

배출권거래제에서 무상할당 비율을 낮추는 것이 항상 바람직한가?: 한계 비효율성의 관점에서[†]

강판상* · 이지웅**

요약 : 많은 국가에서 배출권거래제를 도입할 때 기업의 급격한 비용부담을 완화하고 정책의 수용성을 제고하기 위해 도입 초기에는 높은 비율로 무상할당을 시행하고, 이후에는 탄소누출의 위험을 고려하며 점차 그 비율을 낮추어 가는 것이 일반적이다. 이는 ‘오염자 부담 원칙 (Polluter-Pays Principle)’에 따른 것으로, 낮은 무상할당 비율을 고도화된 배출권거래제의 요소 중 하나로 흔히들 간주한다. 이에 본 연구는 배출권 시장이 완전경쟁시장이 아닌 경우, 무상할당 비율을 낮추는 것이 한계 비효율성의 관점에서 바람직하지 않을 수 있음을 간단한 배출권 시장 모형을 통하여 확인한다. 특히 특정 시장 조건에서 배출권 시장의 왜곡으로부터 초래되는 비효율성을 최소화하는 무상할당 비율이 존재함을 입증함으로써 낮은 무상할당 비율이 반드시 배출권거래제의 개선을 의미하는 것은 아님을 보인다.

주제어 : 배출권거래제, 시장 지배적 기업, 경쟁적 변방기업, 무상할당 비율

JEL 분류 : D43, Q52, Q58

접수일(2024년 3월 14일), 수정일(2024년 5월 27일), 게재확정일(2024년 6월 5일)

[†] 이 논문은 2022년 대한민국 교육부와 한국 연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이다(NRF-2022S1A3A2A01088-457). 익명의 두 심사자에게 감사드린다.

* 국립부경대학교 경제사회연구소 전임연구원, 제1저자(e-mail: vonpansang@gmail.com)

** 국립부경대학교 경제학과 부교수, 교신저자(e-mail: j.lee@pknu.ac.kr)

Is Reducing Free Allocation Always Desirable in Emissions Trading Schemes?: A Perspective on Marginal Inefficiencies[†]

Pan Sang Kang* and Jiwoong Lee**

ABSTRACT : In introducing emissions trading schemes, many countries start with a high level of free allocation to reduce the sudden cost burden on companies and increase acceptance of the policy. The free allocation is then gradually reduced, considering the risks of carbon leakage. This aligns with the “polluter pays” principle and is often considered one of the elements of an advanced emissions trading scheme. In this context, this study uses a simple emissions trading market model to show that decreasing the free allocation rate may not be desirable if the emissions market is not perfectly competitive. In particular, by identifying the existence of a free allocation rate at which the cost inefficiency is minimized, this study demonstrates that having a low level of free allocation does not necessarily imply the improvement of the emissions trading scheme.

Keywords : Emissions trading scheme, Dominant firm, Competitive fringe firm, Free allocation

Received: March 14, 2024. Revised: May 27, 2024. Accepted: June 5, 2024.

[†]This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2022S1A3A2A01088457). We would like to thank two anonymous reviewers for their constructive suggestions.

* Research Fellow, Institute for Economics and Society, Pukyong National University, First author (e-mail: vonpansang@gmail.com)

** Associate Professor, Department of Economics, Pukyong National University, Corresponding author (e-mail: j.lee@pknu.ac.kr)

1. 서론

2015년부터 시행된 온실가스 배출권거래제(이하 ‘배출권거래제’)는 국가 전체 온실가스 배출량의 70% 이상을 대상으로 하는 우리나라의 핵심 기후변화 정책이다. 배출권거래제하에서 정부는 주어진 국가 계획에 따라 매년 배출권을 발행하고, 각 기업은 자신의 필요에 따라 자발적으로 배출권을 거래하게 된다. 감축비용이 가장 낮은 경제주체를 정부가 알 수 없는 상황에서, 배출권거래제는 단기적으로는 시장 메커니즘을 이용하여 총 감축비용 최소화를 실현할 수 있게 하고, 장기적으로는 경제주체에게 탄소가격 신호를 제공함으로써 저탄소 기술 개발의 유인을 제공한다는 점에서 이론적으로 유효한 정책으로 인정받고 있으며, 실제로도 우리나라, EU, 중국 등 주요 국가에서 시행 또는 시행 예정이다.¹⁾

그러나 배출권거래제가 가진 위와 같은 장점에도 불구하고 실제 배출권거래제 도입 시에는 배출권 비용 부담으로 인해 민간의 정책 수용성이 낮은 것이 사실이다. 따라서 시행 초기에는 정부가 발행하는 배출권의 상당 비율을 과거 배출량 등 일정 기준에 기반해 무상할당(grandfathering)함으로써 제도의 수용성을 제고하고, 이후 탄소누출(carbon leakage)의 위험을 고려하며 무상할당 비율을 단계적으로 낮추어 가는 방식을 채택하고 있다.

실제로 2008년부터 세계 최초로 배출권거래제를 채택한 EU는 1기(2005-2007)와 2기(2008-2012) 동안 모든 회원국에서 대부분의 배출권을 국가별 할당계획(National Allocation Plan)에 따라 과거배출량에 기반한 방식으로 무상할당하였으며, 3기(2013-2020)부터는 벤치마크 방식에서의 기준변경과 함께 발전 부문은 전부 유상할당하는 등 무상할당 비율을 점차 낮추고 있다(손인성·김동구, 2021). 우리나라도 제도가 도입되었던 제1차 계획기간(2015-17년)에는 유상할당 비율이 0%이었지만, 제2차 계획기간(2018-20년)에는 3%, 제3차 계획기간(2021-25년)에는 10%로 상향시켜가며 무상할당 비율을 점차 낮추어 왔다(기획재정부·환경부, 2019). 제4차 계획기간(2025-30년) 유상할당 비율은 2024년 하반기 수립 예정으로 미정이지만(관계부처 합동, 2024), 제3차 계

1) 세계은행에 따르면, 2023년 3월 31일 현재 36곳의 국가 혹은 지역에서 배출권거래제를 도입 혹은 도입 예정이다 (<https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>).

획기간의 그것보다는 높을 것으로 예상된다.

이렇듯 제도의 수용성 확보와 탄소누출 위험의 최소화를 위해 무상할당을 시행하지만, ‘오염자 부담 원칙(Polluter-Pays Principle)’에 따라 유상할당 비율을 가능한 높이는 방향으로 제도가 전환되고 있다. 하지만 이와 같은 제도의 전환은 배출권 시장이 완전경쟁시장이라는 전제를 바탕으로 하고 있으며, 이 전제가 성립하지 않으면 예상치 못한 온실가스 감축비용의 비효율성을 초래할 수도 있다. 구체적으로 생산물 시장에서 시장 지배력(*market power*)을 가진 기업들은 초기 자본 등의 우위를 바탕으로 경쟁 기업들보다 더 나은 온실가스 감축기술을 도입할 수 있으며, 감축기술의 우위를 바탕으로 배출권 시장에서도 시장 지배력을 확보할 수 있다. 또한, 이 경우 해당 기업들은 시장 지배력을 활용해 배출권 가격을 조작(*price manipulation*)할 유인을 가질 수 있으며, 이 같은 배출권 가격의 조작은 배출권거래제의 비용 효율성(*cost efficiency*)을 감소시키는 주요 요인으로 지목되어 왔다(Eshel, 2005; Hintermann, 2017).

