

온실가스 · 에너지 목표관리제 및 배출권거래제 대상 기업의 명세서를 이용한 온실가스 감축 실적 분석

이세림* · 조용성*** · 이수경***

*고려대학교 기후환경학과, **고려대학교 식품자원경제학과, ***APEC 기후센터

Analysis of CO₂ Reduction effected by GHG · Energy Target Management System (TMS) and Korea Emissions Trading Scheme (ETS)

Lee, Serim*, Cho, Yongsung**† and Lee, Sue Kyoung***

**Dept. of Climatic Environment, Korea University, Seoul, Korea*

***Dept. of Food and Resource Economics, Korea University, Seoul, Korea*

****APEC Climate Center, Busan, Korea*

ABSTRACT

There are two main policies to meet the national goal of reducing Greenhouse Gases (GHGs) emissions in Korea towards Paris Agreement. From 2012 to 2014, Target Management System (TMS) was operated and the Emissions Trading Scheme (ETS) has been established since 2015. To compare the impact of TMS and ETS on reducing GHGs, we collected annual GHGs emission reports submitted by individual business entities, and normalized them using a z-variant normalized function. In order to evaluate the impact of those policies, we calculated the amount of GHGs emissions of 73 business entities from 15 business sectors. Those entities emitted 508 million CO₂eq, which is 74% of total national GHGs emissions in 2014. The main results of analysis indicate that accumulated GHGs emissions during the period 2012 to 2014 affected by TMS was higher than the national goal of GHGs emission reduction, and only the GHGs emissions in 2014 were in the range of allowed GHGs emissions, set by the Government. In 2015, when ETS initiated, total GHGs emission trading was 4.84 million tCO₂eq, which is only 0.9% of total allowance in 2015. However, more than 50% of business entities, who got the allowance of GHGs emission given by the Government, met the goal of GHGs emissions. Particularly, 27 of 73 business entities reduced GHGs more under the ETS rather than the TMS. Even though we analyzed only 4 years' data to demonstrate the impact of TMS and ETS, it is expected to commit the national goal of GHGs reduction target by TMS and ETS.

Key words: Target Management System, Emissions Trading Scheme, Mitigation, Climate Change

1. 서 론

2015년 제21차 기후변화협약 당사국총회에서 파리협정(Paris Agreement)이 채택되어 전 세계가 참여하는 새기후체제의 발판이 마련되었다. 파리협정은 산업화 이전과 비교하여 2100

년까지 지구의 평균 온도 상승이 2℃를 넘지 않도록 기후변화 대응을 위한 7가지 필수 분야를 설정하고(UNFCCC/Decision 1/CP.21/2016)¹⁾, 탄소 거래 등을 통한 당사국의 자발적인 온실가스 감축 대책 이행을 촉구하고 있다.

최근 세계자원연구소(World Resource Institute)와 유엔개

1) ① 장기 목표 설정(Article. 2), ② 선진국의 온실가스 배출 최고점 예측(Article. 4), ③ 기후변화 저감(mitigation) 대안 마련 및 NDC 제출(Article. 5) 그리고 산림을 포함한 탄소 저장고(sink and reservoir)의 보호(Article. 5), ④ 적응 대책 마련(Article. 7), ⑤ 바르샤바 메커니즘 관련 손해와 피해 규명(Article 8), ⑥ 녹색기후기금(Green Climate Fund; GCF) 등을 통한 개발도상국 가 지원(Article. 9~11), ⑦ 2023년부터 매 5년 주기로 정보 축적(Article. 14).

† Corresponding author: yscho@korea.ac.kr

Received June 29, 2017 / Revised July 21, 2017 / Accepted August 23, 2017

발계획(United Nations Development Programme)은 교토체제 이후부터 지금까지의 국제적인 기후변화 대응 활동 및 메커니즘 분석결과를 토대로 기후변화 목표 달성을 위한 효과적인 정책 수단으로 저탄소발전, 탄소세 및 배출권거래제 등 탄소가격화(carbon pricing)를 제안하였다(Kelly and Rich, 2015). 우리나라 역시 국가 온실가스 감축목표 달성 및 파리협정에 대한 선제적인 대응을 위해서는 탄소가격화제도의 효과적인 활용이 필요하다. 현재 우리나라는 2030년까지 기준시나리오(Business-as-usual; BAU) 대비 온실가스를 37% 줄이는 것을 목표로 하고 있다. 목표 달성을 위해서는 경직된 규제보다는 시장 메커니즘 및 기술 개발을 통한 자발적 감축을 유도하면서 시장메커니즘을 적극적으로 활용하는 것이 중요하다.

현재 2010년 제정된 「저탄소녹색성장기본법」의 제42조와 시행령 제26조~32조에 근거하여 ‘온실가스·에너지목표관리제(이하 목표관리제)’를 국가 온실가스 감축을 위한 핵심 수단으로 시행하고 있다. 또한 2015년부터는 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」에 따라 목표관리제 대상 중 최근 3년간 온실가스 배출량이 연평균 125천 톤CO₂eq 이상인 업체 또는 25천 톤CO₂eq 이상인 사업장을 대상으로 ‘온실가스 배출권거래제(이하 배출권거래제)’를 실시하고 있고, 온실가스 배출 할당량 및 외부감축사업의 상쇄실적을 거래하여 온실가스 저감에 효과적으로 대응할 수 있도록 하고 있다(MOSF, 2014)²⁾.

목표관리제의 감축목표는 1년 단위이며, 관리업체 내부에서 시행된 감축 성과만을 실적으로 인정하는 반면, 배출권거래제에서는 계획기간 단위로 목표를 설정하고, 할당 배출권과 외부 감축사업의 상쇄실적으로 발행받은 배출권의 거래를 통한 목표달성을 인정한다는 차이점이 있다. 특히, 배출권거래제는 시장 메커니즘을 이용한 환경정책 수단으로, 시장 참가자들이 온실가스 배출 조정 및 비용을 최소화 하는 방법으로 자발적 기술 개발 또는 배출량 감축 노력을 촉구할 수 있는 장점을 가지고 있다. 하지만 배출권의 가격 예측이 어려우며, 지나친 가격 변동성으로 인해 기업들의 미래 투자에 대한 위축을 가져올 수 있다(Kim et al., 2016). 즉, 현재는 온실가스 배출권의 거래 규모가 작지만, 향후 제도의 운영 범위 및 대상이 확대되면서 배출권의 가격 불안정성 및 할당에 대한 불확

실성이 커질 수 있다(Cho and Kim, 2016).

