

## 국내 제조업 전력 자원 배분의 효율성 비교 분석: 서울특별시와 6대 광역시 중심으로\*

최봉석\*\*

### 요 약

본 연구는 우리나라 전력시장 자원배분 비효율성을 서울특별시와 6개 광역시의 제조업을 중심으로 도출하고 비교분석한다. Hsieh and Klenow(2009) 방법론을 활용하여 분석한 결과로, 전력 가격 왜곡으로 발생하는 전력자원 배분 비효율성이 지역별로 다르게 나타났다. 2019년 서울, 인천, 대전, 울산 지역의 전력자원 배분 비효율성은 2009년 대비 악화되었으며 부산, 대구, 광주 지역은 유사하거나 다소 완화되었다. 단, 비효율성이 완화된 지역의 경우에는 지역경제 성장 둔화와 생산량 감소로 인해 발생한 결과일 수도 있으므로 해석에 유의할 필요가 있다. 본 연구 결과는 탄소중립 목표 달성을 위하여 산업용 전력요금 인상뿐만 아니라 지역별 차등 전력요금제를 지역별 특성과 수요 기업의 생산성이 적절히 반영되도록 설계될 필요가 있다는 점을 시사한다.

주요 단어 : 기후변화, 생산성, 비효율적 자원배분, 전력의 한계수입, 지역별 전력요금 차등화  
경제학문헌목록 주제분류 : E32, O11, Q43

\* 이 논문은 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 사회과학연구(SSK)지원사업임(NRF-2022S1A3A2A01088589).

\*\* 국민대학교 국제통상학과 부교수(주저자) (e-mail: bchoi4@kookmin.ac.kr)

## I. 서 론

파리협정 이후 120개 이상 국가들이 탄소중립 장기 목표를 달성하기 위하여 탄소중립을 공식적으로 선언하거나 법제화를 추진하였다. 우리나라도 2020년 10월 탄소중립을 선언하였고 2022년 3월 탄소중립기본법 법체계를 완비하면서 전세계적으로 14번째로 2050 탄소중립 목표를 법제화한 국가가 되었다. 그동안 국가 탄소중립정책은 중앙 정부가 주도하여 추진되어 왔으나 최근 지자체에서도 탄소중립 이행에 적극 동참하고 있다. 2021년 5월 국내 243개 광역·기초 지자체가 공동으로 2050 탄소중립 이행에 동참할 것을 선언한 것이 대표적이며, 지자체별로 감축 목표를 설정하고 중앙과 지역 간 협력 체제를 구축하고 있다.<sup>1)</sup>

탄소중립 이행은 막대한 에너지전환 비용 부담이 따르고 경제성장의 저해 요인이 될 수 있으므로 지속적인 성장을 위해서는 온실가스 배출과 성장 사이 탈동조화 현상이 전제되어야 한다. 한편, 탄소중립 이행과 무관하게 지난 10년 동안 한국 경제의 생산성 성장은 둔화되어 왔고 자본 축적의 성장 기여도도 추세적으로 낮아져왔다. 성장이론에서 기술발전에 따른 생산성 증가세가 점차 둔화되는 현상은 일반적이지만, 기술 수준 못지않게 생산투입요소를 효율적으로 배분하는 것이 중요하다. 대부분 에너지 자원을 수입하는 우리나라의 성장과 온실가스 탈동조화 문제에서도 에너지(또는 전력) 자원을 수요 기업의 생산성에 따라 효율적으로 배분하는 문제는 점차 중요해지고 있다.<sup>2)</sup> 2050년 탄소중립 발전믹스 시나리오에 따르면 전력수요는 2018년 570.6TWh에서 2050년 최대 1,257.7TWh로 약 2배 이상 증가할 것을 전망한다.

---

1) 탄소중립 기본법 제4조는 국가뿐 아니라 지방자치단체의 책무를 함께 언급하고 있으며, 지방자치단체는 탄소중립 사회로의 이행과 녹색성장 추진을 위한 대책을 수립·시행할 때 해당 지방자치단체의 지역적 특성과 여건 등을 고려해야 한다고 규정하고 있다.

2) 2022년 기준 에너지 수입의존도와 석유 의존도는 각각 94.3%, 37.2%이다.

([https://tips.energy.or.kr/statistics/statistics\\_view0210.do](https://tips.energy.or.kr/statistics/statistics_view0210.do))

품질이 좋은 전력을 안정적으로 공급하는 것이 우리나라의 주력 산업인 철강, 석유 화학, 반도체 산업에 매우 중요하다는 사실을 감안할 때, 탄소중립 이행에서도 전력 자원의 효율적 배분은 매우 중요한 과제이다.

Choi(2020)은 제조업 기업 자료를 활용하여 우리나라의 과도한 전력요금 규제는 전력자원 배분 비효율성을 더욱 악화시켰다는 실증분석 결과를 제시하였다. 해당 모형에서 전력 가격 왜곡이 없다면<sup>3)</sup> 각 수요 기업의 실질 한계생산성과 가격이 일치하는 수준에서 배분이 이루어지므로 생산성이 높은 기업으로 더 많은 전력 자원이 배분되어 생산량을 증가시킨다. 이 연구는 전력시장 가격 규제에 의해 전력 자원의 한계생산성 변화가 가격에 적절히 반영되지 않는 상황에서 전력의 불합리한 소비 패턴이 발생한다는 결과를 제시하였다. 이러한 시장 가격기능의 부재는 전력시장 자원 배분의 비효율성을 악화시켰으며 전력다소비산업군에 속한 업체의 경우 오히려 전력 자원을 효율적으로 사용하였다는 실증 결과를 제시하였다.

그동안 정부는 물가 상승 영향 등을 고려하여 정책적으로 전력요금 인상을 계속 자제해 왔다. 산업용 대비 전력 소비 비중이 매우 작은 가정용 전력 요금의 경우 국민의 물가 부담을 줄이기 위해 인상을 자제하여 왔다고 주장할 수도 있으나 그 외 산업용 전력요금의 과도한 규제는 산업 전반적으로 자원배분 비효율성을 악화시켜 왔다. 특히, 전력다소비 산업체가 일부 지역에만 위치하여 있고 이러한 지역별 차이를 고려하지 않은 정부의 획일적 전력가격 규제는 자원배분 비효율성의 지역간 격차를 증가시키고 탄소중립 이행의 지역간 불평등을 악화시킬 수 있다.