위의 논의들을 기반으로 본 연구에서는 먼저 Hahn(1984)의 모형, 즉 시장 지배력을 갖는 단일 기업(이하 시장 지배적 기업, *dominant firm*)과 다수의 경쟁적 변방기업(*competitive fringe firms*)들이 존재하는 배출권 시장모형을 활용해 배출권 시장의 균형에서 이루어지는 기업들의 배출권 수요를 분석한다. 다음으로 시장 지배적 기업의 배출권 거래로부터 초래되는 온실가스 감축비용의 비효율성을 한계 비효율성(*marginal inefficiency*)을 활용해 측정한 뒤, 이를 개선하기 위한 정부의 유상할당 비율 결정과 추가적인 대안들에 대해 논의한다.

시장 지배적 기업의 배출권 거래로부터 초래되는 온실가스 감축비용의 비효율성과, 이를 개선하기 위한 정부의 유상할당 비율 결정을 분석한 본 연구의 주요 결과들은 다음과 같다. 먼저 유상할당 비율의 증가는 배출권 시장의 균형에서 시장 지배적 기업의 역할(*position*)에 따라 해당 기업의 균형 배출권 수요에 상이한 영향을 주게 된다. 즉 시장 지배적 기업이 배출권의 구매자(판매자)인 경우 해당 기업은 유상할당 비율이 증가함에 따라 배출권 거래량을 증가(감소)시키게 된다. 다음으로 시장 지배적 기업의 배출권 거래는 온실가스 감축비용의 한계 비효율성을 초래하며, 해당 기업의 균형 배출권 거래량이 증가(감소)할수록 한계 비효율성 역시 증가(감소)한다. 또한 시장 지배적 기업의 배출권 거래로부터 초래되는 한계 비효율성을 최소화하는 유상할당 비율이 존재하며, 정부

는 이 같은 유상할당 비율 설정을 통해 한계 비효율성을 개선할 수 있다. 따라서 이 같은 본 연구의 주요 결과들은 배출권 시장이 완전경쟁시장이 아닌 경우 높은(낮은) 유상(무상)할당 비율이 반드시 배출권거래제의 개선을 의미하는 것은 아님을 시사한다.

반면, 본 연구의 분석 결과를 기반으로 한 제안을 국내 배출권 시장에 그대로 적용하는 것은 주의가 필요하다. 구체적으로 국내 배출권 시장의 구조는 여러 산업이 배출권 시장에 참여하고 있으므로 시장 지배력을 갖는 기업이 여럿 있을 수 있다. 하지만 이 같은 경우라도 해당 기업들의 배출권 거래로부터 초래되는 한계 비효율성을 최소화하는 유상할당 비율이 존재할 것으로 예상되며, 본 연구에서 제시된 모형을 적절히 확장한다면 이를 규명할 수 있을 것이다.

본 연구는 배출권 시장의 왜곡 또는 불완전성(market imperfection)이 초래하는 비효율성 및 이를 개선하기 위한 대안들을 논의한 연구들과 밀접하게 연관되어 있다. Hahn (1984)의 연구를 시작으로 Westskog(1996), Godby(2002), Maeda(2003), Eshel(2005), 그리고 Dickson and MacKenzie(2022)는 배출권 시장에 시장 지배적 기업이 존재하는 경우 해당 기업의 배출권 거래 또는 배출권 가격 조작으로 인해 초과 감축비용이 초래됨을 보였다. 또한 이 같은 비효율성을 개선하기 위한 대안으로써 시장 지배적 기업에게 필요한 만큼의 배출권을 무상으로 할당하고 해당 기업의 배출권 거래를 제한할 것을 제안하였다.

다음으로 Misiolek and Elder(1989), Von der Fehr(1993), Sartzetakis(1997), Hintermann(2011)은 배출권 시장 및 생산물 시장에서 동시에 시장 지배력을 갖는 기업들은 경쟁기업들의 생산비용을 증가시키기 위해 배출권 거래량을 조절할 유인을 가지며, 이로 인해 배출권 시장에 비효율성이 초래될 수 있음을 보였다.

본 연구는 유상할당 배출권 시장의 효율성을 분석한 연구들과도 관련이 있다. 대표적인 연구로서 Cramton and Kerr(2002)는 배출권의 할당방식 중 경매(ascending-clock auction)와 그랜드파더링을 비용 효율성과 감축기술 개발 유인 제공 측면에서 비교한 뒤, 경매가 그랜드파더링에 비해 더 나은 대안임을 보였다. 또한 Smith and Swierzbinski (2007) 그리고 Haita(2014)는 배출권 경매에 시장 지배력을 갖는 기업이 존재하는 경우 경매 청산가격(auction clearing price)과 배출권의 시장 가격 사이에 불일치가 초래됨을 보였다. 마지막으로 Jiang et al.(2016)은 배출권 경매 및 생산물 시장에서 동시에 시장 지

배력을 갖는 기업이 경매가격에 영향을 줌으로써 배출권 경매에 비효율성이 초래됨을 보였다.

본 연구는 배출권 시장의 불완전성을 가정한 점에서 기존 연구들과 맥락을 같이한다. 하지만 앞서 언급한 연구들은 모두 정부가 배출권을 전량 무상할당하거나 유상할당하는 경우만을 고려하고 있다. 따라서 유상할당과 무상할당이 혼합되어 사용되고 있는 현재의 배출권거래제와 관련해 이 연구들이 주는 시사점은 제한적일 수 있다. 본 연구는 이 같은 한계를 보완하기 위해 유상할당 비율을 정부의 정책변수로 간주해 한계 비효율성을 최소화하는 유상할당 비율에 대해 논의한 점에서 그 학술적 기여가 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 제Ⅱ 장에서는 시장 지배적 기업이 존재하는 배출권 시장 모형을 소개한다. 제Ⅲ 장에서는 시장의 균형을 도출하고, 유상할당 비율에 따른 시장 지배적 기업의 배출권 수요를 도출한다. 제Ⅳ 장에서는 배출권 시장의 왜곡으로 인해 초래되는 온실가스 감축비용의 비효율성을 살펴보고, 이러한 비효율성 개선을 위한 정부의 유상할당 비율 결정을 분석하며, 제Ⅴ 장에서는 온실가스 감축비용의 비효율성을 개선하기 위한 몇 가지 대안을 모색한다. 마지막으로 제Ⅵ 장에서는 연구결과를 요약하고 향후 연구과제에 대해 논의한다.

II. 모형

배출권거래제에 따라 온실가스 배출을 규제받는 N 개의 온실가스 배출기업(이하 기업)들을 고려한다. 단, $1 < N < \infty$. 배출권거래제하에서 기업들은 배출권 시장으로부터 배출권을 구매해 생산에 수반되는 온실가스를 배출하거나, 또는 감축기술을 활용해 온실가스 배출량을 감축해야 한다. 배출권 시장에는 시장 지배적 기업인 기업 1과 배출권 가격의 수용자인 $N-1$ 개의 경쟁적 변방기업들이 존재하고 있으며, 시장 지배적 기업은 경쟁적 변방기업보다 더 나은 감축기술을 보유하고 있다.²⁾ 또한, 향후 논의의 편의

2) 시장 지배력을 갖는 기업은 경쟁 기업들에 비해 더 많은 초기자본을 보유하고 있으며 이를 활용해 더 나은 감축기술을 도입할 수 있다. 이 같은 논의를 바탕으로 배출권 시장에서 특정 기업의 시장 지배력이 감축기술의 우위로 인해 초래된다는 가정은 배출권거래제를 분석한 많은 연구들에서 채택되고 있으며, 대표적인 연구로는 Eshel(2005)이 있다. 본 연구 역시 선행연구들과 같이 특정 기업의 시장 지배력은 감축기술의 우위로부터 초래된다고 가정한다.