따라서 목표관리제도와 배출권거래제도가 갖고 있는 긍정적인 기능을 확대하고, 동 제도들이 갖고 있는 단점들을 보완하기 위해서는 두 제도들의 성과가 무엇이며, 제도 도입을 통해 기대했던 효과들이 실제로 나타나고 있는지를 분석할 필요가 있다. 기존의 목표관리제 및 배출권거래제 관련 연구들은 두 제도의 온실가스 배출 저감에 대한 기대효과 및 효율성 평가, 다른 정책수단과의 연계방법에 대한 고찰 등이 주로 다루어졌다(Jin and Kim, 2015). 하지만 목표관리제 도입 후의 효과성에 대한 평가 연구는 미흡하며, 배출권거래제도 관련 연구들 역시 주로 배출권거래제의 도입 이전의 효과성에만 중점을 두고 있다. 특히, 목표관리제와 배출권거래제의 실제 운영 성과를 분석하고, 그 결과에 따른 고찰은 이뤄진 바 없다. 이에 본 연구에서는 목표관리제에서 2015년 배출권거래제로 이동한 온실가스 배출 상위 10% 기업(73개)의 온실가스 배출량 및 저감량을 계상하고, 두 제도에 따른 배출저감 성과의 차이점을 비교·분석하여 두 제도가 우리나라의 온실가스 저감 목표 달성에 기여하는 바를 고찰하였다.

2. 목표관리제와 배출권거래제 운영 현황

2.1 목표관리제

목표관리제는 기준량 이상의 온실가스 배출업체 및 에너지 소비업체³⁾가 감축목표를 정부와 협의하여 설정하고, 그 결과를 평가하여 감축 여부에 따라 과태료를 부과하는 대표적인 직접규제 정책수단이다(저탄소녹색성장기본법 42조·43조·64조, 2010).

2014년까지 국가 온실가스 배출 감축 이행실적 평가가 완료되었다. 목표관리제가 시작된 2012년 총배출량은 687.1백만 톤CO₂eq이며, 전년 대비 배출량 증가율은 2011년 4.0%에서 2012년 0.7%로 대폭 감소하였고, GDP 증가율 2.3%보다 낮게 나타났다. 2013년 온실가스 총배출량은 2012년 총배출량보다 1.4% 증가한 696.5백만 톤CO₂eq이며, 전년 대비 증가율이 2012년 대비 0.7%p 높아졌으나, GDP 증가율 2.9%보다는 역시 낮

2) 2015년 6월 기준, 522개 법인이 배출권거래제 할당 대상업체로 지정됨. 이 중 발전에너지 업종이 약 7억 3,585 KAU로 가장 많은 배출권을 할당 받았으며, 그 뒤로 철강, 석유화학, 시멘트 업종이 따름(환경부고시 제2015-79호).
3) 저탄소녹색성장기본법 시행령 제29조(관리업체 지정기준 등), 녹색성장법 제42조 제5항에서 "대통령령으로 정하는 기준량 이상의 온실가스 배출업체 및 에너지 소비업체"란 다음 각 호의 업체를 말한다. (1) 해당 연도 1월 1일을 기준으로 최근 3년간 업체의 모든 사업장에서 배출한 온실가스와 소비한 에너지의 연평균 총량이 ① 50 kilotonnes CO₂eq 이상(2014년부터 적용), ② 200 terajoules 이상(2014년 부터 적용) 기준 모두에 해당하는 업체. (2) 업체의 사업장 중 최근 3년간 온실가스 배출량과 에너지 소비량의 연평균 총량이 ① 온실가스 배출량 15 kilotonnes CO₂eq 이상(2014년 부터 적용), ② 에너지 소비량 80 terajoules 이상(2014년부터 적용) 기준 모두에 해당하는 사업장이 있는 업체의 해당 사업장.

게 나타났다⁴⁾. 2014년 총 배출량은 690.6백만 톤CO₂eq이며, 2014년 GDP는 3.3% 증가한 반면, 전년 대비 온실가스 배출량은 0.8% 감소하였다. 2014년 GDP당 배출량은 전년 대비 4.1% 감소한 양이며, 이는 1990년 이후 가장 낮은 수준이었다⁵⁾. 그러나, 목표관리제 성과 평가는 수치에 대한 결과만을 보여 줄 뿐, 온실가스 배출량에 영향을 미치는 세계 금융위기라는 경제적 요인과 폭염 및 한파 등 기상요인이 고려되지 않았으며, 에너지 사용 정책 및 규제에 따른 결과를 반영하지 않고 있다. 또한 목표관리제는 배출권거래제 도입 이후에 축소될 수 있는, 한시적인 제도라는 특성으로 인하여 정책 관련 데이터의 축적과 결과 분석이 어려운 한계점 등이 있어 목표관리제의 정책적 효과에 대한 평가는 제대로 이루어지지 않고 있다(Jin and Kim, 2015).

2.2 배출권거래제

배출권거래제는 명령통제방식인 목표관리제와 달리 기업이 스스로 감축방법을 선택할 수 있고, 부족하거나 과잉된 배출권은 거래가 가능하여 오염물질 감축에 유연하게 대응할 수 있다는 장점이 있다(Lee, 2012). 그러나 목표관리제는 목표 미달성에 대한 정부의 대응 방법 및 처벌 수준이 예측 가능한 반면, 배출권거래제는 거래되는 배출권 가격 등의 시장 상황에 따른 불확실성이 계속되기 때문에, 기업의 시장 리스크가 크다는 단점이 있다(Yoon and Won, 2013). 또한 시장 형태, 초기 배출권 할당방법 등 배출권거래제의 유효성을 결정하는 요인에 의해 배출권거래제를 통한 감축비용이 많은 영향을 받는다. 특히 초기 배출권 할당방법에 따라 비용효과성이 달라질 수 있으며, 배출권 경매를 통해 얻어지는 정부수입의 환원방법에 따라서도 크게 좌우된다(Lim and Kim, 2003).

