0.07) [-0.08]
	적합성평가기간 이후~ 배출권의무제출 만기 (2016년 6월 1일~6월 30일)§	-54.270 (-0.59)	-55.870 (-0.60)	51.009 (0.53)	51.828 (0.54) [1.40]	73.867 (0.71) [1.73]
상수항	-487.801 (-0.56)	-590.329 (-0.67)	-1,144.458 (-1.31)	-1,169.7 (-1.33) [-1.46]	-1,014.159 (-1.08) [-1.12]	
<i>adj. R</i> ²		0.063	0.061	0.094	0.089	0.074
Durbin-Watson 통계량		2.059	2.059	2.054	2.053	2.122

- 주1: KAU(Korean Allowance Unit, 할당배출권), KCU(Korean Credit Unit, 상쇄배출권), HDD(Heating degree days, 난방지수), CDD(Cooling degree days, 냉방지수)를 지칭함.
 2: 본 추정모형의 종속변수는 $\Delta KA U15$ 가격, 입.
 3: 굵은 선은 OLS 추정에 의한 1%(***) , 5%(**) , 10%(*) 수준의 유의변수이며, 괄호의 숫자는 OLS 추정에서 도출된 t-값을 의미함. 대괄호의 숫자는 Newey-West (1987) 추정에서 도출된 t-값을 의미함.
 4: §는 2016년 6월 1일부터 6월 3일까지 정부경매를 통해 이루어진 약 30만톤의 배출권 추가공급의 효과도 포함함.

KAU16의 가격결정체계에 대한 실증분석모형도, KAU15 가격결정체계 모형과 유사하게, 2차 이행연도 상장배출권 가격과 거래량, 대내외 경제환경변수 및 제도시행시기에 따른 더미변수로 구성된다. 통계적 유의성 측면에서 추정모형 간의 괴리는 존재하지 않은 것으로 추정되고 있다. 분석대상기간은 2015년 1월 12일부터 2차 이행연도 만기시점인 2017년 6월 30일까지이다. KAU16 가격결정체계 분석모형의 독립변수 중, KAU16 가격, KAU16 거래량, 원유가격, 종합주가지수, HDD, CDD는 원시계열이 단위근을 갖는 불안정 시계열로 검정되어, 1차 차분 후 안정성을 확보하여 활용하고 있다. KAU15 가격결정체계와 마찬가지로 추정은 5개 모형 모두를 대상으로 시행하되, 모형5를 중심으로 추정결과를 해석한다. 한편, KAU16 모형에서는 KOC까지 포괄하여 분석에 활용한다.

KAU16 가격결정체계의 경우, KAU15 그것과는 다른 양상을 보이고 있다(<표 3>). 우선, 배출권의 장내가격과 거래량 측면에서, KAU16 가격은 KCU16 t 기 가격, KOC t 기 가격, KAU16의 $t-3$ 기 거래량, KCU16 t 기 거래량, KOC $t-1$ 기 및 $t-2$ 기 거래량 변수에 영향을 받는 것으로 추정되고 있다. KAU15 가격의 경우에는, KAU15 가격의 시차변수와 KAU15 t 기 거래량의 영향이 유의하게 추정되었고, KCU15의 경우 유의성이 확보되지 못한 것으로 나타났다.

한편, 대내외 경제환경변수의 경우에는, KAU15 가격결정체계에서와는 상이한 추정 결과를 보이고 있다. KAU16 가격결정체계에서는, 모형5에 한하여 일부 대내외 경제변수가 통계적으로 유의하게 추정되나, 나머지 4개 모형에서는 모든 대내외 경제변수에서 통계적 유의성이 확보되지 못하고 있다. 뿐만 아니라, 통계적으로 유의하게 추정된 $t-3$ 기 콜금리, t 기 및 $t-1$ 기 환율, t 기 종합주가지수 변수도 일반적인 경제이론과는 반대의 부호(sign)를 보이고 있다.

대내적 경제환경을 반영하는 변수로 금리와 종합주가지수를 들 수 있다. 금리가 상승하면 투자가 감소하고 경기가 하락할 것으로 예상된다. 경기의 하락은 생산량을 감소시키고, 이는 전력사용량 등 에너지사용의 감소로 이어질 수 있다. 이는 탄소배출을 감소시키며, 배출권의 시장수요가 낮아져 배출권가격하락에 영향을 미치게 된다. 종합주가지수의 경우 경기선행지표이므로, 종합주가지수가 상승할 경우 경기가 부양될 것을 예상하여 생산량이 증가하고 탄소배출이 증가하며 탄소배출권가격이 상승할 것으로 예상할 수 있다. 그러나 본 모형에서는 통계적으로 유의한 수준에서 정(+)의 콜금리 계수, 부(-)의 종합주가지수 계수가 추정되어 기존의 경제이론과는 상이한 경로를 보이고 있다.