를 위해 경쟁적 변방기업들은 모두 동질적이라 가정하며, 경쟁적 변방기업에 해당되는 각 기업을 $f \in \{2, \dots, N\}$ 로 나타내자.

배출권거래제를 시행하는 정부는 먼저 목표 온실가스 배출량(total emissions cap)을 설정하며 이를 T , 그리고 배출권거래제 시행 전 기업들이 배출하고 있는 온실가스의 총합을 \bar{T} 로 나타내자. 단, $0 < T < \bar{T}$. 다음으로 정부는 배출권의 유무상 할당비율을 결정하며 유상할당 비율을 μ , 그리고 무상할당 비율을 $1 - \mu$ 라 하자. 단, $0 \leq \mu \leq 1$. 따라서 배출권의 총 유상할당량은 μT , 그리고 총 무상할당량은 $(1 - \mu)T$ 가 된다.

배출권의 총 무상할당량 $(1 - \mu)T$ 는 정부가 기업들에게 무상으로 할당하며, 각 기업의 초기 무상할당량(initial free allocation of permits)은 아래와 같이 결정된다.

$$\tau_1 = \gamma(1 - \mu)T, \quad \tau_f = \frac{(1 - \gamma)(1 - \mu)}{N - 1}T. \quad (1)$$

식 (1)의 $\gamma \in (0, 1)$ 는 배출권의 무상할당 시 정부가 경쟁적 변방기업 대비 기업 1에 부여하는 가중치를 나타낸다.³⁾ 또한 식 (1)과 배출권의 총 유상할당량으로부터 정부의 목표 온실가스 배출량은 $\tau_1 + (N - 1)\tau_f + \mu T$ 와 동일함을 알 수 있다.

배출권거래제 시행 전 각 기업은 생산에 수반되는 온실가스를 제한 없이 배출하고 있다. 분석의 편의를 위해 배출권거래제 시행 전 각 기업의 온실가스 배출량은 동일하다고 가정하며, 이 배출량을 e 로 나타내자. 단, $\sum_{i=1}^N e_i = \bar{T}$. 하지만 배출권거래제가 시행되면 기업들은 무상할당 받은 배출권이나 시장으로부터 구매한 배출권을 사용해 온실가스를 배출해야 한다. 또한 보유한 배출권을 초과하여 온실가스를 배출할 수는 없으므로, 감축 기술을 활용해 온실가스 배출량을 감축하게 된다. 이 같은 사항들을 고려해 기업 1 및 경쟁적 변방기업들의 온실가스 감축량을 아래와 같이 나타내자.

$$a_1 \equiv e - (\tau_1 + x_1), \quad a_f \equiv e - (\tau_f + x_f). \quad (2)$$

3) 본 연구에서는 기업 1이 경쟁적 변방기업들보다 더 나은 감축기술을 보유하고 있다. 이 경우 정부는 기업 1을 보상하기 위해 해당 기업에게 더 많은 배출권을 무상할당할 수 있다. 또한 경쟁적 변방기업들의 정책 수용성을 제고하기 위해 해당 기업들에게 더 많은 배출권을 무상할당할 수도 있다.

식 (2)의 x_i 는 배출권 시장에 존재하는 기업 $i(i = 1, f)$ 의 배출권 수요를 나타내며, 기업 i 는 $x_i > 0$ 인 경우 배출권의 구매자가 되고, $x_i < 0$ 인 경우는 배출권의 판매자가 된다. 또한 식 (2)로부터 각 기업의 배출권 수요 결정은 해당 기업의 온실가스 감축량을 결정하게 됨을 확인할 수 있다.

온실가스 배출량을 감축하는 경우 각 기업은 감축비용(abatement cost)을 지출해야 하며 기업 i 의 감축비용 함수를 $C_i(a_i) = c_i a_i^2 / 2$ 라 하자.⁴⁾ 단, $c_i > 0$, 그리고 $i = 1, f$. 또한 시장 지배적 기업이 경쟁적 변방기업보다 더 나은 감축기술을 보유하고 있으므로 $c_1 < c_f$ 을 가정하자. 배출권거래제하에서 각 기업은 정부로부터 초기 무상할당량을 할당받은 뒤, 온실가스 배출량 감축에 수반되는 총비용을 최소화하기 위해 배출권 거래를 진행하게 된다.

위와 같은 배출권 시장 모형을 바탕으로 본 연구에서는 시장 지배적 기업 및 경쟁적 변방기업들의 배출권 수요 결정을 분석하기 위해 다음과 같은 게임을 고려한다. 먼저 기업 1은 온실가스 배출량 감축에 따른 총비용을 최소화하는 배출권 수요를 결정한다. 다음으로 경쟁적 변방기업들은 기업 1의 배출권 수요를 확인한 뒤, 온실가스 배출량 감축에 따른 총비용을 최소화하는 배출권 수요를 동시에 결정한다. 위 사항들은 모든 기업에게 공통지식(common knowledge)이며, 후방귀납법(backward induction)을 통해 위 게임의 부분게임 완전균형(이하 균형)에서 이루어지는 기업 1의 배출권 수요를 도출한다.

III. 배출권 시장의 균형

배출권거래제하에서 각 기업은 식 (1)에 따라 정부로부터 초기 무상할당량을 할당받게 된다. 이 무상할당량은 각 기업의 온실가스 배출에 사용되며, 사용 후 남은 배출권은 배출권 시장을 통해 판매될 수 있다. 반면, 추가 배출권이 필요한 경우에는 배출권 시장으로부터 구매해야 한다. 이를 고려해 배출권 시장의 청산조건(permit market clearing condition)을 나타내면 다음과 같다.

4) 이 같은 형태의 감축비용 함수는 배출권 시장에서 이루어지는 기업들의 배출권 거래를 분석한 문헌들에 널리 사용되고 있으며, 각 기업의 감축비용 함수 $C_i(a_i)$ 는 $C_i'(a_i) = c_i a_i$, $C_i''(a_i) > 0$, 그리고 $C_i'''(a_i) = 0$ 의 조건들을 만족한다 (Dickson and MacKenzie, 2018, 2022).

배출권거래제에서 무상할당 비율을 낮추는 것이 항상 바람직한가?: 한계 비효율성의 관점에서

$$x_1 + (N-1)x_f = \mu T. \quad (3)$$

정부로부터 초기 무상할당량을 할당받은 각 기업은 온실가스 배출량 감축에 따른 총비용을 최소화하기 위해 배출권 시장에서 배출권 거래를 진행하게 된다. 먼저 경쟁적 변방기업 f 의 배출권 수요 결정을 고려하자. 단, $f \in \{2, \dots, N\}$. 배출권의 시장 가격 $p > 0$ 가 주어진 상황에서 식 (2)와 감축비용 함수 $C_f(a_f)$ 로부터 경쟁적 변방기업 f 의 온실가스 배출량 감축에 따른 총비용(이하 총비용)은 아래와 같다.⁵⁾

$$\frac{1}{2}c_f(e - \tau_f - x_f)^2 + px_f. \quad (4)$$

경쟁적 변방기업 f 는 총비용을 최소화하는 배출권 수요 x_f 를 결정하며, 식 (4)를 극소화하는 1계 조건으로부터 경쟁적 변방기업 f 의 균형 배출권 수요를 도출하면 아래와 같다.⁶⁾

$$x_f^*(p) = e - \tau_f - \frac{p}{c_f}. \quad (5)$$

경쟁적 변방기업들은 모두 동질적이므로 식 (5)로부터 배출권의 시장 가격이 증가하거나 초기 무상할당량이 증가하는 경우, 이 기업들의 균형 배출권 수요가 감소함을 확인할 수 있다.