2016년 4월까지 KAU⁶⁾ 기준 누적 거래량은 약 200만 톤CO₂eq, 누적 거래금액 272억 원이다. 특히 2016년 들어 4개월간 2015년 하반기 거래량 46만 톤 대비 65.2%가 증가하여 거래시장이 점차 활기를 띄고 있다(KRX, 2016). 초반의 미비한 거래량에 대하여, Chae and Park(2016)은 제도 규제력의 미비한 수준과 시장의 비활성화에 따른 결과라고 지적하였다. 생소한 제도를

도입하여 발생할 수 있는 불확실성에 따라 적은 기업들만으로 시장이 형성되었고, 적극적으로 시장에 참여하지 않았으며, 기업의 비용부담이 할당량 산정에 고려됨에 따라 할당량이 엄격하게 부여되지 않았기 때문이라고 평가하였다.

3. 연구 방법 및 분석 자료

3.1 연구 방법

목표관리제와 배출권거래제에서의 온실가스 배출 감축 성과를 비교하기 위하여, 우선적으로 목표관리제 하에서 명세서를 공개한 전체 기업의 연도별 온실가스 목표 달성 여부와 업종별 평균 배출량의 추이를 분석하였다. 산업부문의 온실가스 배출량은 경제 상황에 따른 제품 생산량, 원료 소비, 제품 생산 방식 등의 변화에 영향을 받는다(Yoo, 2004). 따라서 각 기업의 상황에 따라 감축성과는 다르게 나타날 수 있으므로, 개별 기업에 대한 성과분석보다는 평균 배출량 추이를 통해 업종별 배출 성과 추세를 분석하고자 하였다. 또한 목표관리제에서 배출권거래제 적용 대상이 된 기업의 경우, 목표관리제와 배출권거래제 하에서 어떠한 변화가 있는지를 분석하고자 하였다.

이러한 분석에 있어서 한 가지 어려움이 있는데, 그것은 배출 상위 10% 기업의 업종별 평균값이 최대 1,600만 톤CO₂eq의 차이가 발생한다는 점이다. 모든 기업은 사업의 특성 및 운영 범위에 따라 에너지 사용량이 다르며, 기술의 차이가 있기 때문에 각 기업의 온실가스 배출량의 범위가 상이하게 나타난다. 이러한 문제를 해결하고 분석을 용이하게 하기 위해서는 모든 데이터의 척도를 통일하는 것이 필요하다.

이와 관련하여 본 연구에서는 각 업종별 온실가스 배출 추이를 z-변형 정규화 방법을 이용하여 나타내었다. z-변형 정규화는 평균을 '0'으로 설정하고, 평균값을 중심으로 ± 1 범위 내에서 각 값이 위치하는 지점을 보여준다. 각 업종의 정규화 값은 해당 년도의 업종 배출량 평균 값(\bar{x})에 연구기간의 배출량 총합의 평균값(μ)을 뺀 값을 동일한 방법의 표준편차(σ)로 나누어서 구한다. 이 방법을 통해 각 업종의 연도별 정규화 값을 도출하여 점수화 하였으며, 연구 대상이 되는 모든 데이

4) 2012년 국가 온실가스 총배출량 증가율이 둔화한 주요 요인은 목표관리제 최초 시행, LNG 사용 비중 증가에 따른 전력배출계수 개선, 유가상승 등을 들 수 있다(환경부 보도자료, "2012년 국가 온실가스 총배출량 6억 8,830만 톤CO₂eq 전년 대비 0.4% 증가에 그쳐", 2014년 11월 3일자). 한편, 2012년 대비 감축율이 증가한 이유로 2013년에는 원전 시설 점검에 따라 원자력발전의 비중이 감소하고 화력발전 비중이 높아진 영향을 들 수 있음(온실가스종합정보센터, "2015 국가 온실가스 인벤토리 보고서", 2015).

5) 2014년 배출량의 감소는 이산화탄소 배출기여도가 높은 화력발전 비중의 감소, 가축 사육두수 및 폐기물 소각량의 감소, 정부의 온실가스 감축 정책 시행에 따른 효과 등이 복합적으로 작용한 것으로 볼 수 있음(온실가스종합정보센터 보도자료, "2014년 국가 온실가스 배출량 '98년 외환위기 이후 첫 감소", 2016년 11월 27일자).

6) 할당된 배출권 단위(Korean Allowance Units), 1 KAU = 1톤CO₂eq.

터는 동일한 범위 내에서 변동추이를 나타낼 수 있게 된다 (Park, 2013). z-변형 정규화식은 식 (1)과 같다.

$$z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

$$\text{여기서, } \mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$$

이때, 변수 N 과 x 는 각각 대상 기간과 해당 년도 동종 업종 기업의 배출량 평균을 나타낸다. 또한 μ 는 연구 대상 기간의 배출량 총합의 평균을, σ 는 대상 기간 업종 총 배출량의 표준편차를 나타낸다.

정규화를 거쳐 연구 대상 기간의 배출량 평균값은 '0', 각 년도의 배출량은 ± 1 범위 내에서 나타난다. 마이너스(-)값은 대상기간 내 업종의 평균 배출량보다 해당 년도에 적게 배출했다는 것을 의미한다. 이를 통해 대상기업 배출량이 5년간 어떠한 흐름으로 변동되었는지 그 추세를 확인하였으며, 2012~2014년 목표관리제 하 배출 추세 대비 배출권거래제에서의 추세를 비교하여 업종별 어떠한 제도에서 저감 추세가 나타나는지 결과를 도출하였다.⁷⁾

3.2 분석 자료

목표관리제와 배출권거래제 대상 기업은 매년 명세서를 부문별 관장기관에 제출해야 한다. 명세서란 제 3차 검증기관의 검증을 거친 온실가스 인벤토리 보고서로, 온실가스종합정보센터에서 이 정보를 관리 및 공개하고 있다. 온실가스종합정보센터에 공개된 기업 온실가스 명세서에서 대상 기업의 2012년부터 2016년까지 5개년 온실가스 배출량 자료를 수집하였다. 목표관리제 관리 대상 기업으로서 명세서를 공개한 818개 기업 중 2012년부터 2014년까지 3년 연속 온실가스 배출량 상위 10%에 해당하는 기업은 74개 16개 업종으로 나타난다⁸⁾. 이 중 2015년 배출권거래제 대상 기업으로 지정되지 않은 철도 업종(1개 기업)을 제외하고 73개 기업 15개 업종을 분석 대

상으로 선정하였다⁹⁾. 국가 온실가스 배출량은 2014년까지 확정되었으며(2016년 11월 공고), 2014년 국가 온실가스 배출량은 690.6백만 톤CO₂eq이다. 분석대상인 73개 기업의 2014년 배출량 합은 508백만 톤CO₂eq로, 국가 온실가스 배출량의 74%에 해당하여 배출량 추이 분석에 대표성을 지닌다고 할 수 있다.