본 연구는 Hsieh and Klenow(2009)를 확장한 Choi(2020) 방법론을 활용하여 우리나라 전력시장 자원배분 비효율성을 서울특별시와 6개 광역시의 제조업을 중심으로 도출하고 비교분석한다. 본 연구의 분석결과는 국가 전체의 획일적인 요금 규제가 지역간 자원배분 비효율성 격차를 일으킬 뿐만아니라 탄소중립 이행 비용 부담을 지역간 상이하게 가중시켜서 지역간 성장 격차를 확대시킬 수 있다는 시사점을 제시한다. 분석 결과, 2019년 서울, 인천, 대전, 울산 지역의 전력자원 배분 비효율성은 2009년 대비 악화되었고 부산, 대구, 광주 지역은 유사하거나 다소 완화되었다.

3) 정부의 세금 및 보조금 정책 등이 가격 왜곡을 발생시키는 예시이다.

단, 비효율성이 완화된 지역의 경우에는 지역경제 성장 둔화와 생산량 감소로 인해 도출된 결과일 수도 있으므로 해석에 유의할 필요가 있다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 이론적 배경과 선행연구를 살펴보고 제3장에서 모형과 자료를 제시한다. 제4장에서는 분석결과를 논의하고 제5장은 결론이다.

## Ⅱ. 이론적 배경

### 1. 자원배분의 효율성과 탄소중립

경제학은 선택의 학문이고 자원의 희소성에서 출발한다. 한 사회의 자원은 유한하므로 자원 관리가 매우 중요하고 사회가 직면한 자원배분 의사결정은 효율성과 형평성이라는 두 기준의 상충 관계 상에서 이루어진다. 자원배분의 효율성이란 한 사회가 갖고 있는 희소한 자원을 그 혜택이 커지는 방향으로 배분하는 기준을 의미한다. 한 예로 생산성이 높은 기업은 생산성이 낮은 기업보다 희소한 자원을 잘 활용하여 더 많은 부가가치를 창출하므로 생산성이 높은 기업에게 더 많은 자원을 배분하는 것이 더 효율적인 배분이다.

기후변화 대응에서도 효율적 자원배분은 매우 중요하다. 탄소중립으로 나아가는 길은 곧 저탄소 경제로 가는 길이고 화석연료에서 친환경 연료로 대체하는 기술과 정부의 지원 정책은 매우 중요하다. 문제는 친환경 대체 기술이 시장경제와 사회에 정착하는데 상당한 시간이 소요되므로 현재부터 탄소중립 달성 시점인 2050년까지 어느 정도 화석연료 사용이 불가피하다는 점이다. 온실가스 감축을 위하여 화석연료 소비를 줄여 나아가야하는 상황에서 화석연료 공급기업의 투자 불확실성은 화석연료 가격을 상승시키고 현재의 생산체제에서 성장 정체를 초래할 수 있다. 따라서 화석연료 사용이 불가피한 과도기<sup>4)</sup>에 희소한 화석연료 자원을 생산성이 높은 기업

에게 우선 배분하는 시장의 역할은 매우 중요하다. 시장의 자원배분 기능이 저해된다면 온실가스 감축과 성장이라는 두 가지 목표를 동시에 달성하기가 더욱 어려워지기 때문이다.

그동안 자원배분의 효율성에 관한 기존 연구의 대상은 주로 한 국가 경제 또는 다수의 국가 경제 간 비교로 이루어졌다. 본 연구에서는 한 국가 경제 분석을 넘어 지역별 전력 자원배분 효율성을 추정하고 비교 분석하여 지역 간 탄소중립 부담의 격차를 살펴본다.

## 2. 관련 문헌

경제학에서 자원배분 효율성에 관한 연구는 생산요소와 산출 간의 인과관계를 분석하고 생산성을 추정하는 연구로 이어져왔다. 특히, 신고전파 성장모형을 중심으로 이론 모형으로부터 도출된 생산성을 거시경제 집계(aggregate)자료를 활용하여 측정하는 연구가 다수이었으나 횡단면적 또는 종단면적 측면의 미시적 정보가 적절히 포함되지 않아 자원배분 효과를 분석하기에는 한계가 있었다.<sup>5)</sup>

본 연구의 방법론으로 활용되는 Hsieh and Klenow(2009, 이하 HK)는 기업들 간 이질적 생산성을 가정하고 기업의 생산성과 생산요소의 한계생산량의 관계를 동일 산업군 기업과 비교하여 자원배분의 상대적 효율성을 측정한다. 이론적 모형을 설정하고 기업 자료를 활용하여 생산성과 생산요소의 한계생산량을 도출한 후 Y축에 생산성, X축에 한계생산량으로 두 변수의 관계를 그래프로 표현해보자. 자원배분의 효율성을 달성한 경우 즉, 생산성이 높은 기업에 더 많은 자원이 비효율적으로 배분된 경우에는 한계생산 체감법칙에 따라 해당 그래프의 기울기가 동일 산업군의 기업들의 기울기보다 더 완만한 형태를 띌 것이다. 자료 측정 단계에서 중요한 이슈는 기

---

4) 산업통상자원부(2023) 제10차 전력수급기본계획에서 석탄 발전과 LNG 발전의 전원 비중은 각각 2023년 27.1%와 29.3%, 2036년 11.3%와 27%이다.

5) Baily et al.(1992), Bartelsman et al.(2013), Foster et al.(2001), Olley and Pakes(1996) 등의 연구는 미시적 자료를 이용하여 기업 간의 자원 이동 또는 재배분이 생산성에 미치는 실증분석을 시도하였다.

업회계자료에서 수집된 화폐가치 기준의 명목자료를 수량기준의 실질자료로 변환하는 과정이다. HK는 Foster et al.(2008)에 따라 개별기업의 생산성을 실질생산성(TFPQ)과 수익생산성(TFPR)으로 구분하고 동일산업군 기업의 재화가격은 사실상 동일하다는 가정 하에 개별 기업의 명목가치와 동일산업군의 명목가치 평균의 비율로 실질 가치를 추정하여 자료의 한계점을 극복하였다. HK는 총요생산성에 해당하는 실질 생산성과 생산요소의 한계생산성 관계를 자본시장과 노동시장 별로 추정하고 비효율적 자원배분에 의한 생산성 하락이 주로 어느 시장의 왜곡에 기인하는가를 살펴보았다.