Creti et al.(2012)에서는 주가가 부(-)의 부호를 보이는 논거로, 배출권의 할당이 환경적 제약요인이라기보다는, 오히려 금융 포트폴리오 구성의 다변화에 기여하여 투자위험을 감소시킨다는 점을 들고 있다. 이를 한국의 추정결과에 적용하면, 이행연도에 따라 축적된 학습효과로 인해 시장참여자들이 배출권이라는 환경규제의 수준이 충분히 높다는 방향으로 인식이 전환될 경우, 배출권가격에 대한 주가의 영향은 달라질 수 있다.

대외적 경제환경을 반영하는 변수인 대미달러환율이 상승할 경우 순수출의 증가로 이어지며, 수출주도형국가인 한국의 경우 경기상승에 기여한다. 이는 생산량증가로 이어지며, 궁극적으로 배출권가격 상승에 영향을 미칠 것으로 예상할 수 있다. 그러나 실증분석 결과, t 기와 $t-1$ 기 대미달러환율 간의 차이가 배출권가격에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 추정되고 있다. 이는, 환율증가로 수출이 증가하고 생산의 증가로 이어져 배출권가격이 상승하는 효과에 비해, 원자재가격 상승을 통한 수입물가 상승이 발전·에너지 부문 등 배출권 주요 업종으로 파급되는 영향력이 상대적으로 큰데 기인한다.

상기와 같은 추정결과는, EU ETS를 대상으로 한 연구결과와는 달리, 한국의 배출권 시장에서는 대내외 경제환경변수들의 영향이 현재까지는 배출권가격에 체계적으로 반영되지 못하는 것으로 해석할 수 있다. 다만, 에너지 변수의 경우, EU ETS를 대상으로 한 연구결과에서도, 연구목적, 분석모형, 분석과정, 분석대상기간 등 연구의 개별적 특성을 고려하여 포함하고 있다. 즉, 유사한 변수라 할지라도 개별 연구에 따라 일률적인 추정결과가 나타나지는 않고 있다.

유가는 KAU15와 마찬가지로, KAU16 가격에도 유의한 영향을 미치지 못하고 있다. 이는, 배출권 가격에 큰 영향을 미치는 업종인 발전·에너지 부문이며, 유류를 통한 발전 실적 비중이 3% 중후반으로 낮은 수준임을 감안할 필요가 있다. 또한, 배출권시장참여자들이 배출권시장에 대한 적응과 거래노하우를 습득하기 시작한 시장도입초기이므로, 유가가 배출권가격에 미치는 영향이 미약한 상황으로 해석할 수 있다.

전력가격과 기온변수도, EU ETS를 대상으로 한 연구결과와 다른 양상을 보인다. Aatola et al.(2013)에서는, 전력가격이 배출권가격에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 추정되었다. 반면 한국의 경우에는 전력가격·거래량 변수가 배출권가격을 유의하게 설명하지 못하고 있다. 본 연구에서 활용한 기온변수인 HDD와 CDD도 유의하지 않게 추정된다. 전력가격이 강한 규제를 받는 한국의 실정 하에서는 기온변수의 영향이 전력가격에 투영되기 어렵고, 결국 배출권가격의 변동으로 이어지기 어려운 구조로 판단된다.

한편, KAU15 가격결정체계에 대한 추정결과와 유사하게, 5개 모형 모두에서 2차 이행연도 배출량 명세서 작성 및 제출시기 이항변수가 통계적으로 유의한 설명변수로 추정되고 있다. 그러나 추정계수는 부(-)의 효과를 보이는 것으로 추정되어 KAU15 가격결정체계에서와는 상반된 추정결과를 보이고 있다. 이는, KAU15 가격결정체계에서와 같이 명세서 작성과 제출이 배출권시장참여를 위한 중요한 의사결정과정임은 동일하지만, 배출권의 외생적인 추가공급이 이루어지는 상황의 특수성에 기인한 것으로 판단된다.