다음으로 배출권 시장 청산가격(permit market clearing price)은 배출권 시장의 청산 조건을 만족해야 한다. 따라서 식 (3)과 식 (5)로부터 배출권 시장의 청산조건은 $x_1 + (N-1)x_f^*(p) = \mu T$ 가 되며, 이로부터 다음과 같은 역 수요(inverse demand)를 도출할 수 있다.

5) 배출권거래제하에서 각 기업이 지출하는 비용은 감축비용과 배출권의 구매비용이며, 두 비용의 합을 각 기업의 온실가스 배출량 감축에 따른 총비용으로 나타낸다.

6) 식 (4)는 기업 f 의 배출권 수요 x_f 에 대한 강볼록 함수이므로 총비용 극소화의 2계 조건을 만족한다. 동일한 이유로 기업 1의 총비용 극소화 문제 역시 2계 조건을 만족하며, 이는 논의의 간결성을 위해 따로 언급하지 않는다.

$$p(x_1) = c_f(e - \tau_f) - \frac{c_f \mu T}{N-1} + \frac{c_f}{N-1} x_1. \quad (6)$$

위의 역 수요와 경쟁적 변방기업 f 의 균형 배출권 수요 $x_f^*(p)$ 로부터 아래와 같은 사실을 알 수 있다. 식 (6)에 나타나 있듯 기업 1의 배출권 수요 결정은 배출권의 시장 가격을 결정한다. 또한 식 (5)에 나타나 있듯 경쟁적 변방기업들은 앞서 결정된 시장 가격하에서 배출권 수요를 결정한다. 결국 기업 1의 배출권 수요로부터 결정되는 시장 가격이 경쟁적 변방기업들의 배출권 수요에 영향을 주게 되므로 해당 기업들의 온실가스 감축량에도 영향을 주게 된다.

마지막으로 기업 1의 배출권 수요 결정을 고려하자. 기업 1은 자신의 배출권 수요 x_1 에 따른 역 수요 $p(x_1)$ 을 완전 예측(perfect foresight)할 수 있다. 따라서 식 (2)와 감축비용 함수 $C_1(a_1)$, 그리고 식 (6)으로부터 기업 1의 총비용은 아래와 같다.

$$\frac{1}{2} c_1 (e - \tau_1 - x_1)^2 + p(x_1) x_1. \quad (7)$$

기업 1은 총비용을 최소화하는 배출권 수요 x_1 을 결정하며, 식 (7)을 극소화하는 1계 조건은 아래와 같다.

$$-c_1(e - \tau_1 - x_1) + p(x_1) + x_1 p'(x_1) = 0. \quad (8)$$

다음으로 식 (1)과 위의 1계 조건을 활용해 기업 1의 균형 배출권 수요를 도출하면 아래와 같다.

$$x_1^* = \frac{[(N-1)c_1 + c_f] \gamma \mu T - (N-1)(c_f - c_1)e - [(N-1)c_1 \gamma - (1-\gamma)c_f] T}{(N-1)c_1 + 2c_f}. \quad (9)$$

식 (9)로부터 기업 1의 균형 배출권 수요는 배출권의 유상할당 비율(μ), 정부의 목표 온실가스 배출량(T), 배출권의 무상할당 시 정부가 기업 1에 부여하는 가중치(γ), 경쟁

적 변방기업의 수($N-1$), 그리고 감축비용 함수의 파라미터(c_1, c_f)들에 의해 결정됨을 알 수 있다. 또한 $x_1^* > 0$ 인 경우 기업 1은 배출권 시장의 균형에서 배출권의 구매자가 되고, $x_1^* < 0$ 인 경우에는 배출권의 판매자가 된다.⁷⁾ 이제 기업 1의 균형 배출권 수요로부터 $\partial x_1^*/\partial \mu = [(N-1)c_1\gamma + c_f\gamma] T / [(N-1)c_1 + 2c_f] > 0$ 을 확인할 수 있으며, 아래의 정리 1을 얻을 수 있다.

정리 1. 유상할당 비율의 증가가 시장 지배적 기업의 균형 배출권 수요에 미치는 영향을 요약하면 다음과 같다.

- (a) 기업 1이 배출권의 구매자인 경우 정부가 유상할당 비율을 증가시키게 되면 기업 1은 배출권 시장으로부터 더 많은 배출권을 구매하게 된다.
- (b) 기업 1이 배출권의 판매자인 경우 정부가 유상할당 비율을 증가시키게 되면 기업 1은 배출권 시장에 더 적은 배출권을 판매하게 된다.

정리 1은 정부가 결정하는 배출권의 유상할당 비율이 시장 지배적 기업의 균형 배출권 수요에 미치는 영향을 요약하고 있으며, 이에 대한 직관적인 설명은 다음과 같다. 정부가 배출권의 유상할당 비율을 증가시키게 되면 각 기업의 초기 무상할당량은 감소하게 된다. 따라서 온실가스 배출 시 각 기업은 이전보다 더 많은 추가 배출권이 필요하게 되고, 이를 배출권 시장을 통해 구매하게 되므로 시장 지배적 기업의 균형 배출권 수요는 증가하게 된다.⁸⁾

마찬가지로 경쟁적 변방기업들의 균형 배출권 수요는 배출권의 유상할당 비율이 증가하는 경우 항상 증가한다. 이를 확인하기 배출권 시장의 균형을 고려해보자. 식 (5)에서 확인할 수 있듯 경쟁적 변방기업의 균형 배출권 수요는 배출권의 시장 가격 p 의 감소 함수이다. 또한 식 (6)으로부터 배출권 시장의 균형에서는 $\partial p^*/\partial \mu = -c_f T / (N-1) +$

7) 기업 1이 배출권 시장의 균형에서 배출권의 구매자가 되는 조건을 나타내면 $[(N-1)c_1 + c_f]\gamma\mu T > (N-1)(c_f - c_1)e + [(N-1)c_1\gamma - (1-\gamma)c_f] T$ 가 되고 반대의 경우에는 배출권의 판매자가 된다.

8) 기업 1은 $x_1^* > 0$ 인 경우 구매량을 증가시키며, $x_1^* < 0$ 인 경우에는 판매량을 감소시키므로 두 경우 모두 x_1^* 의 값이 증가한다.

$c_f x^*/(N-1) < 0$ 이 된다.⁹⁾ 따라서 정부가 배출권의 유상할당 비율을 증가시키게 되면 배출권의 시장 가격 하락을 초래하며, 이로 인해 경쟁적 변방기업의 균형배출권 수요가 증가하게 된다.