HK의 방법론은 간단하면서 직관적인 방법론이다. 따라서 다수의 국가 학자들이 자국 제조업의 생산요소 배분 효율성을 평가하는 데 널리 활용하였다. 우리나라에서도 HK 방법론을 활용한 자원배분 효율성 연구가 진행되었다. 지정구·정원석(2015)은 1992-2012년 광업·제조업조사 기업자료를 활용하여 우리나라 제조업의 자본시장 배분 효율성이 지속적으로 악화되었다는 실증 결과를 제시하였다. Choi(2021)은 HK 방법론을 확장하여 전력과 연료 시장의 자원배분 효율성을 추정하였다. 분석결과, 전력 요금 규제가 전력의 불합리한 소비를 일으킨 것으로 도출되었다. 시장가격 기능의 약화는 전력시장 자원배분의 비효율성을 악화시켰으며 전력다소비산업군에 속한 업체의 경우 오히려 전력 자원을 효율적으로 사용했다는 실증 결과를 제시하였다. 본 연구는 Hsieh and Klenow(2009)와 Choi(2021)를 활용하여 우리나라 제조업의 전력자원 배분 비효율성을 서울과 6개 광역시를 중심으로 살펴보고 비교 분석한다.

### Ⅲ. 분석 모형과 자료

#### 1. 기본 모형

본 모형은 Hsieh and Klenow(2009)의 모형을 Choi(2021)에 따라 확장하여 전력

자원을 중간재 생산요소로 포함하는 총생산함수를 설정한다. 지역 경제의 재화시장은 최종재 기업과 개별 기업의 다층화된 중간재 산업으로 표현된다. 즉 하나의 경제는  $s$  개의 중간재 산업으로 구성되며  $M_s$  개의 하부 기업이 각 중간재 기업에 부품재화를 공급한다. 각 하부 기업은 자본, 노동, 전력 요소를 투입하여  $Y_{si}$ 를 생산하고 각 중간재 기업은  $Y_{si}$ 를 이용하여 중간재  $Y_s$ 를 생산하고 최종재 기업에 공급한다. 아랫첨자  $si$ 는 하부 산업의 각 개별기업을 의미한다. 최종재 기업의 생산함수는 식 (1)과 같다.

$$Y = \prod_{s=1}^S Y_s^{\theta_s} \quad \sum_{s=1}^S \theta_s = 1 \quad (1)$$

여기서  $\theta_s$ 는 중간재 산업  $s$ 의 해당 산업 내 차지하는 부가가치 비중을 의미한다. 중간재 산업  $s$ 의 생산함수는  $M_s$  개의 독점적 경쟁기업이 공급한 상품  $Y_{si}$ 를 이용하여 중간재를 생산하는 CES 함수형태를 갖는다.

$$Y_s = \left( \sum_{si}^{M_s} Y_{si}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2)$$

여기서 재화 대체 탄력성  $\sigma > 1$ 이고 모든 기업의 마크업(mark up)은  $\sigma/(\sigma-1)$ 로 동일하다. 따라서 각 기업은 차별화된 재화를 생산하고 일정한 시장지배력을 갖는다.  $M_s$  개 개별 기업의 생산함수는 자본, 노동, 전력을 생산 요소로 구성하는 콥-더글러스(Cobb-Douglas) 함수 형태를 갖는다.

$$Y_{si} = A_{si} K_{si}^{\alpha} L_{si}^{\beta} E_{si}^{\gamma}, \quad \alpha + \beta + \gamma = 1, \quad 0 < \alpha, \beta, \gamma < 1 \quad (3)$$

$A_{si}$ 는 기업 고유의 실질생산성(TFPQ)을 의미하며,  $K_{si}$ ,  $L_{si}$ ,  $E_{si}$ 는 자본, 노동, 전력 요소를 의미한다. 각 요소의 소득분배율을 결정하는 탄력성  $\alpha_s$ ,  $\beta_s$ ,  $\gamma_s$ 는 산업  $s$

내에서는 동일하지만 산업 간은 다를 수 있다.<sup>6)</sup> 각 기업의 이윤함수  $\pi_{si}$ 는 식 (4)와 같다. 재화 가격  $P_{si}$ , 임금  $W$ , 자본가격  $R$ , 전력가격  $Q$ 가 주어진 상황에서 각 기업은 이윤극대화를 하는 생산량을 결정한다.

$$\pi_{si} = (1 - \tau_{Ysi})P_{si}Y_{si} - WL_{si} - (1 + \tau_{Ksi})RK_{si} - (1 + \tau_{Esi})QE_{si} \quad (4)$$

생산요소 시장의 자원배분 비효율성은 상품가격 왜곡  $\tau_{Ysi}$ 와 자본가격 왜곡  $\tau_{Ksi}$ , 전력가격 왜곡  $\tau_{Esi}$ 에 의하여 결정된다.  $\tau_{Ysi}$ 는 각 생산요소의 한계생산을 동시에 같은 비율로 증가시키는 왜곡으로 기업의 실질생산성과 한계생산물 가치의 차이를 벌리는 역할을 한다.<sup>7)</sup> 정부의 전반적 공공요금 규제나 운송비 충격과 같이 결과적으로 경제 내 모든 생산요소 시장에 영향을 미치는 상황을 그 예로 들 수 있다.  $\tau_{Ksi}$ 와  $\tau_{Esi}$ 는 각 생산요소 시장의 한계생산만 증가시키는 왜곡을 의미한다. 편의상 노동시장의 임금 왜곡을 0으로 가정하면  $\tau_{Ksi}$ 와  $\tau_{Esi}$ 는 노동 시장 대비 자본과 전력 시장의 가격 왜곡을 의미한다. 기업  $si$ 의 이윤극대화 조건에서 재화 가격은 한계비용상의 일정 수준의 마크업 형태로 표현된다.

$$P_{si} = \frac{\sigma}{1 - \sigma} \left( \frac{R}{\alpha} \right)^{\alpha} \left( \frac{W}{\beta} \right)^{\beta} \left( \frac{Q}{\gamma} \right)^{\gamma} \frac{(1 + \tau_{Ksi})^{\alpha} (1 + \tau_{Esi})^{\gamma}}{A_{si}(1 - \tau_{Ysi})} \quad (5)$$

각 왜곡도의 증가는  $P_{si}$ 를 상승시키는 결과를 가져온다. 이윤극대화 조건에서 전력 자원의 한계생산성은 식 (6)과 같이 표현된다.

$$MRPE_{si} = \left( \frac{\sigma - 1}{\sigma} \right) \gamma \left( \frac{P_{si}Y_{si}}{E_{si}} \right) = \frac{Q(1 + \tau_{Esi})}{1 - \tau_{Ysi}} \quad (6)$$

6) 본 연구에서는 각 비중을 두 자릿수 산업 수준으로 세분화하고 소득분배비율을 연도별로 추정하여 적용한다.