〈표 3〉 KAU16 가격결정체계 모형추정결과

설명변수		모형구분				
		모형1	모형2	모형3	모형4	모형5
배출권 장내 가격 및 거래량	$\Delta KAU16$ 가격 $_{t-1}$	-0.006 (-0.20)	-0.007 (-0.20)	-0.008 (-0.25)	-0.007 [-0.17]	-0.113 [-0.72]
	$\Delta KAU16$ 가격 $_{t-2}$	0.006 (0.18)	0.006 (0.18)	0.007 (0.21)	0.008 [0.50]	0.029 [0.45]
	$\Delta KCU16$ 가격 $_t$	1.655*** (25.84)	1.656*** (25.78)	1.677*** (26.24)	1.677*** [15.48]	1.553*** [13.54]
	$\Delta KCU16$ 가격 $_{t-1}$					0.213 [0.79]
	$\Delta KCU16$ 가격 $_{t-2}$					-0.045 [-0.37]
	ΔKOC 가격 $_t$	0.179*** (2.76)	0.177*** (2.71)	0.184*** (2.84)	0.182*** [1.92]	0.203*** [1.86]
	ΔKOC 가격 $_{t-1}$					0.105 [1.11]
	ΔKOC 가격 $_{t-2}$					-0.047 [-0.80]
	$\Delta KAU16$ 거래량 $_t$			-0.00005 (-0.21)	-0.00005 [-0.19]	-0.00003 [-0.13]
	$\Delta KAU16$ 거래량 $_{t-1}$					-0.0002 [-0.70]
	$\Delta KAU16$ 거래량 $_{t-2}$					-0.00007 [-0.281]
	$\Delta KAU16$ 거래량 $_{t-3}$					0.001* [2.33]
	$\Delta KCU16$ 거래량 $_t$			-0.007*** (-2.72)	-0.007*** [-1.42]	-0.008*** [-2.03]
	$\Delta KCU16$ 거래량 $_{t-1}$					0.004 [1.63]
	$\Delta KCU16$ 거래량 $_{t-2}$					0.001 [0.54]
	ΔKOC 거래량 $_t$			-0.00048 (-0.40)	-0.00048 [-0.31]	0.001 [0.64]
	ΔKOC 거래량 $_{t-1}$					-0.002* [-2.46]
	ΔKOC 거래량 $_{t-2}$					-0.002* [-1.87]

손동희·전용일

설명변수		모형구분				
		모형1	모형2	모형3	모형4	모형5
대내외 경제 환경	△두바이유 가격	1.882 (0.69)	1.887 (0.69)	1.517 (0.56)	1.411 [0.71]	1.511 [0.76]
	콜금리 _t	55.593 (0.13)	89.501 (0.21)	139.847 (0.33)	139.309 [0.77]	-754.033 [-1.08]
	콜금리 _{t-1}					-41.396 [-0.04]
	콜금리 _{t-2}					-1,967.828 [-1.48]
	콜금리 _{t-3}					2,967.640* [2.07]
	대미달러환율 _t	-0.200 (-0.22)	-0.237 (-0.26)	-0.607 (-0.66)	-0.623 [-1.01]	-8.458** [-1.89]
	대미달러환율 _{t-1}					7.670** [1.74]
	△KOSPI 지수	-1.805 (-1.13)	-1.826 (-1.14)	-2.195 (-1.37)	-2.214 [-1.70]	-5.145** [-2.28]
전력 가격 및 사용량	△전력가격 _t	3.155 (0.88)	2.539 (0.64)	3.979 (1.01)	4.002 [1.17]	9.709 [1.27]
	△전력가격 _{t-1}					-13.599 [-1.42]
	△전력가격 _{t-2}					9.590 [1.29]
	△사용량 _t		0.002 (0.37)	0.001 (0.09)	0.001 [0.09]	-0.012 [-0.97]
	△사용량 _{t-1}					0.017 [1.24]
	△사용량 _{t-2}					-0.004 [-0.37]
기온 지수	△HDD지수 _t				-9.621 [-1.24]	-5.382 [-0.68]
	△HDD지수 _{t-1}					-11.312 [-1.39]
	△HDD지수 _{t-2}					0.471 [0.09]
	△CDD지수 _t				1.257 [0.08]	0.635 [0.04]
	△CDD지수 _{t-1}					4.922 [0.30]
	△CDD지수 _{t-2}					-9.490 [-0.93]
제도 관련 이항변수	배출량감인증기간§ (2017년 2월 1일~3월 31일)	-186.721** (-2.23)	-182.191** (-2.15)	-207.456** (-2.45)	-213.576** [-1.69]	-266.645*** [-1.93]
	배출량감인증기간 이후~ 적합성평가기간 (2017년 4월 1일~5월 31일)	-101.122 (-1.54)	-89.160 (-1.22)	-70.045 (-0.95)	-73.423 [-1.20]	-118.332 [-1.64]
	적합성평가기간 이후~ 배출권의무제출 만기 (2017년 6월 1일~6월 30일)	-102.575 (-1.15)	-92.732 (-0.99)	-80.274 (-0.84)	-84.143 [-0.65]	-103.298 [-0.70]
상수항	-35.703 (-0.04)	-136.366 (-0.14)	236.705 (0.25)	244.233 [0.33]	246.313 [0.32]	
adj. R ²	0.739	0.738	0.744	0.744	0.750	
Durbin-Watson 통계량	2.085	2.089	2.105	2.109	2.017	