IV. 온실가스 감축비용의 비효율성

배출권거래제의 목적은 온실가스 배출에 필요한 배출권을 배출권 시장을 통해 거래하도록 함으로써 기업들이 비용 효율적인 방식(cost-effective manner)으로 온실가스 배출량을 감축하도록 유도하는 것이다. 이를 고려해 본 절에서는 배출권 시장의 왜곡이 기업들의 온실가스 감축비용에 어떤 비효율성을 초래하는지 살펴보고, 이러한 비효율성 개선을 위한 정부의 유상할당 비율 결정에 대해 논의해본다.

본격적인 논의에 앞서 정부의 목표 온실가스 배출량(T)을 달성하는 데 있어 배출권거래제가 갖는 비용 효율성을 살펴보자. 완전 경쟁적인 배출권 시장에서 각 기업은 자신의 한계 감축비용(marginal abatement cost)이 배출권의 시장 가격과 일치하는 수준까지 배출권을 거래하게 되며, 이로 인해 배출권 시장의 균형(competitive equilibrium)에서는 모든 기업의 한계 감축비용이 동일해진다. 따라서 기업들은 배출권 거래를 통해 비용 효율적인 방식으로 온실가스 배출량을 감축할 수 있으며, 정부 역시 목표 온실가스 배출량을 비용 효율적으로 달성할 수 있다(Montgomery, 1972).

하지만 시장 지배적 기업이 배출권 시장에 존재하는 경우에는 위에서 언급한 배출권 거래제의 비용 효율성이 상실되며, 이를 자세히 설명하면 다음과 같다.¹⁰⁾ 먼저 시장 지배적 기업이 배출권의 순 판매자(net seller)인 경우를 고려하자. 이 경우 해당 기업은 배출권 공급을 감소시킴으로써 배출권의 시장 가격을 상승시킬 수 있다. 또한 해당 기업이 배출권의 순 구매자(net buyer)인 경우에는 배출권 수요를 감소시킴으로써 배출권의 시장 가격을 하락시킬 수 있다. 시장 지배적 기업에 의한 위와 같은 배출권 가격의 조작은

9) $\partial p^*/\partial \mu < 0$ 이 되는 조건은 $\gamma[(N-1)c_1 + c_f] < (N-1)c_1 + 2c_f$ 이며, 본 연구에서는 $\gamma \in (0, 1)$ 이므로 이 조건이 항상 성립한다.

10) 시장 지배력을 갖는 기업의 수, 그리고 해당 기업들의 배출권 시장에서의 역할에 따라 배출권 시장은 공급독점 시장, 수요독점 시장, 그리고 과점 시장과 유사할 수 있다. 본 연구에서는 배출권 시장에 단일 시장 지배적 기업이 존재하고 있으므로 해당 시장은 공급독점 시장 또는 수요독점 시장과 유사한 시장이 된다.

기업들의 한계 감축비용과 배출권 가격의 불일치를 초래하며, 이로 인해 기업들의 온실가스 배출량 감축에 초과 비용을 발생시키게 된다(Hahn, 1984; Misiolek and Elder, 1989; Eshel, 2005; Hintermann, 2011, 2017).

이제 시장 지배적 기업의 배출권 거래로부터 초래되는 온실가스 감축비용의 비효율성을 아래와 같이 도출해보자. 먼저 제3절에서 논의한 배출권 시장의 균형을 고려한다. 기업 1 및 경쟁적 변방기업들의 1계 조건으로부터 확인할 수 있듯, 해당 균형에서는 기업 1과 경쟁적 변방기업들의 한계 감축비용이 동일하지 않다. 다음으로 해당 균형에서 한계 감축비용이 가장 낮은 기업으로부터 가장 높은 기업으로 배출권을 한 단위 재분배한다. 이 경우, 전자는 후자보다 더 낮은 감축비용으로 배출권 한 단위에 해당하는 온실가스 배출량을 감축하게 되지만, 후자는 동일 배출량을 전자보다 더 높은 감축비용을 지출해 감축하는 대신 배출권을 활용해 배출하게 된다. 따라서 배출권 시장의 균형에서 기업들의 한계 감축비용이 동일하지 않은 경우 위와 같은 배출권의 재분배를 통해 온실가스 감축비용이 절감될 수 있으며, 이는 앞서 언급한 배출권 시장의 균형에서 온실가스 감축비용의 비효율성이 존재함을 의미한다.

Dickson and MacKenzie(2022)는 위와 같은 온실가스 감축비용의 비효율성을 한계 비효율성(marginal inefficiency)으로 정의하고 있다. 본 연구에서도 시장 지배적 기업의 배출권 거래로부터 초래되는 온실가스 감축비용의 비효율성을 도출하기 위해 이들이 아래와 같이 정의한 한계 비효율성을 활용한다.

$$MI \equiv \max\{c_1 a_1^*, c_f a_f^*\} - \min\{c_1 a_1^*, c_f a_f^*\},$$

단, $a_i^* = e - (\tau_i + x_i^*)$ 그리고 $i = 1, f$. 위로부터 완전 경쟁적인 배출권 시장의 균형에서는 모든 기업의 한계 감축비용이 동일해지므로 한계 비효율성의 값이 0이 됨을 확인할 수 있다.

반면 본 연구에서 고려하고 있는 배출권 시장의 균형에서는 기업 1의 총비용 극소화를 위한 1계 조건이 만족되므로 $c_1 a_1^* = p^* + x_1^* p^{**}$ 가 된다. 또한 경쟁적 변방기업 f 의 총비용 극소화를 위한 1계 조건 역시 만족되므로 $c_f a_f^* = p^*$ 가 된다. 따라서 시장 지배적 기업의 존재는 배출권 시장의 균형에서 기업 간 한계 감축비용의 불일치를 초래하며, 식 (6)

으로부터 $p^* = c_f/(N-1) > 0$ 이므로 한계 비효율성을 아래와 같이 나타낼 수 있다.¹¹⁾

$$\begin{aligned} MI^* &= c_1 a_1^* - p^* \\ &= |x_1^*| p^* \\ &= \frac{c_f}{N-1} |x_1^*|. \end{aligned} \tag{10}$$

여기서 c_f 와 N 은 상수이므로 결국 한계 비효율성은 기업 1의 균형 배출권 거래량 $|x_1^*|$ 에 의해 결정되며, 이로부터 다음의 정리 2를 얻을 수 있다.

정리 2. 시장 지배적 기업의 배출권 거래는 온실가스 감축비용의 한계 비효율성을 초래하며, 해당 기업의 균형 배출권 거래량이 증가(감소)할수록 한계 비효율성 역시 증가(감소)한다.

정리 1과 2는 배출권 시장의 왜곡이 존재하는 경우 목표 온실가스 배출량을 비용 효율적으로 달성하기 위한 정부의 유상할당 비율 결정과 관련해 흥미로운 시사점을 제시해 준다. 먼저 정리 1에서 볼 수 있듯 유상할당의 비율(μ) 증가는 배출권 시장의 균형에서 시장 지배적 기업의 역할, 즉 기업 1이 배출권의 구매자 또는 판매자인지에 따라 해당 기업의 균형 배출권 거래량에 상이한 영향을 주게 된다. 또한 이 결과와 정리 2로부터 기업 1이 배출권의 구매자(판매자)인 경우 유상할당 비율이 높아질수록 한계 비효율성이 증가(감소)하게 된다. 따라서 목표 온실가스 배출량을 비용 효율적으로 달성하기 위해서는 배출권 시장의 구조를 파악한 뒤, 시장 지배적 기업이 배출권의 구매자인 경우에는 유상할당 비율을 낮게 설정하고, 판매자인 경우에는 높게 설정해 시장 지배적 기업의 배출권 거래량을 감소시켜야 함을 알 수 있다.