7) 한계생산의 과도한 증가는 한계생산 체감의 법칙에 따라 해당 요소의 과소 배분을 의미한다.



완전경쟁상황의 경쟁기업 이윤극대화 조건에서 한계수입생산과 생산요소 가격의 차이는  $\tau_{Y_{si}}$ 와  $\tau_{E_{si}}$ 가 반영된 만큼 발생하므로 경쟁시장의 균형 요소가격으로 수렴하지 않는다. 정부가 물가 상승을 억제하기 위하여 전력요금을 과도하게 규제하는 경우에는  $\tau_{E_{si}}$ 가 반대 방향으로 증가하는 즉, 전력요금에 보조금을 지원한 것과 동일한 효과가 발생한다( $\tau_{E_{si}} < 0$ ).

각 기업은 적정 수준보다 낮은 전력 비용을 지불하고 동일한 전력을 사용가능하므로 기존의 한계비용과 한계수입생산이 일치하는 수준( $MRPE_{si} = Q$ )보다 높은 수준에서 전력을 과소비할 유인을 갖는다. HK는 앞서 언급한 실질생산량과 명목생산물 가치를 구분하기 위하여 개별기업  $si$ 의 생산성을 실질생산성( $TFPQ_{si}$ )과 수익생산성( $TFPR_{si}$ )으로 나누어 정의한다.

$$TFPQ_{si} = A_{si} = \left(\frac{Y_{si}}{K_{si}}\right)^{\alpha_s} \left(\frac{Y_{si}}{L_{si}}\right)^{\beta_s} \left(\frac{Y_{si}}{E_{si}}\right)^{\gamma_s} \quad (7)$$

$$TFPR_{si} = P_{si} A_{si} = \frac{\sigma}{\sigma-1} \left( \frac{R^{\frac{1+\tau_{K_{si}}}{1-\tau_{Y_{si}}}}}{\alpha_s} \right)^{\alpha_s} \left( \frac{W^{\frac{1}{1-\tau_{Y_{si}}}}}{\beta_s} \right)^{\beta_s} \left( \frac{Q^{\frac{1+\tau_{E_{si}}}{1-\tau_{Y_{si}}}}}{\gamma_s} \right)^{\gamma_s} \quad (8)$$

기업  $si$ 의 실질생산성은 총요소생산성  $A_{si}$ 를 의미하며, 산업  $s$ 의 실질생산성( $TFP_s$ )은 식 (9)와 같이 생산요소별 한계수익생산의 가중평균 대비 각 기업의 상대적 한계수익 생산으로 도출된다.

$$\begin{aligned} TFP_s &= \frac{Y_s}{K_s^{\alpha_s} L_s^{\beta_s} E_s^{\gamma_s}} = \left[ \sum_{i=1}^{M_s} \left[ A_{si} \left( \frac{TFPR_s}{TFPR_{si}} \right) \right]^{\sigma-1} \right]^{\frac{1}{\sigma-1}} \\ &= \left[ \sum_{i=1}^{M_s} \left[ A_{si} \left( \frac{MRPK_s}{MRPK_{si}} \right)^{\alpha_s} \left( \frac{MRPL_s}{MRPL_{si}} \right)^{\beta_s} \left( \frac{MRPE_s}{MRPE_{si}} \right)^{\gamma_s} \right]^{\sigma-1} \right]^{\frac{1}{\sigma-1}} \end{aligned} \quad (9)$$

여기에서  $MRPK$ (marginal revenue product of capital)는 자본의 한계수익생산,  $MRPL$ (marginal revenue product of labor)은 노동의 한계수익생산,  $MRPE$ (marginal revenue product of energy)는 전력의 한계수익생산을 의미한다. 상부 가로줄(upper bar)은 각 기업의 부가가치율 기준 가중조화평균을 의미한다.

$$\begin{aligned}
 MRPK_{si} &= R \left( \frac{1 + \tau_{Ksi}}{1 - \tau_{Ysi}} \right), & \overline{MRPK}_s &= \frac{R}{\sum_{i=1}^{M_s} \left( \frac{1 - \tau_{Ysi}}{1 + \tau_{Ksi}} \right) \frac{P_{si} Y_{si}}{P_s Y_s}} \\
 MRPL_{si} &= W \left( \frac{1}{1 - \tau_{Ysi}} \right), & \overline{MRPL}_s &= \frac{W}{\sum_{i=1}^{M_s} (1 - \tau_{Ysi}) \frac{P_{si} Y_{si}}{P_s Y_s}} \\
 MRPE_{si} &= Q \left( \frac{1 + \tau_{Esi}}{1 - \tau_{Ysi}} \right), & \overline{MRPE}_s &= \frac{Q}{\sum_{i=1}^{M_s} \left( \frac{1 - \tau_{Ysi}}{1 + \tau_{Esi}} \right) \frac{P_{si} Y_{si}}{P_s Y_s}} \quad (10)
 \end{aligned}$$

만약 전력시장 가격 왜곡이 없는 상황, 즉 기업 간 기술 격차만 자원배분에 반영되어  $MRPE_{si} = \overline{MRPE}_s$ 가 성립하고 다른 생산요소 시장에서도 동일한 상황이 일어난다면 시장 전체적으로  $TFPR_{si} = \overline{TFPR}_s$ 이 성립한다. 식 (10)은 식 (9)에 표현된 모든 생산요소시장의 상대적 한계수익 생산을 제시하나 본 연구에서는 전력시장의 자원배분 효율성만 분석한다.