주1: 본 추정모형의 종속변수는 △KAU16 가격_t임

2: 굵은 선은 OLS 추정에 의한 1%(***) , 5%(**) , 10%(*) 수준의 유의변수이며, 괄호의 숫자는 OLS 추정에서 도출된 t-값을 의미함. 대괄호의 숫자는 Newey-West (1987) 추정에서 도출된 t-값을 의미함

KAU15와 KAU16 가격결정체계에 대한 회귀분석결과를 본 연구에서 설정한 가설에 따라 종합하여 이행연도 간에 비교해석하면 다음과 같다. 우선, 첫 번째 가설인 당해 배출권의 가격과 거래량 혹은 동일 이행연도에 상장되어 있는 여타 배출권 가격과 거래량에 영향을 받으며, 이행연도별로 다른 양상을 보일 것이라는 가설에 대한 검증이다. 추정결과, 상기 가설은 충족되는 것으로 분석되고 있다.

그러나 KAU15와 KAU16 간에 차이는 존재한다. 구체적으로, KAU15의 t 기 가격에는 KAU15의 $t-1$ 기 가격과 KAU15 거래량 변수가 영향을 미치고 있다. 한편, KAU16의 경우 자신의 가격시차변수와 거래량 변수는 통계적으로 유의미하지 않고, 동일 이행연도 내의 KAU16과 KOC 가격이 통계적으로 유의한 정(+)의 영향을, 두 배출권 종목의 거래량변수는 부(-)의 효과가 통계적으로 유의한 수준으로 추정되고 있다. 1차 이행연도와 2차 이행연도에서 상기와 같은 차이를 보이는 이유는 학습효과(learning-by-doing effect)에 기인한 것이다. 시장도입초기, 정책불확실성 및 비밀관성, 적응기간부족(거래 경험부재) 등의 다양한 요인들로 인해, 배출권시장참여자인 할당대상업체들은 1차 이행연도에 KAU15의 시장공급(매도)이 충분하지 못했고 실제로 총할당량보다 총배출량이 더 높았다는 경험을 갖고 있다. 또한, 기존의 정책에 따르면 1차 이행연도(2015년 1월~2016년 6월말)에 비해 2차 이행연도(2016년 1월~2017년 6월말)에서는 할당량이 줄어들게끔 계획이 수립되어 있었으므로, 2차 이행연도(2016년 1월~2017년 6월말)에서는 KAU 종목의 배출권수급이 더 어려워질 수 있다고 판단할 수 있다.⁸⁾

따라서 배출권시장 참여기업들은 1차 이행연도에서 나타났던 배출권(KAU)의 시장공급부족이 2차 이행연도의 경우에도 배출권가격의 지속적인 상승으로 이어질 것을 경험적으로 예상할 수 있다. 또한, 배출권 의무제출시기를 전후로 배출권부족기업들에 대한 정부의 배출권 추가할당이 이루어질 것을 기대할 수 있다. 이와 같이 축적된 시장지식과 경험에 기초하여, 할당대상업체들은 명세서 작성과 제출단계 이후부터 배출권시장가격이 고점에 이르렀다고 판단되는 시점까지 KAU를 보유하다가 시장에 매도하는 행태를 보일 가능성이 높다.

또한, 추정결과에 따르면, 1차와 2차 이행연도 모두에서 배출권시장은 KAU가 중심

8) 계획상으로는 이행연도가 거듭될수록 할당량을 감소시키겠다는 계획을 세우고 있으나, 실제 할당량은 이행연도 간에 증가하는 모습을 보이고 있다.

종목으로 자리잡고 있다는 점에서 차이를 보이지는 않으나, 시장참여기업들의 KCU와 KOC에 대한 고려여부에는 차이가 존재하는 것으로 판단된다. 즉, 2017년 1월의 대규모 추가할당을 고려하면, 2차 이행연도에서의 KAU16 거래비중이 KCU16과 KOC 거래비중에 비해 높게 나타나는 것은 자명한 사실이다. 그러나 KCU와 KOC가 통계적으로 유의하게 KAU 가격에 영향을 미치고 있다는 점이 1차 이행연도와는 다른 점으로 분석되고 있다. 즉, 2차 이행연도의 경우, KAU16을 중심으로 운영되는 것은 유사하나, KAU16의 가격과 거래량의 시차변수가 KAU16 가격에 영향을 미치는 것이 아니라, KCU16과 KOC의 가격과 거래량을 고려하여 KAU16 가격을 예상하고 있다. 이는 1차 이행연도에서 나타난 KAU의 (장내)거래량 부족현상에 대한 경험과, 1차 이행연도에서는 유용하게 활용하지 못했던 KCU와 KOC에 대한 노하우 축적을 통해, KCU와 KOC가 배출권시장에서 적극적으로 활용되는데 기인한다. 예를 들면, 배출권부족을 예상하는 업체의 경우, 상쇄배출권(KCU)이나 외부사업 인증실적(KOC)의 가격과 거래량을 통해 KAU 가격을 예상함으로써 KAU 잉여·부족분에 대한 매매의사를 결정을 하여 과징금 회피 등의 합리적인 의사결정방안을 도출할 수 있게 된 것이다.