배출 상위 10%의 배출량 추이를 확인하기 위하여, 2012년부터 2016년까지 업종별 배출 평균값을 확인하였으며(Table 1), 업종별 배출 평균값의 z-변형 정규화를 통해 범위를 동일화 하여 배출량을 정규화 점수로 나타내었다(Table 2).

4. 분석 결과

4.1 목표관리제 성과 분석

목표관리제 시행 전까지 국가 온실가스 총배출량은 2009년 596.7백만 톤CO₂eq, 2010년 656.6백만 톤CO₂eq, 2011년 682.6백만 톤CO₂eq로 전년대비 평균 4.9%p 증가하였으나, 목표관리제 시행 후 2012년 687.1백만 톤CO₂eq에서 2013년 696.5백만 톤CO₂eq로 전년대비 배출량은 1.4%p 증가하였다. 보다 자세한 목표관리제의 배출허용량 달성 여부를 확인하기 위하여 15개 업종에 속한 전체 기업의 배출 명세서를 분석하였다.¹⁰⁾ 해당 기업의 총 배출량은 2012년 15개 업종의 총 배출허용량의 약 96%였으나 2013년에는 배출허용량의 약 102% 2014년에는 약 101%로 나타났다. 15개 업종에 속한 전체 기업의 3개년 평균 배출허용량과 3개년 평균 배출량을 Fig. 1에서 확인할 수 있다. 10개 업종은 3년 동안 목표배출량을 달성하였으며, 5개 업종은 목표관리제 시행기간 동안 평균적으로 배출허용량 이상의 온실가스를 배출하였다. 대부분의 업종은 분석대상 기간 동안 큰 변동 없이 온실가스를 배출하였다.

목표관리제의 특성상 전년도 배출성적을 기준으로 매년 목표를 재설정하므로, 상황에 맞는 온실가스 배출 목표가 주어짐에 따라 대부분의 기업이 해가 지날수록 배출허용량에 근접하여 온실가스를 배출하고 있다.

그러나 폐기물, 자동차, 건물 부분은 배출허용량과 기업의

7) 대상기간 동안의 배출량 변동 추이를 분석하는 방법으로 정규화 방법 외에 변동률을 이용하여 분석을 진행할 수도 있음.

8) 전체 관리업체 818개에는 지역별 업체/사업장으로 구분되어 있으며, 본 연구에서는 4년 연속 배출량을 보고하고, 배출 상위 10%에 포함된 '업체'만을 대상으로 함.

9) 2015년부터 배출권거래제가 시행되면서 목표관리제 대상 기업 중 업체 기준 온실가스배출량 125,000톤 이상 기업은 배출권거래제 대상 기업으로 선정(도로와 철도는 배출권거래제에서 제외) (환경부고시 제2014-186호).

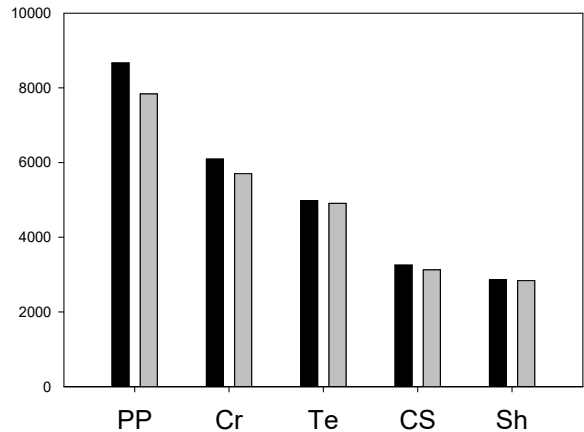
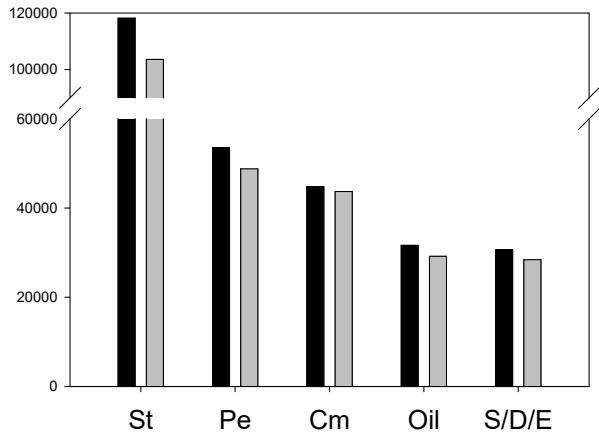
10) 환경부에서 고시한 관리업체 수 및 해당 업종은 해가 갈수록 확대 및 구체화 되고 있음. 환경부에서 보고한 업종별 온실가스 감축 목표에 따르면 2012년 19개 업종 458개 업체, 2013년 23개 업종 480개 업체, 2014년 24개 업종 560개 업체임(사업장 제외, 지역별 구분된 업체 통합). 대표 업종으로 구분된 16개 업종은 목표관리제 3개년 동안 업종으로 구분되었고, 3년 간 배출 상위 10% 기업이 포함되어 있기 때문에, 대표업종으로 볼 수 있음(환경부 보도자료, 2011년 10월 11일, 2012년 10월 16일, 2013년 10월 23일).