## 2. 분석 자료 및 모수 설정

본 연구에서 활용되는 광업·제조업 조사 통계자료는 당해년도에 국내에서 사업을 영위하는 외국 사업체를 포함한 광업과 제조업 사업체를 대상으로 조사하여 작성하는 불균형(unbalanced) 패널 자료이다. 본 연구에서는 2009년과 2019년의 10인 이상의 제조업 사업체의 부가가치, 총생산, 자본비용, 노동비용, 전력비용 등의 자료를 활용하여 실증분석을 시행하였다. 본래 해당 통계에서 기업의 산업분류를 표준

산업분류 5자리 수까지 제공하나 행정구역별로 구분하여 자료를 추출하는 경우 표준산업분류 3자리 수까지 제공한다. 따라서 본 분석에서 산업  $s$ 는 표준산업분류 3자리 수에서 정의한다. 지정구·정원석(2015)와 같이 기업의 자본스톡은 유형고정자산의 연초와 연말 가치의 단순 평균값을 사용하였고 노동투입량은 복리후생비를 포함한 인건비, 전력투입량은 전력비용을 사용하였다.  $\alpha, \beta, \gamma$ 는 개별 사업체의 노동 소득 분배율과 에너지 소득 분배율을 구한 후, 두 자리수 산업분류 기준의 평균값을 적용하였다.  $\sigma$ 와 이자율( $R$ )은 Hsieh and Klenow(2009) 등 기존 문헌에 따라 3과 0.1을 각각 적용하였다.

광업·제조업 조사의 명목 자료를 이용하여 개별 기업  $si$ 의 실질생산성( $TFPQ_{si}$ )을 산출하는 방법은 지정구·정원석(2015)에 따라 식 (11)을 활용하여 간접적으로 도출하였다.

$$A_{si} = \kappa_s \frac{(P_{si} Y_{si})^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}}{K^{\alpha_s} L^{\beta_s} E^{\gamma_s}} = TFPQ_{si} \quad (11)$$

여기서  $\kappa_{si} = (P_s Y_s)^{\frac{1}{1-\sigma}} / P_{si}$ 이다.

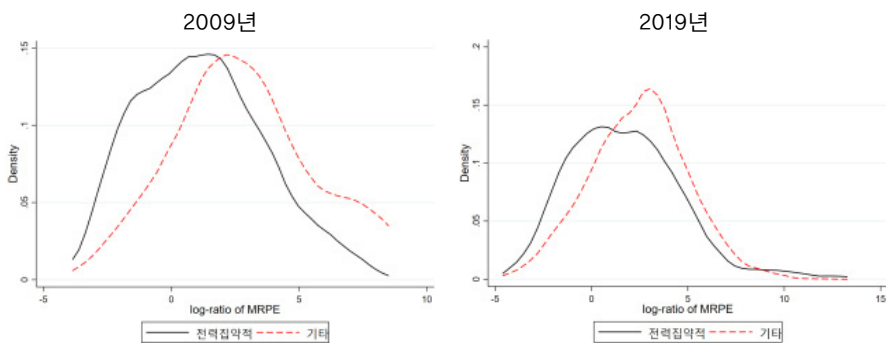
## IV. 분석 결과

본 절에서는 전력시장의 자원 배분 비효율성을 서울특별시, 부산광역시, 대구광역시, 인천광역시, 광주광역시, 대전광역시, 울산광역시 각 도시별로 추정하여 비교한다. [그림 1]부터 [그림 7]은 각 도시별 2009년과 2019년 전력자원의 한계생산성 상대 비율의 로그값,  $\log(MRPE_{si}/\overline{MRPE_{si}})$ 를 비교한 결과이다. 전력자원의 상대적 실질한계생산물의 빈도는 커널밀도함수의 세로 축에 제시되었다. 커널밀도함수의 우

측 꼬리가 길어질수록 한계생산성이 늘어나서 동일산업군 기업보다 전력 자원이 적게 분배된 기업이 증가했다는 의미이고, 꼬리가 두터울수록 해당 기업수가 많다는 의미이다. 생산성 대비 자원이 적게 분배된 기업의 증가는 결국 생산성이 낮은 기업에 자원이 더 많이 배분되었음을 의미하므로 자원배분 비효율성의 증가를 뜻하고 = 식 (6)과 같이 이론 모형 상의 전력자원 생산요소 가격 왜곡도의 함수로 나타난다.<sup>8)</sup> 각 도시의 기업군은 전력다소비산업군과 기타 산업군으로 구분하는데 전력다소비 산업군에 속하는 1차 철강, 기초화학물질, 반도체, 평판디스플레이는 검정 실선으로 표기하였다.

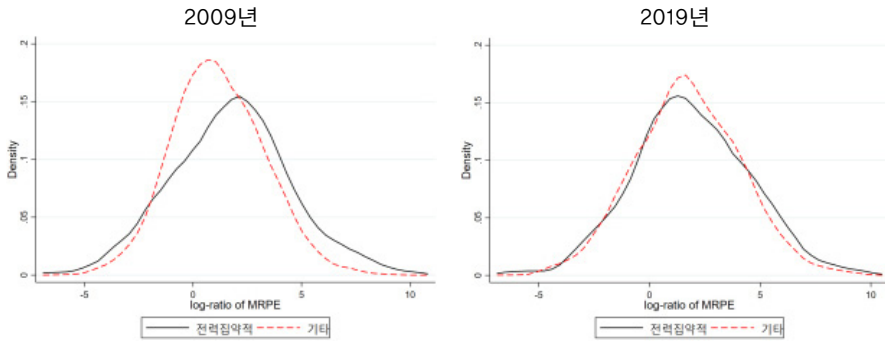
[그림 1]에서 2019년 서울지역의 커널밀도함수는 2009년 대비 그 우측 꼬리가 길어지므로 전력시장 자원배분 비효율성이 증가했다는 것을 의미한다. 우측 꼬리가 두껍지는 않으나 전력의 과소 배분 대상 기업에서 전력다소비 기업이 차지하는 비중은 상대적으로 크게 나타났다. [그림 2]에서 2019년 부산지역의 커널밀도함수의 양측 꼬리는 2009년 커널밀도함수의 양측 꼬리와 근접한 지점에 위치하여 자원배분 비효율성이 악화되지는 않은 것으로 해석된다. 전력다소비산업군과 그 외 산업군의 우측 꼬리 차이도 개선되어 생산성이 높은 전력다소비 기업에게 자원이 덜 배분되는 정도가 완화된 것으로 보인다.