또한, 경험적으로 잉여배출권을 매도하는 등 배출권시장매도를 통해 수익을 창출하려는 시장참여자들은 배출권가격이 상승하여 고점에 이르기까지 관망하다가 고점이라 판단되는 시점에서 KAU 등 배출권 매도에 나설 가능성이 높다. 이후 할당대상업체의 배출권 의무이행부족분이 어느 정도 해소되면 당해 이행연도의 의무제출을 위한 배출권의 가치는 고점에서 하락하는 경향을 보이며, 이 때 설정되는 가격수준은 자연스럽게 차기 이행연도 KAU의 초기 가격을 설정하는 바로미터로 기능할 것이다.

둘째, 학습효과에 의해 대내외 경제환경 변수가 이행연도별로 서로 다르게 배출권 가격에 영향을 미칠 것이라는 가설에 대한 검정이다. 우선, KAU15 가격에 대해서는 유가, 금리, 환율, 주가 등 대표적인 경제변수들이 통계적 유의성을 확보하지 못하였다. 이는, 1차 이행연도(2015년 1월~2016년 6월말)의 경우 할당배출권(KAU15) 가격이 대내외 경제환경보다는 일부 장내요인에 의해 결정된다는 것으로 해석할 수 있다. 그러나 2차 이행연도(2016년 1월~2017년 6월말)의 할당배출권인 KAU16의 경우는 KAU15와 다른 추정결과를 보이고 있다. 변수별로 차이를 보이기는 하지만, 금리, 환율, 주가변수가 KAU16 가격을 설명하는데 통계적으로 유의미한 것으로 추정되었기 때문이다. 즉, 2차

이행연도부터는 대내외 경제환경의 영향이 배출권시장에 반영되기 시작하였다는 점에서 의미가 있는 변화로 판단된다. 그러나 현재로서는 배출권시장에 경제 펀더멘탈이 충분히 반영되지 못하고 있어, 미성숙한 상황이다. 다만, 2017년 12월 현재 배출권거래제가 도입된 지 3년가량밖에 되지 않았으므로, 장기적인 관점에서 배출권 의무제출대상과 자발적 참여기업이 확대되고, 배출권거래에 대한 노하우를 축적하며, 적극적인 배출권거래 활성화제도가 뒷받침 될 경우, 시장이 성숙해지면서 향후 이행연도나 계획기간에서는 시장 펀더멘탈이 원활히 반영되는 보다 효율화된 시장의 면모를 갖출 것으로 예상된다.

셋째, 검·인증구조와 같은 배출권 관련 제도가 배출권 가격결정체계에 미치는 영향에 대한 가설검정이다. 현행 배출권거래제 하에서는, 이행연도 1월부터 12월까지의 배출량에 대하여 이행연도 이듬해 3월말까지 명세서를 작성·제출하고 5월말에 명세서에 대한 인증을 적합성평가를 통해 받게 된다. 이후 당해 평가를 통해 인증된 배출량에 대한 의무제출을 이행연도 의무제출 만기인 6월말까지 하게 된다. 따라서 이행연도 이전에 이행연도에 대한 경영계획을 수립하면서 배출량을 예상했던 것과 실제 이행연도 배출량 간에 차이가 존재할 수도 있다. 따라서 할당대상업체들은, 빠르면 이행연도 다음해 1월, 2월경이고, 사실상 명세서 작성을 마무리하는 3월말 이전에는 정확한 이행연도 배출량을 인지하거나 배출권시장참여에 대한 의사결정을 본격적으로 시행할 유인이 적다. 따라서 할당대상업체들이 배출권시장에서 배출권매매를 본격적으로 고려하기 시작하는 시점은 2월부터 3월말까지로 해석할 수 있다. 한편, 현행 배출권거래제에서는 거래가 이루어지지 않아도 가격이 제시되는 기세제도가 적용되고 있으므로, 기업의 배출권시장참여에 대한 의사결정이 배출권 가격의 변화로 이어질 수 있다. KAU15와 KAU16 가격결정체계에 대한 실증분석결과에서도, 각 배출권의 이행연도 이듬해 2월과 3월에 대한 이행변수가 통계적으로 유의한 영향을 배출권 가격에 미치고 있다. 다만, 영향의 방향성은 상이하게 나타나고 있는데, 2017년 조기감축실적과 추가할당을 통해 시장에 신규공급된 68,000천톤CO₂-eq이 배출권의 추가할당이 대규모로 이루어져 KAU16 배출권 가격의 하락에 기여한 것으로 해석할 수 있다.