Table 1. Top 10% of average GHGs emissions by sector of industry in 2016

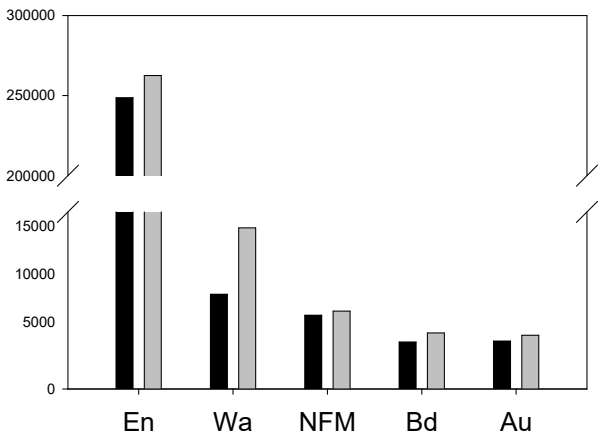
Sectors (unit: tCO ₂ eq)	Target Management System (TMS)			Emissions Trading Scheme (ETS)	
	2012	2013	2014	2015	2016
Steel	15,964,544	15,754,550	16,628,285	16,221,763	15,736,241
Energy	12,768,102	13,109,674	12,803,098	12,367,409	12,758,072
Cement	5,786,916	5,893,483	5,911,164	5,975,129	6,199,136
Oil	5,684,296	5,698,036	5,975,709	6,008,761	6,128,415
Semiconductor/display/electronics	3,769,875	3,955,629	4,170,497	3,905,336	3,526,891
Petrochemistry	2,755,285	2,849,816	2,937,092	2,882,091	2,995,710
Ceramic	1,713,945	1,647,208	1,679,447	1,863,065	1,979,574
Nonferrous metal	1,532,794	1,614,069	1,610,254	1,865,969	2,054,205
Waste	1,439,636	1,612,347	1,411,698	1,485,952	1,560,456
Textile	1,254,582	1,251,804	1,218,638	1,186,983	1,287,124
Automobile	1,193,409	1,153,012	1,165,457	1,160,347	1,132,159
Shipbuilding	973,964	946,099	1,076,444	959,261	897,214
Communication service	909,804	935,905	938,817	937,931	980,412
Paper · wood	815,925	794,267	806,079	794,856	781,606
Building	769,571	783,158	779,680	806,588	834,225

Table 2. Results of z-variant normalized values

Sector	Target Management System (TMS)			Emissions Trading Scheme (ETS)	
	2012	2013	2014	2015	2016
Steel	-0.26	-0.82	1.52	0.43	-0.87
Energy	0.03	1.32	0.16	-1.49	-0.01
Cement	-1.08	-0.39	-0.27	0.14	1.60
Oil	-1.08	-1.01	0.39	0.55	1.16
Semiconductor/display/electronics	-0.40	0.38	1.28	0.17	-1.42
Petrochemistry	-1.42	-0.38	0.58	-0.02	1.23
Ceramic	-0.45	-0.92	-0.69	0.62	1.45
Nonferrous metal	-0.93	-0.56	-0.57	0.60	1.46
Waste	-0.75	1.32	-1.08	-0.19	0.70
Textile	0.39	0.31	-0.55	-1.38	1.24
Automobile	1.47	-0.35	0.21	-0.02	-1.30
Shipbuilding	0.05	-0.37	1.61	-0.17	-1.11
Communication service	-1.21	-0.18	-0.07	-0.10	1.57
Paper · wood	1.34	-0.33	0.58	-0.28	-1.30
Building	-0.97	-0.44	-0.58	0.46	1.53



(a) Achieved GHGs emissions allowance



(b) Non-Achieved GHGs emissions allowance

■ 3-year average GHGs emissions allowance
 □ 3-year average GHGs emissions

St: steel, Pe: petrochemistry, Cm: cement, Oil: petroleum refineries, S/D/E: semiconductor/display/electronics, PP: paper/wood, Cr: ceramic, Te: textile, CS: communication service, Sh: shipbuilding, En: energy, Wa: waste, NFM: nonferrous metal, Bd: building, Au: automobile (Unit: 1,000 tCO₂eq)

Fig. 1. Comparison of average emissions with average allowance in the TMS, 2012~2014.

온실가스 저감 활동 간의 괴리가 크게 나타났다. 특히 폐기물 업종은 배출허용량을 크게 웃도는 수치를 보여주고 있는데, 2012년부터 2014년까지 폐기물 업종의 배출량은 꾸준히 증가하였으며, 에너지탄소집약도¹¹⁾ 역시 3년 동안 대상 기업 중 가장 높은 수치를 보였다. 대상 기업 전체의 에너지탄소집약도 3개년 평균이 97톤CO₂eq/TJ인 반면, 폐기물 업종의 에너지탄소집약도는 922톤CO₂eq/TJ로 약 10배에 달하는 에너지 사용 형태를 보이고 있다. 이는 에너지 사용량 대비 온실가스 배출량이 많다는 것을 의미하며, 인구증가와 경제성장에 따라 증가되는 폐기물 처리량과 비례하여 온실가스 배출량이 증가하므로(GIR, 2015), 이러한 특성을 감안하여 적합한 목표 설정이 필요하다.

목표관리제는 직접규제임에도 불구하고, 배출감축 실적이 미

미하거나, 오히려 증가한 업종이 발생하는 이유 중 하나로 감축에 대한 동기 부여가 약한 점을 꼽을 수 있다. 목표관리제는 미달성 기업에 대한 패널티 제도를 마련하고 있으나, 그 규정이 실제로 이행된 실적은 ‘0’건이다. 또한 배출량 재조정이 제도 이행 중간에 가능함에 따라 제도의 강제성이 미미하였고, 이에 따라 대상 기업들의 저감 활동에 대한 관심과 노력이 부족했을 것으로 추측된다.

4.2 배출권거래제 성과 분석

배출권거래제가 시행된 첫 해인 2015년 온실가스 배출권의 총 거래량은 483.7만 톤CO₂eq으로 집계되었으며, 배출권의 평균 가격은 12,028원이었다. 2015년 배출권의 시작가격은 8,640원에서 2016년 6월 마감가격 17,000원까지 큰 변화

11) 온실가스배출량을 에너지사용량으로 나누어 구한 값.

가 있었다. 기업의 배출권거래제 이행실적 제출은 2016년 6월에 마감되었으며, 실적확인 결과, 배출권거래제 성과는 당초 우려와 달리 양호한 것으로 나타났다. 배출권거래제의 3년치 할당량 중 1년치(2015년분)인 총 5억 4,900만 톤CO₂eq의 배출권을 대상으로 첫 정산이 완료되었다. 배출권을 할당받은 기업 522곳 중 290개 기업(43.5%)이 배출허용 기준치 내 배출을 달성하여, 총 배출권 여유분은 1,700만 톤CO₂eq이다. 배출권이 남은 기업 중 227개 기업(78.3%)에서 배출권을 이월하였는데, 이는 배출권거래제가 시행된 첫 해였기 때문에 향후 남은 2년간 시장가격 변화 양상 예측이 불확실하여 리스크 관리 상 안전하게 여유분을 이월한 것으로 추측된다. 배출권이 부족했던 업체는 대상기업의 44.4%인 232곳으로 총 1,100만 톤CO₂eq이 부족하였다. 기획재정부에 따르면 이 중 183개 기업은 부족한 만큼을 2016~2017년분에서 미리 차입하거나, 시장