이제 기업 1의 균형 배출권 거래량과 유상할당 비율의 단조 관계를 바탕으로 한계 비효율성을 개선하기 위해 다음과 같은 대안을 고려해보자.

11) 기업 1의 균형 배출권 수요는 $x_1^* > 0$ 인 경우와 $x_1^* < 0$ 인 경우가 있으므로 두 경우를 모두 포함하기 위해 $|x_1^*|$ 로 나타내고 이어지는 논의들에서는 이를 기업 1의 균형 배출권 거래량으로 지칭한다.

배출권거래제에서 무상할당 비율을 낮추는 것이 항상 바람직한가?: 한계 비효율성의 관점에서

대안 1: 시장 지배적 기업이 배출권의 구매자인 경우에는 정부가 기업들에게 배출권을 전량 무상으로 할당($\mu = 0$)한다.

대안 2: 시장 지배적 기업이 배출권의 판매자인 경우에는 정부가 기업들에게 배출권을 전량 유상으로 할당($\mu = 1$)한다.

하지만 위와 같은 대안들이 한계 비효율성을 항상 개선하는 것은 아니며 대안 1을 통해 이를 간략히 살펴보자. 먼저 $A \equiv [(N-1)c_1 + c_f]\gamma\mu T$, $B \equiv (N-1)(c_f - c_1)e$, 그리고 $C \equiv [(N-1)c_1\gamma - (1-\gamma)c_f]T$ 로 정의하자.¹²⁾ 식 (9)로부터 기업 1이 배출권의 구매자인 경우에는 $A > B + C$ 가 성립한다. 다음으로 대안 1에 따라 $\mu = 0$ 인 경우 기업 1의 균형 배출권 거래량을 도출하면 아래와 같다.¹³⁾

$$x_{1, \mu=0}^* = \frac{-(B+C)}{(N-1)c_1 + 2c_f}. \quad (11)$$

식 (11)에서 확인할 수 있듯 $x_{1, \mu=0}^* < 0$ 이므로 정부가 기업들에게 배출권을 전량 무상으로 할당하게 되면 기업 1은 대안 1의 시행 전과 달리 배출권의 판매자가 된다. 이 경우 A 와 $B + C$ 의 상대적인 크기에 따라 기업 1의 배출권 거래량은 대안 1의 시행 전보다 오히려 증가할 수 있으며, 이로 인해 한계 비효율성 역시 증가할 수 있다. 즉 기업 1이 전량 무상으로 할당받은 배출권 중 다수를 시장에 판매할 경우 대안 1의 시행은 한계 비효율성의 증가를 초래하게 된다. 유사하게 대안 2를 시행할 경우에도 배출권의 전량 유상 할당으로 인해 기업 1의 배출권 거래량이 증가할 수 있으며, 한계 비효율성 역시 증가할 수 있다. 따라서 시장 지배적 기업의 배출권 거래로부터 초래되는 한계 비효율성을 개선하기 위한 배출권의 전량 무상할당이나 전량 유상할당은, 의도와는 달리 오히려 한계 비효율성을 증가시킬 수 있다.

마지막으로 식 (10)에서 볼 수 있듯 기업 1의 균형 배출권 거래량이 $x_1^* = 0$ 을 만족하

12) 본 연구에서 설정한 모형에 따르면 $A > 0$ 과 $B > 0$ 은 항상 성립하며, $C > 0$ 은 약한 가정(weak assumption)하에서 성립할 수 있다.

13) 식 (9)를 A, B, C 를 활용해 다시 나타내면 $x_1^* = (A - B - C) / [(N-1)c_1 + 2c_f]$ 이다.

는 경우 $MI^* = 0$ 이 된다. 따라서 정부가 시장 지배적 기업이 자발적으로 배출권 거래에 참여하지 않도록 유상할당 비율을 설정한다면 해당 기업의 배출권 거래로 인한 한계 비효율성이 사라지며, 목표 온실가스 배출량 역시 비용 효율적으로 달성될 수 있다. 위의 논의를 바탕으로 $x_1^* = 0$ 을 만족하는 유상할당 비율을 도출해보자. 식 (9)로부터 $x_1^* = 0$ 을 만족하는 유상할당 비율을 도출하면 아래와 같다.

$$\mu^* = \frac{(N-1)(\gamma T - e)c_1 + [(N-1)e - (1-\gamma)T]c_f}{[(N-1)c_1 + c_f]\gamma T}, \quad (12)$$

단, $(N-1)(c_f - c_1)e < Tc_f$ 그리고

$$(N-1)\gamma Tc_1 + (N-1)(c_f - c_1)e > (1-\gamma)Tc_f. \quad (14)$$

식 (12)로부터 배출권거래제의 시행과 관련해 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다. 서론에서 논의한 바 있듯 배출권거래제를 시행하는 대부분 국가에서는 민간의 정책 수용성을 높이기 위해 시행 초기에는 무상할당 비율을 높게 설정하고, 이후 해당 비율을 점차 낮추어 가는 것이 보편적이다. 그러나 배출권 시장이 완전경쟁시장이 아닌 경우에는 배출권의 전망 유상할당과 같은 높은 유상할당 비율($\mu^* < \mu \leq 1$)이 오히려 한계 비효율성을 증가시킬 수 있으며, 한계 비효율성을 개선할 수 있는 유상할당 비율이 존재할 수 있다. 따라서 정부가 배출권 시장의 구조를 파악한 뒤 적절한 유무상 할당비율을 설정하게 되면 목표 온실가스 배출량을 비용 효율적으로 달성할 수 있다.

V. 기타 논의

본 연구의 분석 결과를 바탕으로 시장 지배적 기업의 배출권 거래로부터 초래되는 온실가스 감축비용의 비효율성을 개선하기 위한 몇 가지 대안들을 제안할 수 있다. 본 장에서는 각 대안하에서의 한계 비효율성을 도출하고 이를 Hahn(1984)의 제안과 비교해본다.

14) 이 조건을 모두 만족하는 경우 $0 < \mu^* < 1$ 이 된다.

1. Hahn의 논의

제Ⅳ장의 논의에서 살펴보았듯 배출권 시장에 존재하는 시장 지배적 기업은 자신의 시장 지배력을 활용해 배출권 가격을 조작하게 되므로 온실가스 감축비용의 비효율성이 초래된다. 이 같은 비효율성을 개선하기 위해 Hahn은 시장 지배적 기업이 필요로 하는 만큼의 배출권을 해당 기업에게 무상으로 할당함으로써 시장 지배적 기업의 배출권 거래를 제한할 것을 제안하고 있다.

이제 본 연구의 분석 결과를 바탕으로 Hahn의 제안에 따른 한계 비효율성을 도출해보자. 먼저 정부는 기업 1에게 x_1^* 만큼의 배출권을 무상으로 할당하고 해당 기업의 배출권 거래를 제한한다. 이 경우 기업 1의 균형 배출권 거래량은 $x_{1, Hahn}^* = 0$ 이 되며, 식 (10)으로부터 한계 비효율성 역시 $MI_{Hahn}^* = 0$ 이 됨을 알 수 있다. 따라서 시장 지배적 기업이 필요로 하는 만큼의 배출권을 해당 기업에게 무상으로 할당해 해당 기업의 배출권 거래를 제한한다면 온실가스 감축비용의 비효율성이 사라지게 된다.