다만, 명세서와 적합성평가 결과상에 큰 차이가 존재하는 경우, 명세서 제출 시기보다는 적합성 평가시기가 배출권 가격에 미치는 영향이 상대적으로 클 수 있다. 이에, 명세서 제출 이후부터 적합성평가결과 통보시기인 5월말까지 효과를 더미변수를 통해 추정

한 결과 통계적 유의성을 확보하지 못한 것으로 분석되었다. 한편, 적합성평가 이후 6월 즈음에 이월·차입을 신청하고 승인이 이루어지는 과정을 거치게 된다. 이 때 할당대상업체들은 자신의 배출권을 이월·차입할 것인지, 시장에서 매매에 나설 것인지를 결정하므로 실질적으로 마지막 의사결정 시기라 할 수 있다. 이에 대한 이항변수도 통계적으로 유의하지 못하게 추정되었는데, 이는 이미 명세서 제출단계에서 이월·차입 규모를 어느 정도 설정해두고 나머지 부족분을 시장에서의 매매를 통해 충당하고자 하는 행태에 기인한 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구에서는 2015년 1월부터 시행된 시장기반 온실가스감축수단인 배출권거래제 하에서의 배출권 가격결정체계와 1차에서 2차 이행연도로의 진행과정에서 발생하는 학습효과에 대하여 고찰한다. 구체적으로, 국내 탄소배출권시장의 운영메커니즘과 현황 분석, 선행연구분석을 통한 배출권가격결정요인과 시장특성연구, 시계열분석을 통한 배출권가격결정체계 가설 검증을 실시한다. 분석결과, 1차와 2차 이행연도 간에 차이점이 존재하는 것으로 추정되고 있다. 장내요인의 경우, 2차 이행연도에서는 1차 이행연도에서 추정되지 않았던 KCU와 KOC 가격·거래량 변수가 통계적으로 유의한 것으로 분석되고 있다. 또한, 대내외 경제상황 변수의 경우, 1차 이행연도에서는 모든 변수들이 유의하지 않았으나, 2차 이행연도에서는 통계적 유의성이 확보되고 있다. 이는, 1차에서 2차 이행연도로 진행하면서 시장운영자인 정부와 시장참여자인 기업들이 1차 이행연도에서의 경험과 지식을 바탕으로 2차 이행연도에서의 배출권 관련 의사결정을 보다 효율화하는 학습효과에 기인한 것으로 해석가능하다. 한편, 중점분석대상인 KAU15와 KAU16 가격에 대하여 공통적으로 유의미한 것으로 추정된 설명변수는 각 배출권의 이행연도 이듬해 2월과 3월에 대한 명세서 작성 및 제출에 대한 제도이항변수이다. 즉, 개별기업이 이행연도 의무제출에 대비하여 명세서를 작성하는 과정에서 자체적으로 배출량을 명확히 검토하고, 이월·차입규모를 고려하여 배출권시장에의 적극적 참여여부를 고려하게 되며, 이 과정에서 배출권 가격에 영향을 미치게 된다.

연구결과를 종합하면, 초기 배출권 시장의 안착과 효율화를 위해서는 학습효과가 지

속될 수 있는 시장환경을 조성해나가는 것이 중요하다. 이를 위한 개선방향 중 하나로, 검·인증 제도의 개편을 들 수 있다. 현재 이행연도 이듬해 3월말에 명세서 작성 및 제출이 이루어지고 있는데, 이 같은 초기 검·인증시점을 상시체계로 전환할 필요가 있다. 분석결과, 이행연도 배출량에 대한 명확한 정보를 알기 어렵거나 배출권시장 참여에 대한 본격적인 의사결정이 요구되지 않는 시점인 이행연도 중에는 배출권 가격과 거래량의 변화가 거의 관찰되지 않고 있다. 따라서 이행연도 다음해 초에 명세서 작성과정에서 배출량에 대한 정량적 정보에 따라 이월과 차입규모를 고려하여 배출권시장에서의 매매에 대한 의사결정을 본격적으로 고려하는 것으로 판단된다. 즉, 검·인증체계를 개편한다는 것은 기업이 자체적으로 배출량을 점검하여 의무제출에 대한 불확실성을 해소할 수 있다. 이를 통해, 자체적으로 매매포지션 정보에 대한 상시확인이 가능하며, 배출권시장의 거래를 촉진하는 유인으로 작용할 것이다. 더불어, 정부의 입장에서는 기업이 자신의 배출량을 과소보고할 유인을 제거하는데도 도움이 될 것으로 판단된다.