에서 매입하여 배출권 할당량으로 사용하였다. 그리고 나머지 49개 기업(9.3%)은 정부에 추가할당과 할당취소 등의 이의신청을 진행 중에 있다. 이와 같이 배출권거래제 시행 초기에 배출권이 너무 적게 할당되었다는 우려와 달리, 절반 이상의 기업들이 할당목표를 달성하였으며, 배출량을 초과하여 연평균 시장가격의 3배에 달하는 과징금을 내야 하는 기업은 없었다¹²⁾. 배출권 정산 전에는 배출권을 구하지 못한 사업장이 많아 과징금 부과 우려도 있었지만, 차년도 배출권을 미리 쓸 수 있도록 하는 차입 한도를 10%에서 20%로 늘렸고, 정부 보유 90만 톤CO₂eq의 배출권을 시장에 내놓는 등 거래 시장이 안정화 되면서 구입 물량이 넉넉해져 과징금 문제는 발생하지 않았다(KEA, 2016).

목표관리제 대비 배출권거래제의 감축효과를 비교하기 위해 Fig. 2와 같이 목표관리제(2012~2014년)에서의 평균배출량과 배출권거래제(2015~2016년)의 배출량을 비교하여 배출

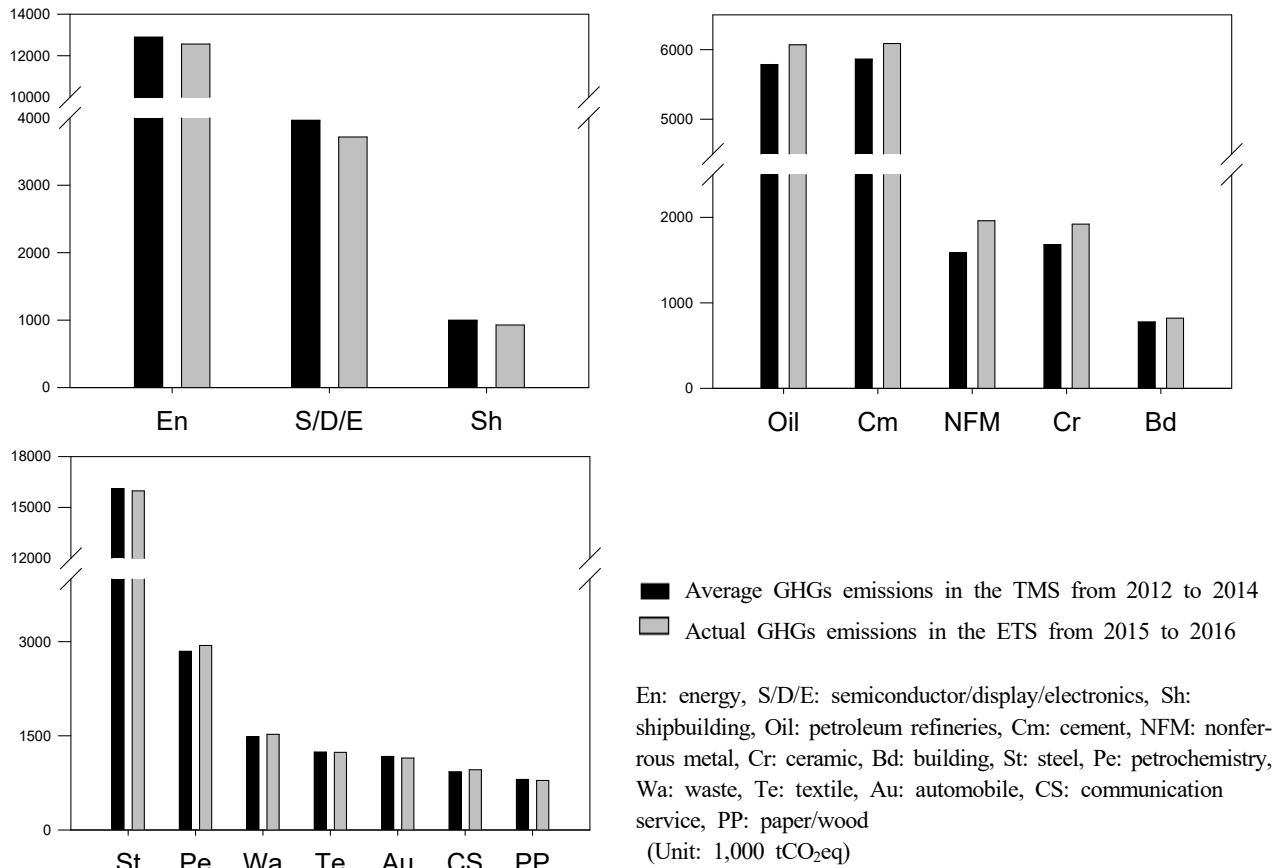


Fig. 2. Comparison of actual GHGs emissions in the ETS with those in the TMS by industry.

12) 「온실가스배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」 제27조 제1항 및 제33조 제1항에 의거, 초과 배출 이산화탄소 1톤 당 10만원의 범위에서 해당 이행연도의 배출권 평균 시장거래가격의 3배 이하의 과징금 부과. 실적 제출이 마감된 2016년 7월 기준 과징금 부과 업체 없음.

권거래제에서 배출량이 상승한 업종, 하강한 업종, 그 변화가 미미한 업종으로 분류해 보았다. 그 결과, 15개 업종 중 3개 업종은 배출권거래제에서 배출량이 감소한 것으로 나타났으며, 5개 업종은 목표관리제에서의 3개년 평균 배출량이 더 적은 것으로 나타났다. 이 외 7개 업종의 배출량 차이는 ±1% 차이로 제도의 변화에 의한 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

15개 업종 중 대부분의 배출 비중을 차지하는 철강, 발전에너지, 시멘트, 정유, 반도체/디스플레이/전기전자 업종의 배출 추세를 살펴보면, 발전에너지 업종과 반도체/디스플레이/전기전자업종이 배출권거래제에서 특히 배출량이 감소되는 추세를 보이고 있다. 배출비중 1위인 철강업종은 제도 변화에 따른 영향을 없는 것으로 보여지며, 시멘트와 정유 업종은 목표관리제에서 온실가스 감축 효과가 더 큰 것으로 나타났다.