2. 유상할당 비율의 설정

Hahn의 제안을 시행하기 위해서는 정부가 시장 지배적 기업의 균형 배출권 수요를 정확하게 파악할 수 있어야 한다. 하지만 현실에서는 여러 제약으로 인해 시장 지배적 기업의 균형 배출권 수요를 정확하게 파악하기 어려울 수 있다.¹⁵⁾ 이 경우 시장 지배적 기업의 균형 배출권 거래량이 $x_1^* = 0$ 을 만족하도록 유상할당 비율을 설정함으로써 한계 비효율성을 개선할 수 있다. 제Ⅳ장의 논의에서 살펴보았듯 $x_1^* = 0$ 을 만족하는 유상할당 비율 μ^* 가 존재하며 $\mu = \mu^*$ 를 만족하는 경우 한계 비효율성은 $MI_{\mu = \mu^*}^* = 0$ 이 된다. 따라서 유상할당 비율의 적절한 설정을 통해서도 Hahn의 제안과 같은 한계 비효율성의 개선이 가능할 수 있다.

15) 예를 들어, 시장 지배적 기업은 더 많은 배출권을 무상할당받기 위해 필요한 배출권 수량을 과장하여 정부에 요구할 수 있다.

3. 초기 무상할당량 결정 시 가중치 조절

제Ⅱ 장의 논의에서 볼 수 있듯, 정부는 배출권의 초기 무상할당량 결정 시 경쟁적 변방기업 대비 기업 1에 부여하는 가중치(γ)를 결정할 수 있다. 따라서 정부가 초기 무상할당량 결정 시 기업 1에 더 큰 가중치를 부여하게 되면 기업 1의 초기 무상할당량이 증가하게 되고, 기업 1이 배출권의 구매자(판매자)인 경우 해당 기업의 균형 배출권 거래량은 감소(증가)하게 된다.¹⁶⁾

위의 논의를 바탕으로 한계 비효율성을 개선하기 위해 아래와 같은 대안을 고려해 볼 수 있다.

대안 3: 시장 지배적 기업이 배출권의 구매자인 경우에는 정부가 배출권의 무상할당량 전부를 기업 1에게 할당한다($\gamma = 1$).

대안 4: 시장 지배적 기업이 배출권의 판매자인 경우에는 정부가 배출권의 무상할당량 전부를 경쟁적 변방기업들에게 할당한다($\gamma = 0$).

식 (9)를 활용해 대안 3의 시행 시 기업 1의 균형 배출권 거래량을 도출하면 아래와 같다.

$$x_{1,\gamma=1}^* = \frac{(N-1)e(c_1 - c_f) - (N-1)c_1 T + [(N-1)c_1 + c_f]\mu T}{(N-1)c_1 + 2c_f}. \quad (13)$$

또한 식 (10)과 식 (13)을 활용해 $\gamma = 1$ 인 경우 한계 비효율성을 도출하면 $MI_{\gamma=1}^* = c_f x_{1,\gamma=1}^* / (N-1)$ 이 된다.

다음으로 식 (9)를 활용해 대안 4의 시행 시 기업 1의 균형 배출권 거래량을 도출하면 다음과 같다.¹⁷⁾

16) $\partial x_1^* / \partial \gamma < 0$ 인 조건을 나타내면 $(1-\mu)T[(1-N)c_1 - c_f] < 0$ 이며, 본 연구에서 설정한 모형에 따르면 이 조건은 항상 성립한다.

17) 정부가 배출권의 무상할당량 전부를 경쟁적 변방기업에게만 할당하는 경우에는 유상할당 비율이 기업 1의 균형 배출권 수요에 미치는 영향이 사라지게 된다. 즉 시장 지배적 기업은 필요한 모든 배출권을 배출권 시장을 통해 구매해야 한다.

배출권거래제에서 무상할당 비율을 낮추는 것이 항상 바람직한가?: 한계 비효율성의 관점에서

$$x_{1,\gamma=0}^* = \frac{c_f T - (N-1)e(c_f - c_1)}{(N-1)c_1 + 2c_f}. \quad (14)$$

또한 식 (10)과 식 (14)를 활용해 $\gamma = 0$ 인 경우 한계 비효율성을 도출하면 $MI_{\gamma=0}^* = c_f x_{1,\gamma=0}^* / (N-1)$ 이 된다.

4. 한계 비효율성의 비교

위의 논의들에서는 시장 지배적 기업의 배출권 거래로부터 초래되는 온실가스 감축 비용의 비효율성을 개선하기 위한 대안들을 제안하고, 각 대안하에서의 한계 비효율성을 도출하였다. 이제 식 (10)과 위에서 도출한 한계 비효율성의 값들을 비교해봄으로써 아래의 정리 3을 얻을 수 있다.

정리 3. 각 대안하에서의 한계 비효율성을 비교한 결과는 다음과 같다.

- (a) 시장 지배적 기업이 배출권의 구매자인 경우 각 대안하에서의 한계 비효율성의 크기를 비교하면 $MI_{Hahn}^* = MI_{\mu=\mu^*}^* < MI_{\gamma=1}^* < MI^*$ 이 된다.
- (b) 시장 지배적 기업이 배출권의 판매자인 경우 각 대안하에서의 한계 비효율성의 크기를 비교하면 $MI_{Hahn}^* = MI_{\mu=\mu^*}^* < MI_{\gamma=0}^* < MI^*$ 이 된다.

정리 3은 정부가 배출권의 유상할당 비율(μ) 또는 초기 무상할당량(τ_1, τ_f)을 적절히 활용함으로써, 배출권 시장의 왜곡으로부터 초래되는 온실가스 감축비용의 비효율성을 개선할 수 있음을 나타내며, 이를 자세히 설명하면 아래와 같다.

먼저 가장 효과적인 대안 중 하나는 시장 지배적 기업의 배출권 수요를 정확히 파악한 후, 해당 기업에게 필요한 만큼의 배출권을 무상으로 할당하고, 동시에 해당 기업의 배출권 거래를 제한하는 것이다. 반면, 시장 지배적 기업의 배출권 수요를 파악하기 어렵거나 무상할당 시 기업 간 불공평성(inequity) 문제가 제기될 경우에는, 유상할당 비율을 적절히 설정함으로써 앞서 언급한 대안과 동일한 비효율성 개선 효과를 얻을 수 있다. 추가적으로 시장 지배적 기업의 배출권 거래량과 유상할당 비율의 단조 관계를 기반으로

단순히 배출권을 전량 무상할당하거나 유상할당하는 대안들은 온실가스 감축비용의 비효율성을 증가시키는 역효과를 초래할 수도 있다. 마지막으로 시장 지배적 기업의 역할에 따라 배출권의 무상할당량 전부를 시장 지배적 기업, 또는 경쟁적 변방기업들에게만 할당하는 대안은 무상할당 시 기업 간 불공평성 문제가 있지만, 온실가스 감축비용의 비효율성을 일부 개선할 수 있다. 따라서 배출권 시장의 왜곡으로부터 초래되는 온실가스 감축비용의 비효율성을 개선하기 위해서는, 시장 지배적 기업이 필요로 하는 배출권 수량에 대한 정확한 파악과 배출권의 유상할당 비율을 적절히 설정할 수 있는 정부의 재량이 선행되어야 함을 알 수 있다.