한편, 이월과 차입도 배출권 가격결정체계 상에서 매우 중요한 요소이다. 이월과 차입을 우선적으로 고려한 이후 배출권시장에서의 매매규모를 결정할 가능성이 높기 때문이다. 그 이유는 이월·차입을 통해 시장가격보다 낮은 비용으로 온실가스 배출량에 대한 배출권 의무제출분을 충당할 수 있다는 것에서 찾을 수 있다. 즉, 이월·차입은 배출권 잉여분·부족분이 배출권시장으로 유출입되는 양과 공급시기에 영향을 미치고, 이를 통해 현재 공급자우위경향을 보이고 있는 배출권의 시장가격에도 영향을 미치게 된다. 또한, 이월가능한 상태에서 가격상승을 쉽게 예측할 수 있다면, 배출권잉여가 존재하더라도 매도하지 않고 보유하려는 경향을 보이게 된다. 이와 같은 관점에서, 이월은 잠재적 운영자금을 동결하고 가격위험을 회피(hedge)하는 기능을 하며, 현재 이행연도의 배출권 가격을 지지하는 기능을 갖고 있다. 한편, 차입은 당해 이행연도의 운영자금에 대한 리스크를 감소시키나 미래(차기 이행연도)의 잠재적 배출권가격위험에 노출되는 결과를 초래할 수 있다. 또한, 현재 이행연도의 배출권가격을 하락하게 하는 요인이 된다. 2017년 4월 발표된 ‘배출권 거래시장 안정화 방안’에서는 1차 계획기간(2015년~2017년)에서 2차 계획기간(2018년~2020년)으로 이월 시, 2차 계획기간 배출권 할당에 불이익을 부과하는 방안을 적시하고 있다. 본 연구의 분석대상기간은 1차 계획기간 내의 1차·2차 이행연도이므로, 이행연도 간 이월이 100% 인정된다. 즉, 예정된 이월제도의 변동으로

이월이 제한될 경우, 향후 배출권수급체계에 변화가 발생하여 배출권 가격결정체계에 영향을 미칠 수 있다. 이는 차입제도가 개편될 경우에도 마찬가지로 예상된다. 이와 같이 이월·차입제도가 배출권 수급체계를 통해 배출권가격에 영향을 미칠 수 있으며, 시장 도입초기에는 이 영향력이 더 크게 나타날 수 있다. 따라서 이월·차입제도 개편 시 시장 참여자들의 학습효과를 고려하여, 초기 시장충격을 최소화하는 방향으로 점진적인 개선이 이루어질 필요가 있다.

[References]

- 관계부처 합동, 「국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵」, 녹색성장위원회 심의(1.23), 국무회의 보고(1.28), 2014.
- 관계부처 합동, 「배출권 거래시장 안정화 방안」, 2017.4.5., 2017a.
- 관계부처 합동, 「온실가스 배출권거래제 제1차 계획기간 제3차 이행연도 배출권 할당계획 변경(안)」, 2017.1., 2017b.
- 관계부처 합동, 「온실가스 배출권거래제 제2차 계획기간(2018년~2020년) 국가 배출권 할당계획(안)」, 2017.12., 2017c.
- 기획재정부, 「제2차 배출권거래제 기본계획(안)」, 2017.1., 2017.
- 김규림, “국내 탄소배출권 거래 현황”, 자본시장연구원 자본시장 Weekly Zoom-in, 2016-01호, 2016.
- 김규림·유종민·김지태, “배출권 시장안정화 정책수립 방향 및 쟁점”, 환경정책, 제24권 제2호, 2016, pp. 189~210.
- 문진영, “배출권거래제에서의 의사결정 순서와 불확실성 영향 분석”, 자원·환경경제연구, 제25권 제3호, 2016, pp. 403~419.
- 박순철·조용성, “탄소배출권 EUA와 sCER의 가격 차이 패턴 및 스프레드(spread) 결정요인 분석”, 자원·환경경제연구, 제22권 제4호, 2013, pp. 759~784.
- 박순철·조용성, “한국 탄소배출권 거래시장 일물일가 검증 및 가격 결정요인 분석”, 한국환경경제학회 2017 하계학술대회 발표논문, 2017.
- 부기덕·정기호, “SVECM 모형을 이용한 탄소배출권 가격 연구”, 자원환경경제연구, 제