4.3 배출상위 6개 대표 업종의 성과 비교

배출 상위 10% 해당 기업 중 배출비중 3% 이상의 상위 6개 업종을 대표로 Fig. 3과 같이 목표관리제와 배출권거래제 하에서의 배출 추이를 비교하였다. 먼저 2012~2014년까지의 배출추이를 기준으로 상승 추세였던 업종과 변동이 미미한 업종으로 분류하였다.

2012~2014년 배출량 변동추이와 비교하여, 목표관리제 하에서 배출량이 지속적으로 상승하던 기업 중 시멘트와 정유, 석유화학 업종은 배출권거래제에서도 계속해서 배출량이 상승하는 추세를 보이며, 반도체/디스플레이/전기전자 업종은 배출권거래제 하에서 배출량이 감소하였다. 목표관리제 하에서

뚜렷한 변동을 보이지 않던 발전에너지와 철강 업종은 배출권거래제에서 배출량이 감소하는 추세로 접어드는 모습을 나타내었다.

제도 변경 전·후의 배출 양상을 살펴보기 위하여 2012년 대비 2014년의 업종 평균 배출량 변동량, 2015년 대비 2016년의 업종 평균 배출량 변동량을 통해 목표관리제와 배출권거래제 중 더 큰 감축성고를 이룬 제도에 해당 기업을 나열하였다. 각 제도별 더 좋은 감축 성과를 나타낸 기업의 업종을 확인한 결과, Table 3에 나타나 있듯이 배출권거래제에서 더 큰 감축을 보인 업종이 많은 것으로 나타났다. 그러나 대상기업 중 가장 많은 배출 비중을 차지하는 발전에너지 업종은 제도의 변화에 큰 영향을 받지 않은 것으로 나타났으며, 두 번째로 많은 온실가스를 배출하는 철강 업종은 배출권거래제에서 감축 성과를 낸 기업이 더 많은 것으로 나타났다. 배출권거래제에서 성과가 좋았던 기업의 배출량 비중의 합은 전체 대상 기업(73개) 5년 간 총배출량 총합의 40%를 차지하는 것으로 나타났다.

5. 결 론

한국은 2012년부터 목표관리제를 시작으로 탄소배출 감축을 위한 정책을 마련하고 있으며, 2015년에는 배출권거래제를 도입하여 운영하고 있다. 배출권거래제가 시행된 첫 해인 2015년 온실가스 배출권의 총 거래량은 483만 7,000톤CO₂eq으로, 이는 배출권거래제의 3년치 할당량 중 1년치(2015년분)인 총 5억 4,900만 톤CO₂eq의 0.9% 해당하는 아주 미미한 수

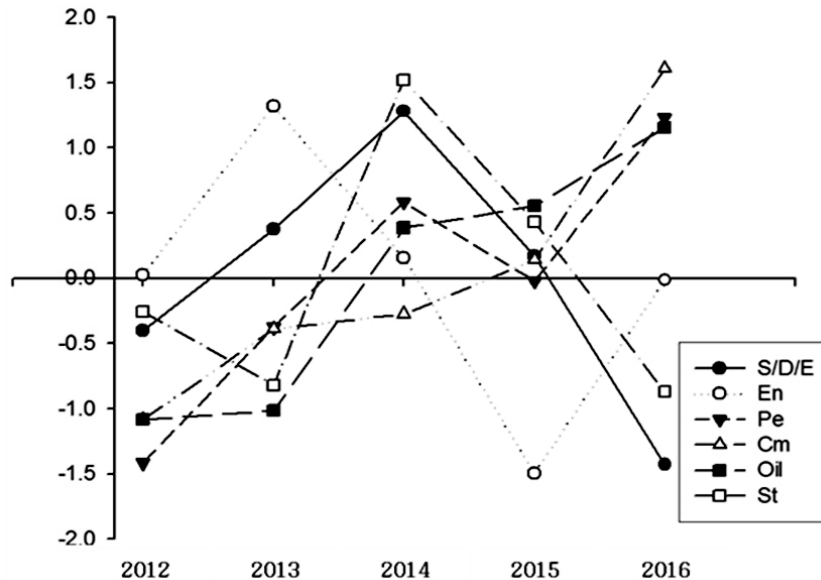


Fig. 3. GHGs emission trend of the top six industries with z-variant normalized values.

Table 3. Distribution of business entities with better effect to the reduction by industry and system

Sector	No. of Co.	ETS is better		TMS is better		No difference	
		No. of Co.	% of total emissions	No. of Co.	% of total emissions	No. of Co.	% of total emissions
En (Energy)	20	6	12.61	7	24.76	7	13.49
St (Steel)	6	4	18.69	2	0.51		
Cm (Cement)	7	2	2.16	3	4.59	2	1.56
Pe (Petrochemistry)	12	5	1.99	3	1.39	4	3.52
Oil (Petroleum refineries)	5	1	0.24	1	1.50	3	4.14
S/D/E (Semiconductor/display/electronics)	6	4	2.73	-	-	2	1.89
(Omitted below)							
Total	73	27	40.00	22	34.00	24	26.00

준이다. 그러나 배출권을 할당받은 기업 522곳 중 55.6%인 290곳의 기업이 감축 목표를 달성하였고, 총 배출권 여유분은 1,700만 톤CO₂e_q로 배출권거래제 1차년도에 배출감축 성과는 양호한 것으로 볼 수 있다.

본 연구에서는 2012년부터 운영되어온 목표관리제 하에서의 온실가스 감축성과와 2015년 시작된 배출권거래제 하에서의 온실가스 감축성과를 포함하여 4년간의 업종별 온실가스 배출 성과 추이를 분석하였으며, 이를 통해 탄소배출 감축을 위한 제도운영을 통해 실제 탄소배출 감축이 나타나고 있는지 확인하였다. 연구 결과, 목표관리제에 비하여 배출권거래제의 온실가스 감축 성과가 효과적이라고 확정하기엔 시기상조이지만, 배출권거래제가 시행된 지 1년이라는 점과 단기적이기는 하지만 온실가스 배출량 추세가 감소하는 방향으로 나타나고 있다는 점에서 긍정적이라고 할 수 있다. 특히 목표관리제 하에서는 배출 상위 10% 기업이 포함된 15개 업종의 배출허용 기준치 달성율은 3년 연속 100%에 가까운 결과를 나타내고 있다. 또한 배출권거래제 제 1차 계획기간 배출권 총수량(MOE, 2014) 중 약 65%를 차지하는 발전에너지와 철강업종은 목표관리제 하에서 뚜렷한 변동을 보이지 않았으나, 배출권거래제에서 배출량이 감소하는 추세로 접어드는 모습을 나타내었다.