[그림 1] 커널밀도함수 변화: 서울



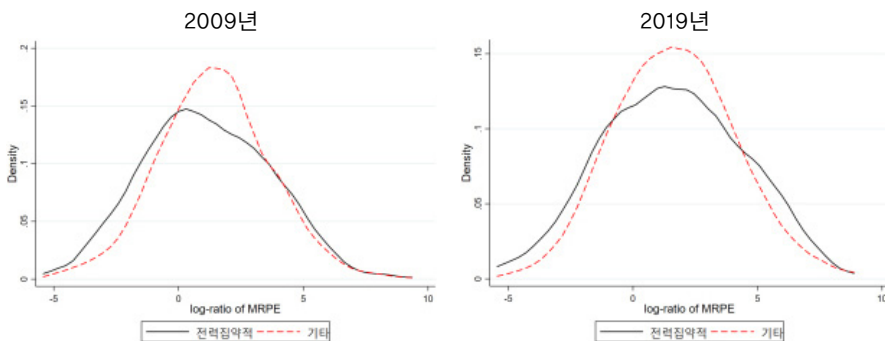
8) Choi(2020)은 우리나라 제조업의 전력자원 배분 비효율성이 주로 전력요금의 규제에 의한 결과임을 보이는 실증결과를 제시하였다.

[그림 2] 커널밀도함수 변화: 부산



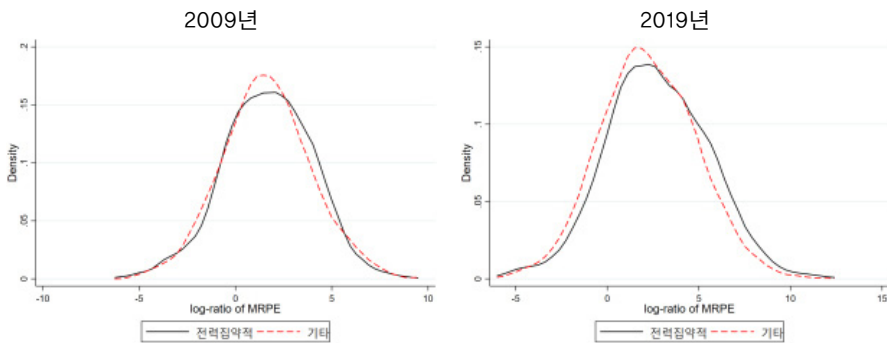
[그림 3]에서 2019년 대구지역의 자원배분 비효율성 역시 부산지역과 유사한 패턴을 보이면서 심하게 악화되지는 않았다. 다만, 전력다소비산업군의 밀도함수 우측이 더 두꺼워져서 해당 기업의 자원 과소 배분 문제가 심화되었다는 결과를 제시한다. [그림 4]에서 2019년 인천지역의 커널밀도함수는 2009년 대비 그 우측 꼬리가 길어지므로 전력시장 자원배분 비효율성이 증가하였다. 전력다소비산업군 밀도함수의 우측 꼬리가 더 두꺼워져서 해당 기업의 전력자원 과소 배분이 심화되었음을 알 수 있다.

[그림 3] 커널밀도함수 변화: 대구

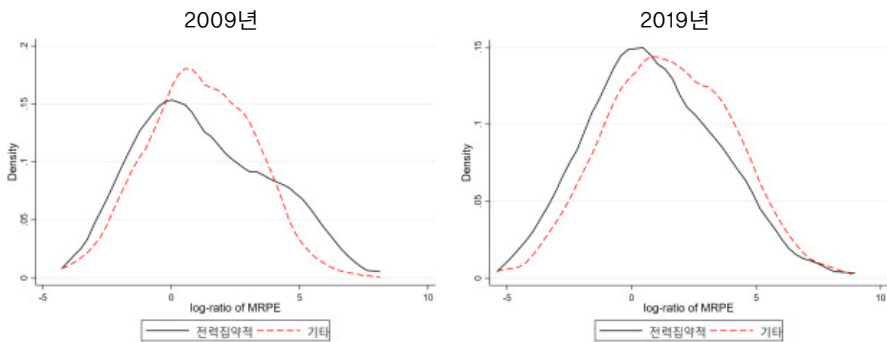


[그림 5]에서 광주지역의 밀도함수는 부산지역과 유사한 패턴을 보이며 전력 자원배분 비효율성이 악화되지는 않았음을 제시한다. 한편, [그림 6]과 [그림 7]에 제시된 대전과 울산 지역의 자원배분 비효율성은 인천지역과 유사하게 더 악화된 것으로 해석된다.