- 20권 제3호, 2011, pp. 531~564.
- 오주홍, “국내외 탄소시장 전망 및 배출권 거래 전략”, 한국기후변화대응연구센터 탄소배출권사업단 전문가 리포트, 2016.
- 온실가스종합정보센터, 「1차 계획기간(2015-2017) 업종별 할당량·배출량 현황」, 2017.8. 기준, 2017.
- 온실가스종합정보센터, 「제1차 계획기간 제1·2차 이행연도 배출권거래제 운영결과보고서」, 2018.
- 유종민·유재형·김지태·이종은, “한국 온실가스 감축정책의 효과: 배출권거래제 전후 비교”, 환경정책, 제25권 제2호, 2017, pp. 231~247.
- 임성수·양승룡, “CDM 사업배출권의 가격결정요인 분석”, 자원·환경경제연구, 제17권 제4호, 2008, pp. 691~717.
- 장현숙·이인숙, 「해외 온실가스 배출권거래제 전망과 우리의 대응-현지 진출 한국업체 사례를 중심으로」, 한국무역협회 국제무역연구원 Trade focus, 제14권 제45호, 2015.
- 한국거래소, 「KRX 배출권시장 안내」, 2017.
- 한국거래소·주한유럽대표부·한국환경공단, 「한-EU 배출권거래제 협력사업 - 배출권시장 발전을 위한 공동세미나」, 2017년 9월 13일 세미나자료, 2017.
- 한국환경공단, 「탄소시장 정보 뉴스레터 1~18호」2017.1.~2017.9., 2017.
- 한국환경정책·평가연구원, 「배출권거래제 현황 및 이슈」, KEI포커스, 제3권 제2호, 2015.
- 홍원경·박호정, “기간구조에 따른 국내 배출권의 이행연도별 가격 분화”, 환경정책연구, 제14권 제3호, 2015, pp. 41~73.
- 홍이슬·오형나·홍종호, “EU-ETS 배출권 가격결정요인 분석: 과잉할당량을 중심으로”, 경제학연구, 제64권 제3호, 2016, pp. 91~123.
- 환경부, 「국가 배출권 할당계획-온실가스 배출권거래제 제1차 계획기간(2015년~2017년)」, 2014.9.11., 2014a.
- 환경부, 「온실가스 배출권거래제 제1차 계획기간(2015년~2017년) 국가 배출권 할당계획」, 2014.9.11., 2014b.
- 환경부·한국거래소, “상쇄배출권 상장-배출권시장 거래물량 증가 기대”, 2015년 4월 6일 보도자료, 2015.
- Aatola, P., M. Ollikainen, and A. Toppinen, “Price determination in the EU ETS market: theory and econometric analysis with market fundamentals”, *Energy Economics*, Vol.

- 36, 2013, pp. 380~395.
- Alberola, E., J. Chevalier, and B. Cheze, “The EU emissions trading scheme: the effects of industrial production and CO₂ emissions on European carbon price”, *Economie Interationale*, Vol. 4, 2009, pp. 93~125.
- Chevallier, J., “Carbon price drivers : an updated literature review”, *International Journal of Applied Logistics*, Vol. 4, No. 4, 2011, pp. 1~7.
- Creti, A., P-A. Jouvet, and V. Mignon, “Carbon price drivers: Phase I versus Phase II equilibrium?”, *Energy Economics*, Vol. 34, 2012, pp. 327~334.
- Fezzi, C. and D. Bunn, “Structural interactions of European carbon trading and energy prices”, *The Journal of Energy Markets*, Vol. 2, No. 4, 2009, pp. 53~69.
- Hintermann, B., “Allowance price drivers in the first phase of the EU ETS”, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 59, No. 1, 2010, pp. 43~56.
- Keppler, J. H. and M. Mansanet-Bataller, “Causalities between CO₂, electricity, and other energy variable during Phase I and Phase II of the EU ETS”, *Energy Policy*, Vol. 38, 2010, pp. 3329~3341.
- Koch, N., F. Sabine, G. Godefroy, and O. Edenhofer, “Causes of the EU ETS price drop : recession, CDM, renewable policies or a bit of everything : new evidence”, *Energy Policy*, Vol. 39, 2014, pp. 1056~1069.
- Mansanet-Bataller, M., A. Pardo, and E. Valor, “CO₂ prices, energy and weather”, *the Energy Journal*, Vol. 28, No. 3, 2007, pp. 73~92.
- Maydybura, A. and B. Andrew, “A study of the determinants of emissions unit allowance price in the European Union Emissions Trading Scheme”, *Australasian Accounting Business and Finance Journal*, Vol. 5, No. 4, 2011, pp. 123~142.
- Newey, W. K. and K. D. West, “A Simple, Positive Semi-Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix”, *Econometrica*, Vol. 55, No. 3, 1987, pp. 703~708.