VI. 결 론

본 연구는 배출권 시장의 왜곡으로부터 초래되는 온실가스 감축비용의 비효율성을 도출하고, 이를 개선하기 위한 정부의 유상할당 비율 결정에 대해 논의하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 시장 지배적 기업과 경쟁적 변방기업들이 존재하는 배출권 시장을 고려해, 시장의 균형에서 이루어지는 기업들의 배출권 수요 결정을 분석하였다.

분석 결과 유상할당 비율의 증가는 배출권 시장의 균형에서 시장 지배적 기업의 역할에 따라 해당 기업의 배출권 거래량에 상이한 영향을 주게 되며, 이를 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 먼저 시장 지배적 기업이 배출권의 구매자인 경우, 해당 기업은 유상할당 비율이 증가함에 따라 배출권 시장으로부터 더 많은 배출권을 구매하게 된다. 반면, 판매자인 경우에는 유상할당 비율이 증가함에 따라 배출권 시장에 더 적은 배출권을 판매하게 된다. 또한 시장 지배적 기업의 균형 배출권 거래량을 최소화하는 유상할당 비율을 도출함으로써, 배출권거래제를 시행하는 국가들에서 도입 논의가 진행 중인 배출권의 낮은(높은) 무상(유상)할당 비율이 항상 바람직한 것은 아닐 수도 있음을 보였다.

다음으로 본 연구에서는 한계 비효율성을 개선하기 위한 두 가지 대안을 제안하고, 각 대안하에서의 한계 비효율성을 Hahn(1984)의 제안에 따른 한계 비효율성과 비교하였다. 비교 결과 한계 비효율성을 개선하기 위한 가장 효과적인 대안은 시장 지배적 기업에게 필요한 만큼의 배출권을 무상으로 할당하고, 동시에 해당 기업의 배출권 거래를 제한하는 것과, 적절한 유상할당 비율을 설정하는 것($\mu = \mu^*$)임을 보였다. 또한 차선의 대안

으로써 시장 지배적 기업의 역할에 따라 배출권의 무상 할당량 전부를 시장 지배적 기업 또는 경쟁적 변방기업들에게 할당하는 것이 온실가스 감축비용의 비효율성을 일부 개선할 수 있음을 보였다.

본 연구에서는 하나의 시장 지배적 기업이 존재하는 경우를 고려해 해당 기업의 배출권 거래로부터 초래되는 한계 비효율성과 이를 개선하기 위한 몇 가지 대안들에 대해 논의하였다. 반면, 본 연구는 다음과 같은 한계점을 가지고 있다. 첫째, 국내 배출권 시장의 구조는 여러 산업이 배출권 시장에 참여하고 있어, 시장 지배적 기업이 여럿 존재하는 시장으로 볼 수 있다. 따라서 본 연구의 결과를 기반으로 한 제안을 국내 배출권 시장에 그대로 적용하는 것은 주의가 필요하다. 하지만 본 연구의 모형을 바탕으로 시장 지배력을 갖는 기업이 여럿 존재하는 배출권 시장으로 모형을 확장해본다면, 국내 배출권거래제의 유상할당 비율 결정과 관련해 의미 있는 시사점을 도출할 수 있을 것으로 기대된다. 둘째, 기업들의 배출권 수요 결정은 생산을 고려해 이루어지므로 배출권 시장 및 생산물 시장에서 기업들의 의사결정을 통합해 고려할 필요가 있다. 하지만 이 경우 배출권거래제의 효율성을 평가하는 기준은 비용 효율성이 아니라 생산자 잉여와 소비자 잉여를 포함한 사회후생이 되어야 하며, 적절한 사회후생 함수를 설정할 필요가 있다. 셋째, 본 연구에서는 배출권 시장의 청산을 가정함으로써 배출권의 이월이나 차입은 고려하지 않고 있다. 하지만 현실의 배출권거래제에서는 배출권의 이월과 차입이 가능하며, 시장 지배적 기업의 배출권 이월 또는 차입 결정 역시 배출권 가격과 온실가스 감축비용의 비효율성에 영향을 줄 수 있다. 이 같은 시장 지배적 기업의 이월 및 차입 결정을 분석하기 위해서는 본 연구의 모형을 동태적인 모형(dynamic model)으로 확장할 필요가 있다. 본 연구의 한계점을 보완하는 후속 연구들이 진행되기를 바라며 이는 향후 연구과제로 남긴다.

[References]

- 관계부처 합동, “활력있는 민생경제: 2024년 경제정책방향”, 2024.
기획재정부·환경부, “제3차 계획기간(2021~2025) 국가 배출권 할당계획”, 2019.
손인성·김동구, “EU ETS 4기의 주요 제도 설계가 향후 국내 배출권거래제 운영에 미칠 영향 분석”, 「자원·환경경제연구」, 제30권 제1호, 2021, pp. 129~167.

- Cramton, P., and S. Kerr, "Tradeable carbon permit auctions: How and why to auction not grandfather," *Energy Policy*, Vol. 30, 2002, pp. 333~345.
- Dickson, A., and I. A. MacKenzie, "Permit markets with political and market distortions," *Environmental and Resource Economics*, Vol. 82, 2022, pp. 227~255.
- Dickson, A., and I. A. MacKenzie, "Strategic trade in pollution permits," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 87, 2018, pp. 94~113.
- Eshel, D. M. D., "Optimal allocation of tradable pollution rights and market structures," *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 28, 2005, pp. 205~223.
- Godby, R., "Market power in laboratory emission permit markets," *Environmental and Resource Economics*, Vol. 23, 2002, pp. 279~381.
- Hahn, R. W., "Market power and transferable property rights," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 99, 1984, pp. 753~765.
- Haita, C., "Endogenous market power in an emissions trading scheme with auctioning," *Resource and Energy Economics*, Vol. 37, 2014, pp. 253~278.
- Hintermann, B., "Market power in emission permit markets: Theory and evidence from the EU ETS," *Environmental and Resource Economics*, Vol. 66, 2017, pp. 89~112.
- Hintermann, B., "Market power, permit allocation and efficiency in emission permit markets," *Environmental and Resource Economics*, Vol. 49, 2011, pp. 327~349.
- Jiang, M. X., D. X. Yang, Z. Y. Chen, and P. Y. Nie, "Market power in auction and efficiency in emission permits allocation," *Journal of Environmental Management*, Vol. 183, 2016, pp. 576~584.
- Maeda, A., "The emergence of market power in emission rights markets: The role of initial permit distribution," *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 24, 2003, pp. 293~314.
- Misiolek, W. S., and H. W. Elder, "Exclusionary manipulation of markets for pollution rights," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 16, 1989, pp. 156~166.
- Montgomery, W. D., "Markets in licenses and efficient pollution control programs," *Journal of Economic Theory*, Vol. 5, 1972, pp. 395~418.
- Sartzetakis, E. S., "Raising rivals' costs strategies via emission permits markets," *Review of Industrial Organization*, Vol. 12, 1997, pp. 751~765.
- Smith, S., and J. Swierzbinski, "Assessing the performance of the UK Emissions Trading

배출권거래제에서 무상할당 비율을 낮추는 것이 항상 바람직한가?: 한계 비효율성의 관점에서

Scheme,” *Environmental and Resource Economics*, Vol. 37, 2007, pp. 131~158.

Von der Fehr, N. M., “Tradable emission rights and strategic interaction,” *Environmental and Resource Economics*, Vol. 3, 1993, pp. 129~151.

Westskog, H., “Market power in a system of tradable CO₂ quotas,” *Energy Journal*, Vol. 17, 1996, pp. 85~103.