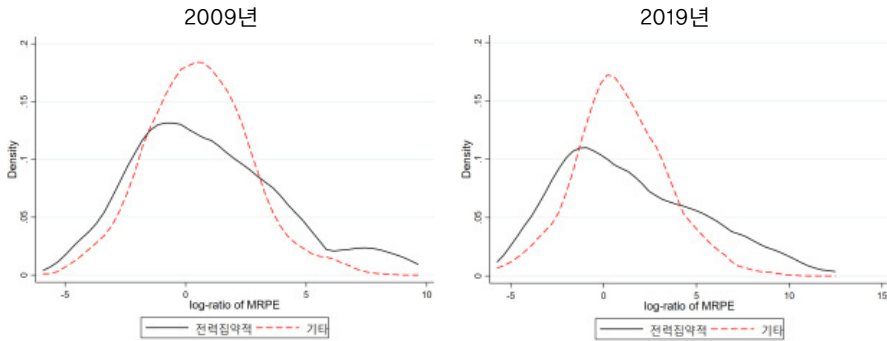
[그림 4] 커널밀도함수 변화: 인천



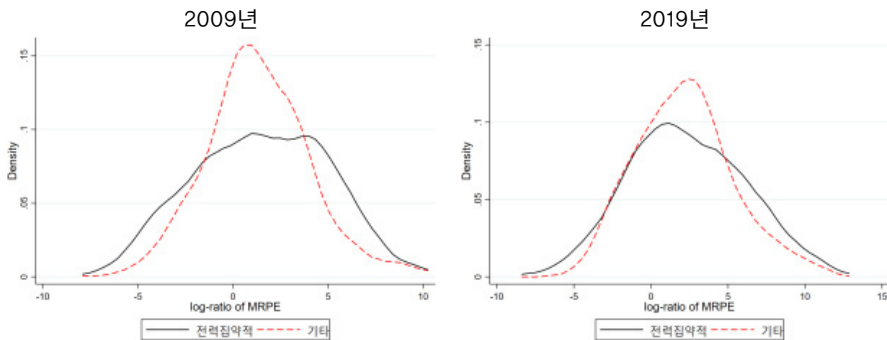
[그림 5] 커널밀도함수 변화: 광주



[그림 6] 커널밀도함수 변화: 대전



[그림 7] 커널밀도함수 변화: 울산

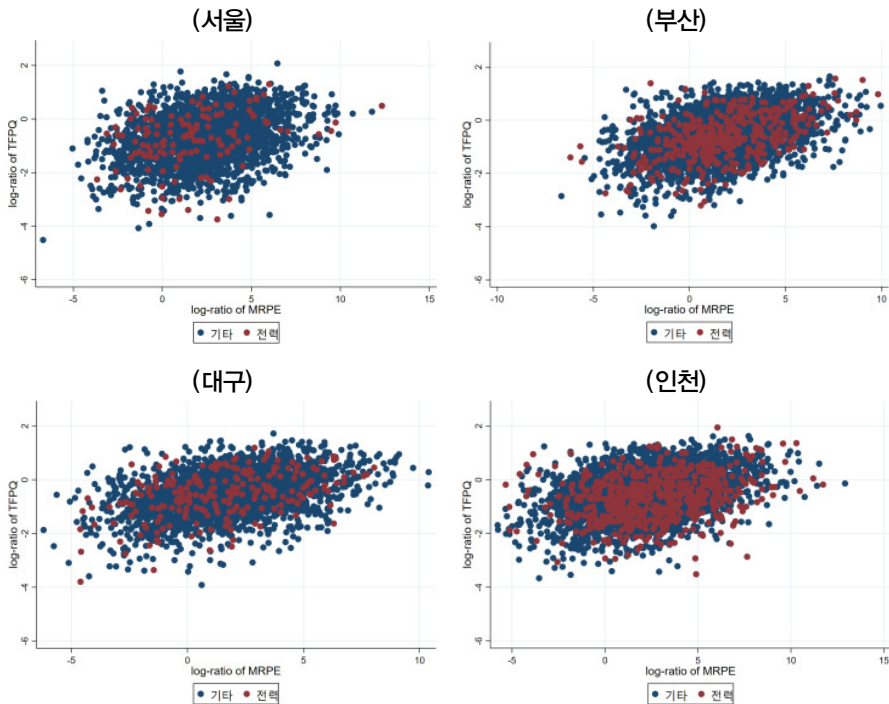


[그림 8]은 2019년 각 도시별 전력시장 자원배분 비효율성을 산포도로 표현한 것이다. 세로축 변수인  $\log(TFPQ_{si}/\overline{TFPQ_{si}})$ 는 실질생산성의 그룹평균 대비 상대비율의 로그값에 해당하며, 가로축 변수  $\log(MRPE_{si}/\overline{MRPE_{si}})$ 는 전력시장의 한계수의 생산성의 그룹평균 대비 상대비율의 로그값에 해당한다. 기업들의 수익생산성이 그룹평균에서 멀어진다는 것은 0을 중심으로  $\log(MRPE_{si}/\overline{MRPE_{si}})$ 의 분포가 넓어짐을 의미한다. 세로축 변수인  $\log(TFPQ_{si}/\overline{TFPQ_{si}})$  동일 수준에서 가로축 변수  $\log(MRPE_{si}/\overline{MRPE_{si}})$ 가 더 클수록 실질생산성이 동일한 다른 기업 대비 해당 기업의 전력자원이 적정규모보다 덜 배분되었음을 의미한다. 실질생산성이 낮은 기업이 자원을 더 가져간다면 좌

측 끝단도 좌측 방향으로 더 이동할 것이다.

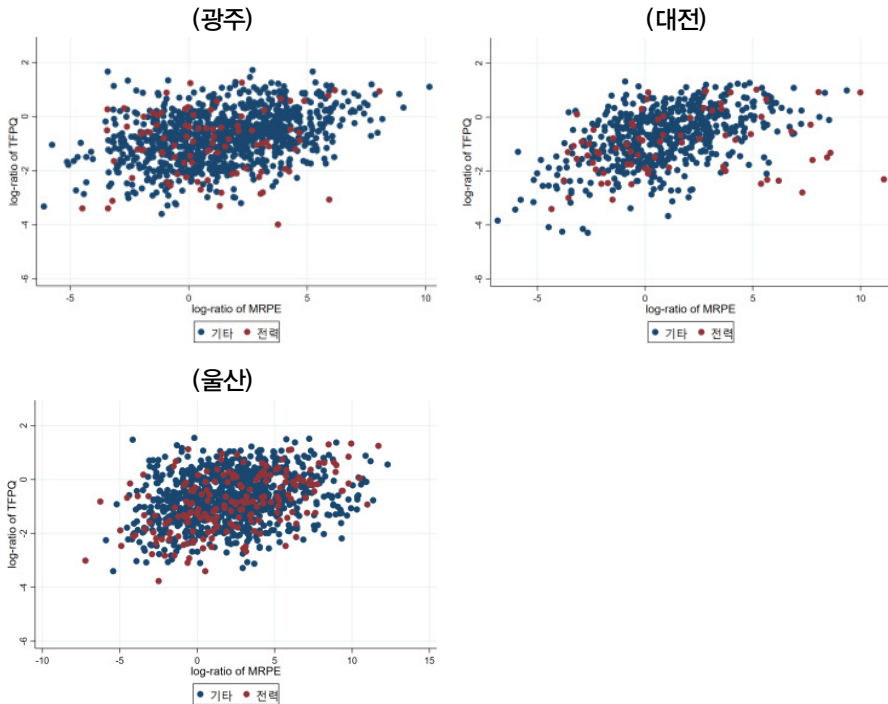
서울 지역의 전력다소비 산업군 자원배분비효율성이 악화되었으나 그 표본 수가 적으므로 크게 문제되지는 않을 것으로 보인다. 반면, 인천과 울산 지역의 전력다소비 산업군 중 과소배준 대상 기업 표본 수는 적지 않으므로 기업의 이질적인 생산성이 적절히 고려하지 않는 단일 요금 규제가 전력다소비 산업인 1차 철강과 석유화학, 반도체 산업 중심의 도시의 자원배분 비효율성 증가에 적지않은 영향을 미친 것으로 보인다.