이 같은 추세가 지속된다면 INDC 실현 방안 중 발전에너지에서의 온실가스 배출량 감축을 통해 국가 온실가스 배출 감축에 크게 기여할 것으로 기대된다. 목표관리제 시행 전 한국의 온실가스 배출 추세가 계속해서 증가하고 있었다는 점을 감안하였을 때, 이는 제도를 통한 온실가스 배출 감축 노

력의 결과로 볼 수 있다. 또한 대상기업 73개 중 목표관리제 이행 기간이었던 2014년 대비 배출권거래제로 제도가 전환된 2015년에 온실가스 배출량 감축 성과가 더 좋은 기업은 32개 기업으로 나타났다. 이는 배출권거래제 시작의 청신호로 볼 수 있으며, 이러한 추세가 지속된다면 INDC 실현 방안 중 하나인 배출권거래제의 효과적인 운영을 통해 국가 온실가스 감축 목표 달성에 직·간접적으로 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구 결과는 실제 배출량을 토대로 목표관리제와 배출권거래제의 업종별 성과를 비교·분석하여 시사점을 도출하였고, 동 결과는 향후 관련 정책 수립에 기초자료로 활용될 수 있다는 장점을 갖고 있다. 하지만 온실가스 감축성과는 두 제도의 특성 차이뿐만 아니라, 산업구조 및 각 기업의 경영전략에 따른 결과가 혼재되어 있다는 점에서 한계를 지니고 있다. 보다 정확한 제도 간의 성과를 비교하기 위해서는 적어도 목표관리제의 운영 기간과 동일한 기간의 배출권거래제 성과 데이터와 그 상관관계를 확인하기 위한 통계적 분석이 추가되어야 할 것이다. 또한 온실가스 감축에 영향을 미치는 다양한 경제 및 사회적 외부요인이 고려될 필요가 있다.

REFERENCES

- Accounting Standards for Non-Public Entities: Greenhouse-Gas Emission Permits and Emission Liability. No. 33. 2014. Korea Accounting Standards Board.
- Act on Low Carbon/Green Growth. No. 9931. 2010.

- Act on the Allocation and Trading of Greenhouse Gas Emission Permits. No. 11419. 2012.
- Chae JO, Park SK. 2016. Status of Korea ETS and strategies to improve in one year after launching: Through comparing with EU ETS. *Journal of Climate Change Research* 7(1):41-48 (In Korean with English abstract).
- Cho HJ, Kim HN. 2016. A legal and political study on market stabilization in emissions trading scheme. *Korean Environmental Law Association* 38(1): 279-304 (In Korean with English abstract).
- Enforcement Decree of the Framework Act on Low Carbon/Green Growth. No. 22124. 2010.
- Greenhouse Gas Inventory & Research Center of Korea(GIR). 2015. National Greenhouse Gas Inventory Report of Korea. Seoul.
- Greenhouse Gas Inventory & Research Center of Korea(GIR). <http://www.gir.go.kr>
- Greenhouse Gas Inventory & Research Center of Korea. Press Release. 2016. 11. 27. <http://www.gir.go.kr/home/board/read.do?menuId=11&boardId=118&boardMasterId=4>
- Jin SH, Kim SK. 2015. Analysis of effectiveness of greenhouse gas and energy target management system: Focusing on expert performance evaluation. *Korean Association for Public Administration* 25(4): 1-23.
- Kelly L, Rich D. 2015. Designing and preparing Intended Nationally Determined Contributions(INDCs). WRI and UNDP. Washington, DC.
- Kim GL, Yu JM, Kim JT. 2016. Challenges to stabilizing market prices in Korean emissions trading and policy direction. *Journal of Environmental Policy and Administration* 24(2): 189-210 (In Korean with English abstract).
- Korea Energy Agency(KEA). 2016. Domestic issue: Submitting the first year performance in emissions trading scheme. *KEA Energy Issue Briefing* 46(141): 3-4.
- Korea Exchange(KRX). Press Release 2016. 4. 25. <http://open.krx.co.kr/contents/OPN/05/05000000/OPN05000000.jsp#f3647848b826aa1ddee224c4b5526f4=4&view=20>
- Lee SY. 2012. GHG emission trading scheme design considering target management system. Korea Environment Institute(KEI). Sejong-si.
- Lim JK, Kim JI. 2003. Analysis of effects of emissions trading scheme and carbon tax on GHG reduction. *Environmental and Resource Economics Review* 12(2): 245-274.
- Ministry of Environment(MOE). Press Release 2011. 10. 11. <http://www.me.go.kr/home/file/readDownloadFile.do?fileId=13268&fileSeq=1>
- Ministry of Environment(MOE). Press Release 2012. 10. 16. <http://www.me.go.kr/home/file/readDownloadFile.do?fileId=13916&fileSeq=1>
- Ministry of Environment(MOE). Press Release 2013. 10. 23. <http://www.me.go.kr/home/file/readDownloadFile.do?fileId=13288&fileSeq=1>
- Ministry of Environment(MOE). Press Release 2014. 11. 3. <http://www.me.go.kr/home/file/readDownloadFile.do?fileId=110390&fileSeq=1>
- Ministry of Environment(MOE). 2014. National Emission Permit Allocation Plan.
- Ministry of Environment(MOE). 2014. Notice of the standards for the target management system. No. 2014-186.
- Ministry of Environment(MOE). 2015. Notice of changed companies to be assigned to emission trading scheme. No. 2015-79.
- Ministry of Strategy and Finance(MOSF). 2014. Framework for emission trading schemes.
- Park YS. 2013. Effects of normalization and aggregation methods on the volatility of rankings and rank reversals. *Journal of the Korean Society for Quality Management*. 41(4): 710-712 (In Korean with English abstract).
- Yoo DH. 2004. GHG emission outlook in industry. Korea Energy Economics Institute(KEEI). Ulsan.
- Yoon SJ, Won KY. 2013. Assessment of target management system by stakeholders: Focusing on survey. *Proceeding of 2013 Korean Association for Public Administration. Spring Conference:618-637.*