[그림 8] 2019년 도시별 산포도





국내 제조업 전력 자원 배분의 효율성 비교 분석: 서울특별시와 6대 광역시 중심으로



## V. 결 론

본 연구에서 서울특별시와 6개의 광역시의 제조업 전력자원 배분 비효율성을 비교하고 살펴보았다. 분석 결과를 요약하면 2019년 서울, 인천, 대전, 울산 지역의 전력자원 배분 비효율성은 2009년 대비 악화되었고 부산, 대구, 광주 지역은 유사하거나 다소 완화되었다. 단, 비효율성이 완화된 지역의 경우에는 지역경제 성장 둔화와 생산량 감소로 인해 도출된 결과일 수도 있으므로 해석에 유의할 필요가 있다. 본 연구에서 활용한 Hsieh and Klenow(2009) 방법론에서 생산요소 배분 비효율성은 생산요소 가격의 왜곡도(wedge)에 의해 발생한다. 우리나라의 지역별 전력자원 배분 비효율성 차이도 같은 맥락에서 불합리한 전력요금체계에 의해 주로 발생한 것으로

해석할 수 있다. 즉, 소매요금에 최종수요자의 소비에 따른 한계생산성 변화가 적절히 반영되지 않는 상황에서 자원배분 비효율성이 발생하는 것이다.

전력시장의 자원 배분 효율성을 개선하기 위해서는 산업용 소비자의 이질적 생산성을 충분히 고려한 합리적인 가격 메커니즘이 설계될 필요가 있다. 모든 산업용 소비자들에게 충분히 차별화되지 않은 요금 수준을 적용하는 현재의 규제가격 체계에서는 수요자의 한계생산성과 생산요소 가격의 격차가 벌어지는 가격 왜곡이 심화되면서 효율성을 저해시킬 수 밖에 없다. 특히, 기후변화와 탄소중립 대응에 중앙정부 중심이 아닌 지자체별 노력이 더 필요한 시점에서 수요 기업의 이질적 생산성뿐만 아니라 지역별로 특성도 고려되지 않는 동일한 전력요금 체계는 국가 제조업 전반적으로 전력자원 배분 비효율성을 악화시키며, 지역 간 탄소중립 이행 부담의 차이도 크게 벌릴 수 있다. 그동안 우리나라의 전력요금 규제는 이질적 소비자의 소비 패턴이 충분히 반영되지 않은 전력도매시장의 CBP(Cost-based Pool) 거래 방식과 과도한 소매 요금 규제로 자원배분 비효율성을 크게 악화시켜왔다. 정부는 사회적 이슈가 발생할 때마다 요금 인상 폭만 살펴보는 것이 아니라 전력가격의 결정방식에 시장원리를 제도로 반영하는 노력을 보여야 한다. 이러한 맥락에서 탄소중립 목표 달성을 위하여 단순히 산업용 전력요금 인상을 논의하는 것뿐만 아니라 지역별 차등 전력요금제를 설계 시 지역별 특성과 수요기업의 생산성이 적절히 반영되도록 고민하는 것이 중요하다. 경제 이론에서 의미하는 생산요소가격과 한계생산성이 일치하는 수준에서 가격이 결정되고 정부의 자의적 개입이 최소화된다면 전력시장의 자원 배분 효율성은 개선될 수 있다. 더불어, 지자체마다 온실가스 배출 특성과 감축 여건에 차이가 있는 만큼 지역별 상황을 고려해 목표와 경로를 다양하게 설계할 필요가 있다.

접수일(2023년 8월 27일), 수정일(2023년 9월 24일), 게재확정일(2023년 9월 27일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- 산업통상자원부(2023). “제10차 전력수급기본계획 주요 내용” 2023.1.12.
- 지정구·정원석(2015). “제조업 자원배분의 총요소생산성.” BOK 이슈리뷰 4(1).
- Baily, M. N., Hulten, C., Campbell, D., Bresnahan, T. and Caves, R. E.(1992).  
“Productivity Dynamics in Manufacturing Plants. Brookings Papers on Economic Activity.” *Microeconomics* 1992 : 187-267.
- Bartelsman, Eric, John Haltiwanger, and Stefano Scarpetta (2013). “Cross-Country Differences in Productivity: The Role of Allocation and Selection.” *American Economic Review* 103(1) : 305-34.
- Choi, B. (2020). “Productivity and Misallocation of Energy Resources: Evidence from the Korean Manufacturing Sectors.” *Resource and Energy Economics* 61 : Article 101184.
- Foster, L., Haltiwanger, J. and Syverson, C.(2008). “Reallocation, Firm Turnover, and Efficiency: Selection on Productivity or Profitability.” *American Economic Review* 98(1) : 394-425.
- Hsieh, C. and Klenow, P.(2009). “Misallocation and Manufacturing TFP in China and India.” *Quarterly journal of Economics* 124(4) : 1403-1448.
- Olley, G. S. and Pakes, A. (1996). “The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry.” *Econometrica* 64(6) : 1263-1297.

<통계 자료>

광업제조업조사통계

[https://mdis.kostat.go.kr/infoData/detailData.do?statsConfmNo=101009&curMenuNo=UI\\_POR\\_P9008](https://mdis.kostat.go.kr/infoData/detailData.do?statsConfmNo=101009&curMenuNo=UI_POR_P9008)

ABSTRACT

Misallocation of Electricity Resources of Manufacturing Sectors in Seoul and Six Metropolitan Cities in Korea\*

Bongseok Choi\*\*

This paper analyzes how the inefficiency of electricity allocation differs across cities, focusing on manufacturing in Seoul and six metropolitan cities. Using Korean firm-level data, we extend the framework of Hsieh and Klenow (2009) to measure allocative inefficiency as a function of electricity price distortions. Key findings show that the inefficiency of electricity allocation in Seoul, Incheon, Daejeon, and Ulsan in 2019 worsened compared to 2009, and similar or slightly alleviated in Busan, Daegu, and Gwangju. This result suggests that the recent policy change on distributed energy sources and the implementation of the differential electricity rate system by region are important to achieve the carbon neutral goal.

Key Words : Climate Change, Productivity, Misallocation, Marginal Revenue of Electricity, Differential Electricity Rate by region

---

\* This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2022S1A3A2A01088589).

\*\* Associate Professor, Department of Commerce and Finance, Kookmin University (First author), bchoi4@kookmin.ac.kr